

Міністерство освіти і науки України
Дніпровський державний аграрно–економічний університет

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ІВАНЧЕНКО ОЛЬГА МИКОЛАЇВНА

УДК: 633.854.78:632.51-047.64:631.8(251.1-17:477)

ДИСЕРТАЦІЯ

**ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮВАННЯ
ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ ТА ВПЛИВУ МІКРОДОБРИВ НА
ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ В УМОВАХ ПІВНІЧНОГО СТЕПУ
УКРАЇНИ**

Спеціальність – 201 Агронімія
Галузь знань – 20 Аграрні науки та продовольство

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
Дисертація містить результати власних досліджень. Використані ідеї,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідні джерела

_____ **О.М. Іванченко**

Науковий керівник:
Козечко Володимир Іванович
кандидат сільськогосподарських наук,
доцент

Дніпро 2025

АНОТАЦІЯ

Іванченко О.М. Обґрунтування комплексного контролювання забур'яненості та впливу мікродобрив на продуктивність соняшнику в умовах Північного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 201 – Агронімія. – Дніпровський аграрно-економічний університет, Дніпро, 2025.

Наведено конкурентоспроможну технологію захисту від забур'яненості соняшнику та вплив мікродобрив на його продуктивність, яка передбачає розробку регламенту застосування комплексу альтернативних методів внесення засобів захисту рослин, зокрема гербіциду. Наукова цінність дисертації полягає у представленні результатів досліджень, проведених на базі ТОВ «Агросс+» Дніпровського району Дніпропетровської області. Наукове обґрунтування технологічних прийомів вирощування соняшнику дозволяє модернізувати систему догляду за посівами соняшнику у виробничих умовах Північного Степу України.

Екстремальні погодні умови (спека, посуха та зливовий характер дощів) за роки проведення досліджень мали значний вплив на ріст, розвиток та урожайність соняшнику. Висока температура впливає на численні біохімічні та фізіологічні властивості рослин. У роки проведення досліджень спостерігалась міжрічна та міжсезонна мінливість клімату, що призвело до скорочення вегетаційного періоду (особливо фази формування зерна), збільшення дефіциту вологи та теплового стресу, і, як наслідок – до зниження врожайності.

Польові і лабораторні дослідження проводили відповідно загальноприйнятим методикам. Агротехніка в досліджах загальноприйнята для Північного Степу України, окрім технологічних прийомів, що вивчалися.

Встановлено, що максимальні показники врожайності насіння соняшнику було отримано за мінімальної норми робочого розчину на рівні 7 л/га у поєднанні з гербіцидом у дозі 20 г/га та прилипачем Тренд 90 що забезпечило врожайність на рівні 2,69 т/га. Приріст у порівнянні з контрольним варіантом становив 0,89

т/га або 49,4%. Підвищення норми витрати робочого розчину до 150 л/га також дало високу врожайність (до 2,70 т/га), однак без статистично значущих переваг.

Аналіз морфологічних характеристик культури виявив позитивний вплив досліджуваних факторів на формування висоти рослин соняшника. Максимальну висоту (147 см, перевищення контрольного показника на 23 см) було зафіксовано при застосуванні робочого розчину 100 л/га у комбінації з гербіцидом (20 г/га) та прилипачем Тренд 90. Зростання висоти позитивно корелює з поліпшенням умов формування продуктивності культури.

Ефективність застосування гербіцидів та прилипачів також проявилась у значному зменшенні рівня забур'яненості посівів, особливо за високих норм витрати робочого розчину (100–200 л/га). Найнижчу кількість бур'янів (4–9 шт./м²) було отримано при дозі гербіциду 40 г/га у поєднанні з прилипачем "Естерліп". Це сприяло активному ушкодженню та загибелі бур'янів, створюючи оптимальні умови для зростання і розвитку соняшника.

Досліджені агротехнічні заходи суттєво вплинули на якісні характеристики насіння. Зокрема, максимальний приріст маси 1000 насінин (48,2 г, перевищення контрольного показника на 8,9 г) було досягнуто за норми витрати робочого розчину 150 л/га, норми гербіциду 30 г/га та використання прилипача Тренд 90.

Позитивний вплив застосування гербіцидів та прилипачів також простежувався у покращенні структурних елементів врожайності. Зокрема, їхнє використання сприяло збільшенню діаметра кошика соняшника та виходу насіння. Максимальний вихід насіння з кошика (65,8%) був досягнутий за дози гербіциду 20 г/га, прилипача Тренд 90 та мінімальної норми робочого розчину (7 л/га).

Застосування мікродобрив значно впливає на формування біометричних характеристик соняшнику, дозволяючи підвищити висоту рослин до 170 см та збільшити площу листової поверхні до 53,07 тис. м²/га при використанні препарату Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га.

Доведено, що мікродобрива сприяють покращенню структури врожайності. Зокрема, встановлено, що маса 1000 насінин збільшується завдяки використанню Торфовіт Хелат Комплекс при аналогічній дозі (зростання становить 2,91 г порівняно з контролем).

Максимальна врожайність соняшнику (3,06 т/га) та підвищений вміст олії (50,40 %) досягнуті за умови застосування цього ж мікродобрива в дозуванні 3,0 л/га.

Ефективність застосування мікродобрив також виражається у збільшенні виходу олії з насіння, що підтверджує їх перспективність для інтенсивного вирощування соняшнику.

Встановлено, що оптимальний економічний результат досягається при поєднанні норми робочого розчину 150 л/га з дозою гербіциду 30 г/га та використанням прилипача Тренд 90. Така комбінація забезпечує максимально умовно чистий прибуток і високу рентабельність. У той же час, застосування мінімальної норми робочого розчину (7 л/га), яке зручно реалізувати за допомогою агродрону, особливо за несприятливих умов для роботи штангового обприскувача, також виявилось економічно вигідним, демонструючи високий рівень рентабельності (до 99,5%).

Серед найбільш ефективних мікродобрив за сукупністю економічних показників є варіанти з використанням Торфовіт Zn/N у дозі 1,5 л/га та Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га.

Ключові слова: соняшник, забур'яненість, малооб'ємне обприскування, дрон, гербіцид, прилипач, мікродобрива, біометричні показники, якість насіння, урожайність.

ABSTRACT

Ivancenko O.M. Substantiation of an Integrated Approach to Weed Control and the Effect of Micronutrients on Sunflower Productivity under Conditions of the Northern Steppe of Ukraine. – Qualification scientific manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 201 – Agronomy. – Dnipro Agrarian and Economic University, Dnipro, 2025.

This work presents a competitive technology for sunflower weed control and the impact of micronutrient fertilizers on productivity, which involves the development of a regulation for the use of a complex of alternative application methods of plant protection agents, particularly herbicides. The scientific value of the dissertation lies in the results of research conducted at LLC "Agross+" in the Dnipro district of Dnipropetrovsk region. The scientific substantiation of technological methods for sunflower cultivation enables the modernization of crop management systems under production conditions of the Northern Steppe of Ukraine.

Extreme weather conditions (heat, drought, and torrential rainfall) during the research period had a significant impact on the growth, development, and yield of sunflower. High temperatures influenced numerous biochemical and physiological properties of plants. Interannual and interseasonal climate variability during the study period led to a shortened vegetation period (especially during the grain formation phase), increased moisture deficit and heat stress, resulting in decreased yields.

Field and laboratory experiments were conducted in accordance with generally accepted methodologies. Agronomic practices followed the regional norms for the Northern Steppe of Ukraine, except for the studied technological elements.

It was established that the highest seed yield of sunflower was obtained with a minimal working solution rate of 7 L/ha combined with a herbicide dose of 20 g/ha and the surfactant Trend 90, resulting in a yield of 2.69 t/ha. The increase compared to the control was 0.89 t/ha or 49.4%. Increasing the working solution rate to 150 L/ha also resulted in high yields (up to 2.70 t/ha), though without statistically significant differences.

Analysis of the crop's morphological traits revealed a positive influence of the studied factors on sunflower plant height. The maximum height (147 cm, 23 cm higher than the control) was recorded with a working solution rate of 100 L/ha in combination with herbicide (20 g/ha) and the surfactant Trend 90. Height increase positively correlated with improved productivity conditions.

Herbicides and surfactants also proved effective in significantly reducing weed infestation levels, especially at higher working solution rates (100–200 L/ha). The lowest weed density (4–9 plants/m²) was achieved with a herbicide dose of 40 g/ha and the surfactant Esterlip, which contributed to active weed damage and mortality, creating optimal growth conditions for sunflower.

The tested agronomic measures significantly influenced seed quality. The maximum increase in thousand seed weight (48.2 g, 8.9 g higher than control) was achieved with a 150 L/ha working solution rate, 30 g/ha herbicide dose, and the surfactant Trend 90.

The use of herbicides and surfactants also positively influenced yield structure elements. Notably, their application led to increased sunflower head diameter and seed output. The highest seed yield from the head (65.8%) was obtained with a herbicide dose of 20 g/ha, Trend 90 surfactant, and a minimal working solution rate (7 L/ha).

The application of micronutrients significantly impacted sunflower biometric parameters, increasing plant height up to 170 cm and leaf area to 53.07 thousand m²/ha when using the product Torfovit Chelate Complex at a dose of 3.0 L/ha.

It was proven that micronutrients improve yield structure. In particular, the use of Torfovit Chelate Complex at the same dose increased the thousand seed weight by 2.91 g compared to the control.

The maximum sunflower yield (3.06 t/ha) and increased oil content (50.40%) were achieved with the application of this micronutrient at 3.0 L/ha.

Micronutrient efficiency was also reflected in increased oil yield from seeds, confirming their potential for intensive sunflower production.

It was established that the best economic result was achieved by combining a working solution rate of 150 L/ha with a herbicide dose of 30 g/ha and the surfactant

Trend 90. This combination ensured the highest net conditional profit and return on investment. At the same time, the use of the minimal working solution rate (7 L/ha), which is conveniently implemented via drones under unfavorable conditions for boom sprayers, also proved economically viable, showing a high profitability level (up to 99.5%).

Among the most effective micronutrients based on economic indicators were Torfovit Zn/N at 1.5 L/ha and Torfovit Chelate Complex at 3.0 L/ha.

Keywords: sunflower, weed infestation, low-volume spraying, drone, herbicide, surfactant, micronutrients, biometric indicators, seed quality, yield.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті в наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Козечко В.І., Іванченко О.М. Ефективність застосування мікродобрив в посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2024. № 136. ч 1. С. 192–201. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

2. Козечко В.І., Іванченко О.М. Вплив різних доз гербіцидів і норм внесення робочої рідини на посівах соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2025. № 141. С. 136–146. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

3. Volodymyr Kozechko, Olha Ivanchenko. Express Gold herbicide effectiveness based on application methods in sunflower crops. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2025. Vol. 29, No. 1. С. 20–29. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання статті).

Тези і матеріали наукових конференцій

1. Козечко В.І., Іванченко О.М., Пришедько Н.О. Вплив мікродобрив на урожайність соняшника. Матеріали VIII Міжнародної науково–практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» до 90-річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету (1934–2024 рр.). (м. Дніпро, 19–20 листопада 2024 р.). – Дніпро: ДДАЕУ, 2024. С. 123–124. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).

2. Іванченко О.М. Використання цифрових рішень та смарт–технологій в агровиробництві. Інформаційні технології в агробізнесі та аграрній освіті: тези доповідей XI Всеукраїнської науково–практичної конференції 19–21 квітня

2023 року. Дніпро: ДДАЕУ, 2023. С. 7–8. (Особистий внесок 100 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).

3. Козечко В.І., Іванченко О.М. Економічна ефективність вирощування соняшника залежно від різних доз гербіциду, норм внесення робочої рідини та прилипачів. Сучасні підходи до вирощування, переробки і зберігання продукції рослинництва : матеріали всеукраїнської науково–практичної конференції, 20–21 березня 2025 р., м. Миколаїв. Миколаїв : МНАУ, 2025. С. 118–121. (Особистий внесок 60 % – аналіз та узагальнення експериментальних даних, написання тез).

4. Козечко В.І., Іванченко О.М. Продуктивність соняшнику залежно від різних доз гербіциду експрес голд і норм внесення робочої рідини. Інноваційні технології у рослинництві: матеріали міжнародної науковопрактичної інтернет-конференції до 115-ої річниці з дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, член-кореспондента НАН України, Заслуженого діяча науки України Кияка Григорія Степановича, 30 квітня 2025 р. Львів-Дубляни: Львівський НУВМБ ім. С. З. Гжицького. Північний кампус. С. 13-15.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	12
ВСТУП	13
РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮВАННЯ ЗАБУР'ЯНЕНОСТІ ТА ВПЛИВУ МІКРОДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКА (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	18
1.1 Морфо–біологічні та господарські особливості соняшника	18
1.2 Контролювання забур'яненості соняшника	24
1.3 Застосування дрону при внесенні ЗЗР	34
1.4 Загальні аспекти вирощування соняшника	39
1.5 Особливості живлення соняшника	51
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	60
2.1. Ґрунтово–кліматична характеристика зони і особливості метеорологічних умов в роки проведення досліджень	60
2.2. Особливості варіювання кліматичних умов в роки проведення досліджень	68
2.3 Методика закладки та проведення дослідження	74
2.4. Матеріали для проведення досліду	80
РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ НОРМ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ДОЗ ГЕРБІЦИДІВ ТА ПРИЛИПАЧІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ	85
3.1. Вплив контролювання забур'яненості на біометричні показники та водоспоживання рослин соняшнику	85

3.2 Забур'яненість посівів соняшника залежно від доз гербіциду, норм робочого розчину та прилипачів	97
3.3 Елементи структури врожаю та урожайність насіння соняшника залежно від контролювання забур'яненості	103
3.4 Олійність та вихід олії з насіння соняшника залежно від контролювання забур'яненості	110
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІКРОДОБРІВ НА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ УРОЖАЮ, ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ	116
4.1. Вплив мікродобрив на біометричні показники соняшнику	116
4.2. Вплив мікродобрив на елементи структури урожаю соняшнику	120
4.3. Вплив мікродобрив на врожайність та якість насіння соняшнику	125
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА	133
5.1 Економічна ефективність застосування різних доз гербіцидів, норм робочих розчинів та прилипачів	133
5.2 Економічна ефективність внесення мікродобрив на посівах соняшника	136
ВИСНОВКИ	141
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	144
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	145
ДОДАТКИ	177

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

БПЛА – безпілотний літальний апарат

УМО – ультрамалооб'ємне обприскування

МО – малооб'ємне обприскування

ІКТ – інформаційно–комунікаційні технології

БПНТЗ – безпілотні наземні транспортні засоби

ЗЗР – засоби захисту рослин

р.р. – робочий розчин

НІР – найменша істотна різниця

в.п. – відсоткових пунктів

СИНОНІМИ

БПЛА – Дрон - Агродрон

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах ведення сільського господарства особливої актуальності набуває проблема раціонального використання енергоресурсів та мінімізації негативного впливу агротехнологій на навколишнє середовище. Зростаючі вимоги до екологічної безпеки виробництва, поряд із необхідністю підвищення його економічної ефективності, вимагають пошуку альтернативних підходів до застосування засобів захисту рослин та живлення культур.

Одним із перспективних напрямів є оптимізація технологій обприскування, зокрема використання малооб'ємного внесення пестицидів, що дозволяє скоротити витрати робочого розчину та зменшити хімічне навантаження на агроecosистеми. Впровадження агродронів у систему догляду за посівами відкриває можливості для більш точного та локалізованого внесення препаратів, що сприяє зниженню витрат пестицидів та підвищенню ефективності їхнього застосування. Численними дослідженнями встановлено, що застосування ультрамалооб'ємного обприскування при авіаційних обробках сприяє не тільки збільшенню продуктивності обробок та здешевленню їх, внаслідок скорочення заправок та використання меншої кількості води, а й отриманню достатньо високої біологічної ефективності за рахунок забезпечення якісного розподілу робочого складу на оброблюваній поверхні [1–5].

Крім того, в умовах обмеженого використання мінеральних добрив виникає потреба у впровадженні технологій, що задовільняє оптимальне забезпечення рослин мікроелементами. Одним із таких рішень є застосування мікродобрив у технології вирощування соняшнику, що дозволяє підвищити фізіологічну активність рослин, збільшити врожайність та поліпшити якісні характеристики продукції. Використання мікродобрив не лише сприяє підвищенню рентабельності виробництва, а й відіграє важливу роль у збереженні родючості ґрунтів та екологічній стабільності агроландшафтів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана на кафедрі загального землеробства та

грунтознавства Дніпровського державного аграрно–економічного університету відповідно до фундаментальної ініціативної теми НДР «Наукове обґрунтування адаптації систем землеробства в умовах трансформації клімату в зоні Степу України» (номер державної реєстрації 0120U105780).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є обґрунтування та розробка ефективних підходів до оптимізації технологій внесення засобів захисту рослин і мікродобрив у вирощуванні соняшника з метою підвищення врожайності, зменшення пестицидного навантаження на агроєкосистеми, раціонального використання ресурсів та підвищення економічної ефективності агровиробництва.

Для досягнення поставленої мети передбачено вирішення наступних завдань:

1. Дослідити вплив малооб'ємного обприскування та використання агродронів на ефективність внесення засобів захисту рослин, їхню дію на продуктивність соняшника.
2. Оцінити ефективність гербіциду Експрес Голд залежно від різних доз внесення, норми робочого розчину, прилипачів.
3. Обґрунтувати можливості зниження пестицидного навантаження за рахунок оптимізації методів внесення.
4. Встановити вплив контролювання забур'яненості на якісні показники насіння соняшника.
5. Визначити оптимальні мікродобрива та їх дози на підвищення врожайності та покращення якісних характеристик соняшника.
6. Проаналізувати вплив інтеграції сучасних агротехнологій на рентабельність виробництва соняшника, зокрема через економічну доцільність використання мікродобрив і методів контролювання забур'яненості.
7. Розробити рекомендації щодо вдосконалення технологій вирощування соняшника з урахуванням екологічної безпеки, економічної ефективності та стабільної продуктивності агросистем.

Об'єкт дослідження – особливості формування врожайності соняшнику залежно від заходів контролювання забур'яненості посівів та застосування мікродобрів.

Предмет дослідження – гербіцид Експрес Голд, дози гербіциду, норми робочого розчину, різні мікродобрива, дози мікродобрів, урожайність та якість насіння, економічна ефективність вирощуванням соняшника.

Методи дослідження. Основними методами досліджень були: польовий; візуальний (реєстрація фенологічних фаз), вимірювальний (біометричні показники; кількісно-ваговий (вологість ґрунту); лабораторно-хімічний (визначення олійності); математичної статистики (ймовірність отриманих результатів); розрахунково-порівняльний (оцінка економічної ефективності досліджуваних факторів). Використовували також загальноприйняті методи: гіпотез, синтезу, аналізу, статистики (обробка отриманих експериментальних даних за допомогою сучасних програм на ПК).

Наукова новизна одержаних результатів. У ході дослідження отримано нові науково обґрунтовані результати, які розширюють сучасні уявлення про вплив методів контролювання забур'яненості посівів та застосування мікродобрів на формування та якісні показники насіння соняшника.

Вперше

Проведено комплексну оцінку впливу малооб'ємного обприскування та використання агродронів на ефективність внесення засобів захисту рослин при вирощуванні соняшника, що дозволяє мінімізувати пестицидне навантаження на агроєкосистеми та підвищити ефективність гербіцидного захисту.

Обґрунтовано доцільність інтегрованого підходу до застосування мікродобрів у технології вирощування соняшника, визначено оптимальні дози та види мікродобрів, що сприяють підвищенню продуктивності культури та покращенню якісних характеристик продукції.

Визначено оптимальні параметри застосування гербіциду Експрес Голд, встановлено залежність ефективності його дії від норм внесення, концентрації робочого розчину та використання прилипачів, що дозволяє покращити його

гербіцидну активність при зниженні пестицидного навантаження.

Встановлено взаємозв'язок між рівнем контролювання забур'яненості та якісними показниками насіння соняшника, зокрема вмістом олії, масою 1000 насінин та товарними характеристиками врожаю.

Доведено економічну ефективність використання агротехнологій, спрямованих на зниження забур'яненості та оптимізацію мінерального живлення, що забезпечує підвищення рівня рентабельності вирощування соняшника.

Удосконалено:

Розроблено науково обґрунтовані рекомендації щодо удосконалення технології вирощування соняшника з урахуванням екологічної безпеки, економічної ефективності та стабільної продуктивності агроценозів.

Набуло подальшого розвитку:

- наукові підходи щодо обґрунтування елементів агротехнічних заходів вирощування соняшника в умовах Північного Степу;
- господарська та економічна доцільність впровадження елементів технологічних рішень вирощування соняшника в господарства різних форм власності.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами досліджень розроблено і рекомендовано виробництву технологічні прийоми вирощування соняшнику, що забезпечує підвищення врожайності на 0,3–1,0 т/га.

Результати досліджень перевірено у виробничих умовах ТОВ «Агросс+» Дніпровського району Дніпропетровської області. Використання рекомендованих прийомів забезпечило підвищення врожайності на 0,3–1,0 т/га. За виключенням господарства, на базі якого проводились дослідження, також, надані рекомендації апробовано в ТОВ «АВК «СУЗІР'Я» Нікопольського району Дніпропетровської області та отримано позитивний результат у збільшенні врожайності соняшнику на 0,25–0,7 т/га. ФГ «Наташа» та ФГ «Дніпрельстан» Дніпровського району Дніпропетровської області отримали прибавку до урожайності соняшнику на рівні 0,3–0,6 т/га. У ФГ «Миколаєве поле»

Дніпровського району Дніпропетровської області підвищення врожайності після впровадження випробуваної схеми складало 0,4–0,7 т/га.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційне дослідження є самостійною науковою роботою здобувача. Автор особисто визначив загальну послідовність проведення досліджень, сформулював нульову гіпотезу, спланував етапи експериментальної роботи, розробив схему польових випробувань та обґрунтував методичні підходи до їх реалізації.

Польові та лабораторні дослідження, математико–статистичний аналіз отриманих даних, їх узагальнення та наукова інтерпретація проведені здобувачем самостійно або за його безпосередньої участі у співпраці з фахівцями Дніпровського державного аграрно–економічного університету (ДДАЕУ).

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 8 наукових працях, зокрема: наукових виданнях України, які входять до наукових фахових виданнях України – 3, тезах і матеріалах наукових конференцій – 4.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Кваліфікаційна наукова праця викладена на 166 сторінці і складається з анотації, вступу, 5 розділів, які містять 23 таблиць і 6 рисунків, висновків, рекомендацій для виробництва, списку використаних джерел (313 позицій), додатків.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮВАННЯ ЗАБУР'ЯНЕНOSTІ ТА ВПЛИВУ МІКРОДОБРИВ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ СОНЯШНИКУ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

1.1 Морфо–біологічні та господарські особливості соняшника

Соняшник був завезений в Європу (в Іспанію) в XV столітті, а пізніше в Італію в другій половині XVI століття Джакомо Антоніо Кортузо, який був головою ботанічного саду в Падуї. Він і Андреа Маттіолі опублікували детальний опис виду. У наступні два століття соняшник в основному використовувався в декоративних і лікувальних цілях. На початку 1800–х років площа його вирощування розширилася внаслідок двох нових напрямків використання та програм розведення: виробництва олійних культур і споживання насіння [1-6].

Генетика та морфологія сучасного соняшника (*Helianthus annuus L.*) є результатом багатонаціональних і міжконтинентальних зусиль, які тривали тисячі років. Однак основні зміни відбулися лише в останньому столітті. Батьківщиною виду є Північна Америка, де його здавна вирощували місцеві племена. Починаючи з багатоголових популяцій, штучний відбір призвів до нинішніх одностебельних генотипів із великим суцвіттям, що містить велику кількість багатих олією сім'янок.

Після відкриття Америки Христофором Колумбом перші іспанські мореплавці зібрали велику кількість насіння соняшнику і відправили його до Європи, починаючи з початку 15 століття. Перше насіння потрапило до Іспанії в 1510 році завдяки Франсіско Ернандесу Гірону [7].

Хоча корінні американці вже знали про багато способів використання, включаючи виробництво нафти, європейці протягом двох століть використовували рослину майже виключно для декоративних цілей та її протизапальних властивостей. Деякі записи демонструють використання

соняшників місцевими племенами для харчування людей (наприклад, смажені сім'янки) і нехарчових цілей, таких як сонцезахисний крем або як основа для фіолетової фарби для шкіри, волосся та текстилю.

Як зазначає Путт [8], після появи в Європі в XVIII столітті соняшник був завезений в Росію Петром I [9]. Спочатку його вирощували переважно як декоративну рослину, як і в інших частинах Європи, але в літературі згадується про вирощування для виробництва олії ще в 1769 році [10]. У XVIII столітті вживання соняшникової олії стало дуже популярним у Європі, оскільки соняшникова олія була однією з небагатьох олій, яка не була заборонена під час Великого посту [11, 12].

В Італії перше зображення соняшника з'явилося в 1517 році на фресках «Loggia di Psiche», вілла Фарнезіна в Римі, написаних Джованні да Удіне. Крім того, інші малюнки соняшників під назвою «Chrysantehemi Peruviani maximus flos» були зроблені Альдованді в другій половині XVI століття [7]. Хоча він закінчив медицину, його найбільшою пристрастю була ботаніка, про що свідчать численні нові види рослин, які він відкрив і класифікував. Кортузо культивував соняшники, які він ретельно вивчав, щоб охарактеризувати основні ознаки рослин, включаючи якість сім'янок. Інформація про його спостереження була написана в його відомому листі, адресованому ботаніку Андреа Маттіолі, який опублікував її в книзі в 1585 році. У цій книзі соняшник називався багатьма назвами, в тому числі Максимальна рослина, Королівська корона, Чаша Юпітера тощо, в ідеалі вказуючи на висоту рослини, форму суцвіття або його походження та схожість із маргариткою звичайною (*Bellis perennis*). Разом з листом Кортузо надіслав Маттіолі кілька насінин соняшнику, описуючи підвищену швидкість росту цієї рослини при високих температурах і її відносно короткий життєвий цикл: близько шести місяців. Рослина була описана як однорічна, без стеблових гілок, лише з одним суцвіттям, яке несподівано демонструвало геліотропізм до появи насіння, і дуже принада для бджіл. Кортузо повідомляв про різні продукти, які можна виготовити з рослини, наприклад, ароматичну смолу з надрізів стебла. Основне зауваження щодо виробництва олії стосувалося її приємного смаку. Він

також повідомив, що стебло було їстівним після смаження та після видалення щільних зовнішніх волосків: «при приправі олією та видами смак був описаний краще, ніж гриби, спаржа та будяки». Сирі пожовані черешки листя також вважалися чудовим джерелом соку, тоді як зрілі стебла, мальовничо уподібнені дубині Геркулеса, можна ефективно використовувати для стрільби.

Кортузо описав соняшники як такі, що мають суцвіття діаметром більше, ніж у людської голови. Висота рослини, зазначена Кортузо в м'якому ґрунті, була дуже високою, тобто 120 геометричних пальм (близько 9 м). Усі селекційні програми призвели до прогресивного зменшення висоти рослини, яка в сучасних гібридах для виробництва сім'янок знизилася до 1,5–2,5 м [7, 10].

Соняшник в основному вирощують як яру культуру в богарних умовах [13]. Як наслідок, він все більше піддається негативному впливу зміни клімату, тобто підвищені температури, підвищені концентрації CO₂ в атмосфері, екстремальні кліматичні небезпеки та зменшення доступності вологи згідно з прогнозами [14]. Крім того, соняшник потребує найбільше вологи під час цвітіння та наливу зерна [15,16].

З огляду на цю перспективу, різні практики вирощування повинні бути скориговані для запобігання стресу від посухи, такі як ранні дати посіву, забезпечення водою для поливу, використання осмопротекторів і гормонів для покращення посухостійкості, виведення посухостійких сортів і дослідження нових площі для вирощування [17].

Соняшник є найпопулярнішою олійною культурою в Європі та Північній Америці, де ця культура виникла та була одомашнена в першому тисячолітті до нашої ери. У той час як корінні американці використовували багато різних частин рослин дикого соняшнику як ліки та в кулінарії, ця культура спочатку була поширена по всьому світу як декоративна. Соняшник став життєво важливою олійною культурою в усьому світі після того, як в США вивели нові його сорти, збільшивши вміст олії в насінні з 28% до майже 50% у 1893 році [18]. За останні 3000 років розмір насіння соняшнику збільшився на 1000%.

У наш час соняшник вирощують майже на всіх континентах. Україна, Європейський Союз, Аргентина, Туреччина та США є провідними виробниками, на які припадає 86% загального світового виробництва. Проте Франція, Румунія та Китай є чемпіонами за врожайністю насіння з гектара [19].

З давніх часів і до сьогодні соняшник вирощували та використовували для різних цілей. Серед яких соняшник мав лікувальне значення. Різні частини рослини використовували для лікування нирок, болю в грудній клітці та легеневих захворювань, заспокоєння кашлю, як дерматологічний засіб, а також для стимуляції апетиту та полегшення втоми та ревматизму. Соняшник прославився і поширився по всьому світу як декоративна рослина. Сьогодні він, як і раніше, займає важливе місце в домашніх і громадських садах, в квіткових композиціях або букетах, картинах. Проте, протягом останніх півстоліття, ця культура в основному вирощується як гібрид для виробництва рослинної олії та біодизеля. У той же час він також використовується для споживання людьми та птахами.

Існує два основних типи соняшнику: олійний і кондитерський.

Майже 70–80% вирощуваного соняшнику належить до олійного типу. Залежно від вмісту олеїнової кислоти цей тип соняшнику поділяють на три різні групи: традиційні, середньоолеїнові і високоолеїнові [20]. Основною характеристикою цих сортів є висока концентрація насіння в олії, яка зазвичай коливається в межах 39–49%. На сьогоднішній день соняшникова олія вважається найбільш використовуваною рослинною олією високої якості в кулінарії. Основною причиною цього є високий вміст жирної кислоти (олеїнової кислоти), яка робить олію дуже стійкою під час смаження та збільшує термін зберігання продуктів. Нарешті, вона відносно безпечна для здоров'я порівняно з іншими видами олії завдяки дуже низькому вмісту насичених жирних кислот.

Соняшник також є перспективним заводом з виробництва біопалива. Однак зростання ціни ускладнює його використання для цієї мети [18].

Окрім людини, багато інших ссавців і птахів харчуються насінням соняшнику. Серед них рябчики, дрозди, горобці та голуби, бурундуки, миші.

Соняшниковий шрот (насіння після екстрагування олії) можна використовувати як єдине джерело додаткового білка або як білкову добавку до низькоякісних кормів у раціоні великої рогатої худоби, завдяки його великій здатності до перетравлювання жуйними тваринами. Соняшниковий силос може стати відповідним кормом для м'ясних корів. Він має найвищий вміст білка порівняно з будь-якою іншою кормовою культурою та має відносно низький вміст кислотно-детергентної клітковини, що робить його легко засвоюваним тваринами. Його також можна використовувати в суміші з кукурудзяним силосом, який є менш якісним. Насіння також можна використовувати як корм у невеликих кількостях, але це економічно не вигідний вибір [19].

Соняшник культурний (*Helianthus annuus* L.) – один із 67 видів роду *Helianthus*. Більшість видів роду є багаторічними рослинами, і лише деякі є однорічними. Усі види належать до родини складноцвітих (*Asteraceae*). Рослина має типову складну квітку, яка слідує за маршрутом сонця. Це означає, що рано вранці квіти дивляться на схід, а протягом усього дня йдуть за сонцем аж до заходу, коли повертаються на захід. Ця «звичка» дала назву соняшнику («геліос», що грецькою означає сонце, і «антос», що означає квітка). Однак, коли культура дозріває і головки квітів стають важчими через насіння, яке вони містять, це явище припиняється, і головки більше не слідує за маршрутом сонця.

Рослина має швидкий ритм росту та міцне, прямостояче та шорстко опушене стебло, що досягає від 0,6 до 3 м (2–10 футів) у висоту. Листя прості, великі, від яйцевидної до трикутної форми. Велика кількість продохів на листках призводить до удвічі більшого рівня транспірації, ніж у інших ярих культур. Головка складається з приймочки, яка містить дискові квітки, пелюстки (променеві квітки), приквітки та обвивкові приквітки. Квіткові головки ростуть на краю стебла, їх кількість залежить від сорту, а розмір може коливатися в межах 7,5–15 см. Великі головки частіше зустрічаються у культивованих типів. Променеві квіти зазвичай жовті, тоді як дискові квіти в центрі головки червонувато-коричневі. Коли «справжні» квіти запилюються та запліднюються,

вони утворюють насіння. Більшість сучасних сортів є самоплідними, але запилення бджолами чи іншими комахами може покращити насіннєвий матеріал. Одна головка може давати від 350 до 2000 насінин із вмістом олії 35–55% (у культурних сортів) [22,23,24,19]. Комерційні сорти були виведені так, що після цвітіння повертають голову до землі, що ускладнює виїдання птахами насінням.

Соняшник зазвичай завершує свій життєвий цикл приблизно через 90–125 днів після посіву. Однак тривалість повного життєвого циклу та кожної стадії росту сильно залежить від культивованого сорту. Для полегшення спілкування між фермерами, науковцями та промисловістю було встановлено стандартизовані етапи росту. Вегетативні стадії кодуються (номер VE) і стосуються етапів від появи сходів рослини до початку формування бутонів. З цієї стадії рослина переходить у фазу розмноження, яка складається з 9 підстадій. Загалом, середній час, необхідний від посадки до появи сходів, становить 11 днів, від появи сходів до формування головки квітки – 33 дні, тоді як для появи першого пильника потрібно ще 27 днів. З цього моменту до зрілості рослини пройде приблизно 38 днів [25].

Загалом соняшник вважається «екологічно чистою» культурою через його обмежену потребу в ресурсах (добрива, вода, пестициди) та високу адаптивність, що робить можливим його органічне вирощування [25]. Рослина має високу посухостійкість, оскільки вона дуже ефективна у споживанні та використанні води, що зберігається в ґрунті. Крім того, це досить популярна рослина для використання в сівозміні і може допомогти зменшити популяцію важливих шкідників сільськогосподарських культур, таких як кукурудзяний метелик або цистоподібні нематоди сої. Завдяки гнучкості строків посіву та загалом короткому життєвому циклу соняшник можна сіяти післяукісно (другим урожаєм), зазвичай після пшениці.

Щоб стабільно максимізувати врожай соняшнику, фермер повинен дотримуватися кроків і найкращих сільськогосподарських практик [27]. Він повинен утримувати поле чистим від бур'янів протягом перших 40 днів після посіву, а підживлення можна вносити між 20–м і 40–м днями. Критичний період

для потреб у воді (задоволення за рахунок зрошення чи дощів) і виявлення хвороб – з 45–го по 85–й і з 65–го по 90–й день відповідно [28].

1.2 Контролювання забур'яненості соняшника

За даними ООН, Україна є однією з провідних світових виробників та експортерів насіння соняшнику та олії, що становить близько 35 відсотків світового виробництва. Війна в Україні, швидше за все, порушить не тільки виробництво поточного сезону, але й ланцюжок поставок через відсутність доступу до морських портів. Окрім руйнувань через війну, інші ключові регіони вирощування соняшнику також можуть бути порушені через надмірно посушливі умови. Соняшники є лише одним із прикладів того, як сьогоdnішній глобальний ланцюг постачання продуктів харчування є більш взаємопов'язаним і взаємозалежним, ніж будь-коли раніше. Нестабільність в одному регіоні створює ефект хвилі скрізь.

Соняшник, який переробляється на рослинну олію, муку та кондитерські вироби, є другорядною культурою порівняно з соєю чи навіть ріпаком. У 2019 році світове виробництво соняшникової олії становило 20 мільйонів тон. Для насіння соняшнику загальний світовий обсяг становив 50 мільйонів тон. Хоча зменшення експорту з України в маркетинговому році 2021/2022 може мати менший глобальний вплив, ніж інші культури, ціни все ще можуть зрости у виробництві харчових продуктів (харчової олії) і снєків через зменшення доступності. Окрім їстівної цінності, соняшник отримав іншу цінність. Вони є національною квіткою України, а весела квітка, що рухається разом із сонцем, набула нового глобального вигляду як символ надії на мирний світ.

Цілком можливо, що зменшення виробництва соняшнику може ще більше обтяжити і без того проблемний світовий ринок кулінарної олії. Коли справа доходить до кулінарної олії, соняшникову часто можна використовувати як заміну ріпаку та каноли – обидва, ймовірно, зазнають дефіциту виробництва через війну в Україні. Зважаючи на обмежені запаси каноли та ріпаку, соняшник легко може здатися сильною альтернативою, але оскільки запаси соняшнику

також скрутні, він може бути недоступним для заміни, вресіті–ресіт – потенційно залишаючи виробників кулінарної олії без рішення та що може призвести до дефіциту олії для приготування їжі.

Враховуючи порівняно невелику врожайність соняшнику, ризик може бути мінімальним. Але оскільки ринок стає дедалі більш конкурентоспроможним, компаніям, урядам і неурядовим організаціям у всіх точках ланцюжка постачання сільськогосподарської продукції стає все важливіше робити все можливе, щоб мінімізувати ризик [29].

В економічній ситуації, що склалася при постійно зростаючій вартості техніки, енергоресурсів та інших матеріальних цінностей, необхідних для вирощування врожаю, висока економічна ефективність виробництва соняшнику може бути забезпечена при адекватному та постійному нарощуванні врожайності цієї культури [30, 31, 32].

Важливим резервом підвищення врожайності соняшнику, поряд із впровадженням нових високопродуктивних гібридів, є вдосконалення технології вирощування соняшнику для конкретних ґрунтово–кліматичних умов господарства. В теперішній час актуальною залишається проблема підвищення врожайності соняшника в регіонах з недостатнім зволоженням при збереженні родючості ґрунтів [33].

Контроль широколистих бур'янів на широколистих культурах, таких як соняшник, часто може бути складним. Соняшники висаджують із міжряддями 70см і зазвичай з меншою щільністю посіву, ніж багато інших просапних культур, що робить його більш вразливим до конкуренції бур'янів протягом перших кількох тижнів росту [34, 35]. Існує набагато менше гербіцидів для боротьби з широколистими бур'янами на соняшнику порівняно з більшістю інших просапних культур. Традиційно сільгоспвиробники поклалися на ґрунтовий гербіцид, який потребує своєчасних дощів або зрошення для активації. Таким чином, гібриди соняшнику, які допускають застосування після сходів гербіциду, наприклад, HTS, є привабливим варіантом для аграріїв для ефективної боротьби з широколистими бур'янами на посівах соняшнику [36].

Бур'яни є одним із шкодочинних факторів при вирощуванні сільськогосподарських культур, ускладнюють догляд за ними, висушують і виснажують ґрунти, знижують ефективність добрив, ускладнюють вирощування, перешкоджають збору врожаю, знижують врожайність, сприяють поширенню шкідників і хвороб, гальмують впровадження прогресивних технологій, знижують якість продукції та збільшують собівартість [37].

Водночас зі зниженням біологічної продуктивності бур'яни спричиняють технологічні порушення, погіршують якість врожаю та знижують економічну ефективність вирощування сільськогосподарських культур. Різко знижується якість обробки ґрунту та посіву [38]. Боротьба з бур'янами особливо складна, оскільки біологія бур'янів значно переважає біологію культурних рослин. В Україні більше 4/5 земель сільськогосподарського призначення засмічено бур'янами. Бур'яни характеризуються високою насінневою продуктивністю, завдяки чому навіть невелика кількість рослин бур'янів, що залишилися, може утворити велику кількість життєздатного насіння та відновити свій ґрунтовий насінневий банк [39]. Хоча соняшник відносно більш стійкий до бур'янів, ніж більшість інших просапних культур, втрати врожаю через забур'яненість полів залишаються високими [40].

Як показали дослідження, якщо посіви соняшнику засмічені на перших етапах розвитку культури, слід очікувати на серйозні втрати врожаю [41]. Чим більша фаза розвитку соняшнику, тим менша його чутливість до бур'янів [42]. Це підтверджує важливість традиції застосування довсходових гербіцидів Італії [43]. Аналіз літературних джерел свідчить про неоднозначні висновки дії різних гербіцидів при вирощуванні соняшнику, що призводить до необхідності проведення досліджень у виробничих умовах.

В останні роки з'явилася велика кількість нових виробничих систем (у тому числі ExpressSun), які в різні роки займають до 25–30% площі посівів соняшника [44, 45]. Тим не менш, незважаючи на широке поширення, нові виробничі

системи ще не пройшли ретельної виробничої перевірки і вимагають адаптації до різних ґрунтово–кліматичних умов [46].

Технологія вирощування соняшнику ExpressSun – це інтегроване рішення, вперше пропонуване компаніями DuPont та «Піонер», що складається з післясходового гербіциду Експрес, а також насіння гібриду соняшнику з геном стійкості до цього гербіциду.

Аналіз літературних джерел свідчить про неоднозначні висновки про дію різних гербіцидів при вирощуванні соняшнику. Одні автори віддають перевагу ґрунтовим гербіцидам [47, 48, 49, 50, 51]. Однак більшість дослідників вважає, що для отримання чистих посівів соняшнику необхідно вносити як ґрунтові гербіциди, так і страхові [52, 53, 54].

В останні роки з'явилася велика кількість нових виробничих систем, таких як Clearfield, ExpressSun, які в різні роки займають до 25–35% площі посівів соняшнику в Україні. Проте, незважаючи на широке поширення, нові виробничі системи ще не пройшли ретельної перевірки на практиці та вимагають адаптації до різних ґрунтово–кліматичних умов [55, 56].

Технологія DuPont™ ExpressSun™ стала революцією в допомозі виробникам соняшнику в усьому світі за допомогою генетичної системи властивостей гербіцидів, розробленої для максимального контролю бур'янів у посівах соняшнику, тим самим підвищуючи виробництво та врожайність. Характеристика DuPont™ ExpressSun™ поєднує стійке до гербіцидів насіння соняшнику з гербіцидом Express® для забезпечення покращеного контролю над бур'янами порівняно зі звичайними системами. Традиційні варіанти гербіцидів для соняшнику забезпечують дуже обмежений контроль над широколистими бур'янами і мають значний ризик пошкодження культур. Експрес® або трибенурон–метил має ширший спектр контролю однорічних і багаторічних широколистяних бур'янів. У Європі та Північній Америці гібриди з ознакою DuPont™ ExpressSun™ становлять значний відсоток загальних продажів насіння соняшнику [57].

Гербициди на основі сульфонілсечовини (SU), що застосовуються після сходів, забезпечують як контактний, так і залишковий контроль однорічних і багаторічних широколистих бур'янів. Звичайні гібриди соняшнику чутливі до гербицидів SU.

Гербициди на основі сульфонілсечовини контролюють бур'яни шляхом інгібування синтази ацетогідроксикислоти (AHAS), яку також називають ацетолактатсинтазою (ALS) [58]. Науковці DuPont створили лінію соняшнику під назвою M7, що містить високо спадкову та домінуючу ознаку, що забезпечує толерантність до гербицидів на основі сульфонілсечовини, де ознака толерантності була отримана за допомогою індукованого мутагенезу, етилметансульфонату (EMS) та штучного відбору, ініційованого застосуванням розчину гербициду на основі сульфонілсечовини [59].

Використання культур, стійких до гербицидів, було домінуючою технологією боротьби з бур'янами протягом останніх 15 років [60]. Стійкі до гліфосату культури стали доступними, коли виробникам відчайдушно знадобилася технологія ефективної боротьби з проблемними бур'янами [61]. Більшість генів стійкості до гербицидів є трансгенними, тому перед вирощуванням вони повинні бути схвалені відповідними державними установами. Характеристика DuPont™ ExpressSun™ є нетрансгенною ознакою, тому не потребує такого самого процесу затвердження, як трансгенні ознаки.

Еволюція розвитку бур'янів, стійких до гербицидів, є рідкісним явищем, але безперервне використання однієї групи гербицидів або того самого способу дії може мати непередбачені наслідки. Плани управління розроблені для управління розвитком стійких бур'янів. Сівозміни та чергування режимів дії гербицидів можуть бути ефективними інструментами боротьби зі стійкістю.

Дивлячись у майбутнє, першочерговим завданням для створення нових варіантів боротьби з бур'янами для виробників соняшнику в усьому світі має бути визначення ознак стійкості до гербицидів соняшнику наступного покоління. Характеристика гібриду наступного покоління може являти собою комбінацію чи набір кількох генів стійкості до гербицидів, які нададуть виробникам більше

можливостей боротьби з бур'янами та допоможуть зменшити залежність від одного способу дії, або можуть бути створенням абсолютно нової ознаки стійкості до нового гербіциду [59].

Технології Clearfield і ExpressSun, створені без використання біотехнології, були прийняті в країнах (включаючи Європу), де обмежено вирощування генетично модифікованих культур [62]. Обидві ці технології були прийняті дуже швидко і сьогодні використовуються в усьому світі [63].

Гібриди соняшнику Clearfield стійкі до імідазолінонових гербіцидів (імазапир, імазапик, імазетапир, імазамокс, імазаметабенз, імазаквін) вивели завдяки імідазолінон-толерантної популяція дикого соняшнику, яка була виявлена на соєвому полі в Канзасі, США, у 1996 році [64] та використана як джерело для вставки імідазолінон-толерантного гена в перші імідазолінон-толерантні лінії [65]. Перші гібриди Clearfield були комерційно використані в Сполучених Штатах, Аргентині та Туреччині у 2003 році [62]. Імідазолінонові гербіциди добре контролюють більшість однорічних однодольних бур'янів [66]. Вони також контролюють багато дводольних бур'янів [67], включаючи паразитичні бур'яни, такі як вовчок [66].

Гібриди соняшнику ExpressSun стійкі до сульфонілсечовини трибенурону були розроблені пізніше, ніж система Clearfield. Сорти ExpressSun були отримані з двох різних джерел генів: DuPont Chemical Company та за співпраці доктора Касіма Аль-Хатіба та доктора Джеррі Міллера [68]. Трибенурон контролює багато дводольних бур'янів [68], але він не контролює злакові бур'яни. Ефективність трибенурону проти деяких дводольних бур'янів (наприклад, амброзія полинолиста, підмареник чіпкий) нижча порівняно з імідазолінонами, тому трибенурон потрібно використовувати на ранніх стадіях росту або в роздільному застосуванні [69].

Обидві технології необхідно оптимізувати для конкретних умов вирощування. Визначення відповідної дати внесення та важливості застосування ад'ювантів є основними проблемами для ефективного використання технології Clearfield [70]. Для технології ExpressSun необхідно визначити ефективний і

селективний контроль злакових бур'янів. Різні норми внесення та дати для трибенурону на соняшниках ExpressSun були перевірені Годаром та ін. (2011) [71], але вони не тестували жодного гербіциду–партнера для боротьби з злаковими бур'янами.

Завдання агронома та оператора під час обприскування – забезпечити максимально можливе потрапляння та утримання продукту на цільових об'єктах обробки без втрати робочого розчину. Надвисока точність переважно не досяжна, проте вирішальне значення для ефективної обробки має характер розподілу факела розпилу на оброблюваній поверхні, здатність проникати, покривати її і утримуватися на ній. При плануванні та проведенні захисних заходів слід враховувати особливості виду обробки та культури. Кожен вид обробки переслідує певні цілі, і в сукупності з особливостями обробки розробляються рекомендації та вирізняються пріоритети.

До того ж на ефективності можуть позначитися умови, на які ми не можемо вплинути (погода, закони фізики, людський фактор (допущені помилки)). Оптимальними умовами для обприскування є: температура повітря від 12 до 25°C, вологість повітря 70–80%, швидкість вітру до 5м/с, відсутність опадів, зокрема туману і роси, відхилення при використанні спеціальних добавок (ад'ювантів) та технічних новинок, засобів, що не суперечать регламенту використання конкретних препаратів, і навіть у цих випадках немає гарантій на успішну обробку, і в даному випадку всю відповідальність несе виконавець. звинувачує виробників препаратів за їх низьку ефективність, і не визнається в порушенні її регламентів та умов застосування їх. Все це легко розкривається під час комісійних перевірок на місцях [72].

Професійне внесення ЗЗР здійснюються на швидкостях від 6–8 до 14–16км/год і більше з нормою витрати робочої рідини 100–150л/га, з використанням різних типів розпилювачів залежно від цільового об'єкта, стану культури, погодних та інших умов. Інакше кажучи, при використанні ЗЗР необхідно загострювати увагу не тільки на їхній різноманітності та вартості, а й на підвищенні технології їх застосування. Донедавна сільське господарство не

мало тих знань і можливостей, які з'явилися в даний час. Традиційно на обприскувачах майже в усіх господарствах використовуються щілинні розпилювачі з плоским факелом одного–двох розмірів, з великою варіацією величини крапель, а швидкість обприскування становить в середньому 8–14 км/год (а на самохідних часто доходить до 24–28 км /год) з витратою робочої рідини 200–300 і більше л/га (а на самохідних обприскувачах знижують до 50–80л/га і в даному випадку якість обробки можна поставити під великий сумнів, особливо при несприятливих погодних умовах, неправильно підібраних розпилювачах, врахування термінів їх придатності, зносу тощо) [72].

Об'єктами для обробки в сільськогосподарському виробництві є насамперед бур'яни, шкідники та хвороби, і природно – ґрунт, на якому вирощуються культури та росте бур'ян. І основною метою тут є своєчасна діагностика та правильний вибір препарату, а також утримання чисельності шкідників, різних патогенів та бур'янів нижче економічного порога шкідливості. Ці параметри залежать як від препарату, так і від цільового об'єкта. Всі розпилювачі, залежно від типу, конструкції, діапазону тиску, виробляють різну кількість і спектр крапель різних розмірів (дуже дрібні, дрібні, середні, великі та дуже великі), а пропорційне їх співвідношення може змінюватись. Оператори можуть використовувати цей факт для адаптації розміру крапель до густини покриття та цільового об'єкта обробки. Розмір крапель важливий і тут необхідно пам'ятати (при виборі розпилювача та ефективності обробки) основні три фактори – об'єкт обробки, препарат та ризик зносу [1].

Одним із основних моментів технологічних норм внесення гербіцидів є норма виливу робочої рідини при обробці полів, оскільки її зменшення дає можливість підвищення продуктивності праці та зниження матеріальних витрат на боротьбу з бур'янами.

Низькі норми виливу при малооб'ємному обприскуванні досягаються завдяки використанню спеціальних механічних розпилювачів, які обертаються (розприскувачів). Вони дають більш вирівняний (тобто меншу кількість дуже великих і дуже малих крапель) спектр крапель розміром приблизно 100–300

мікрон при низькому тиску в гідравлічній системі. Розмір крапель залежить від частоти обертання розпилювача – чим вона нижча, тим більший розмір крапель.

За кордоном такі системи зараз використовуються лише на ручних обприскувачах для садів та газонів з 1–2 механічними розпилювачами і не використовуються для польових обприскувачів. Основна і все ще невирішена проблема – нерівномірний розподіл робочої рідини вздовж ширини штанги. Якщо для звичайних гідравлічних розпилювачів мова йде про нерівномірність 5–7%, то у механічних розпилювачів нерівномірність на рівні 20% або більше (тобто на рівні сильно зношеного розпилювача або погано відрегульованого обприскувача). Рівномірність розподілу робочої рідини покращується із збільшенням частоти обертання механічного розпилювача, але розмір крапель різко зменшується до неприйнятних значень. Збільшення нерівномірності за рахунок коливань штанги ще більше знижує рівномірність розпилу по ширині штанги (саме тому деякі моделі малооб'ємних обприскувачів мають на кожній штанзі опору з колесом, щоб знизити коливання штанги).

Системи з механічними розпилювачами потребують електронних системи контролю розпилу – при виливі робочої рідини менше 10–15 л/га факел розпилу не буде видно, візуальний контроль неможливий. Не існує офіційних рекомендацій виробників пестицидів з використання УМО та МО [73].

При реалізації заходів систем інтегрованого захисту рослин основними критеріями є їхня економічна ефективність та екологічна безпека для навколишнього середовища, а також забезпечення стійкості розвитку сільськогосподарського виробництва. При цьому сучасні агротехнології базуються на використанні систем інтегрованого захисту сільськогосподарських культур, що передбачають управління фітосанітарним станом екосистем шляхом науково обґрунтованого використання сівозмін, агротехнічних заходів, ефективних методів та засобів захисту рослин, що забезпечують зниження пестицидного навантаження на агроценози, стійких сортів з урахуванням видової різноманітності, бур'янів, а також територіального їх розміщення [74].

З урахуванням безперервного зростання масштабів застосування пестицидів і агрохімікатів у світі дедалі гостріше постає питання зниження їх потенційної небезпеки здоров'ю населення як із основних джерел забруднення довкілля та продуктів харчування. Відомо, що 75% пестицидів застосовують методом обприскування. У зв'язку з цим у нашій країні та за кордоном ведуться роботи з удосконалення агротехнологій, технічних засобів та ефективних методів контролю для більш раціонального та безпечного застосування засобів захисту рослин.

Основними напрямками вдосконалення технології обприскування є підвищення якості нанесення робочої рідини на оброблювану поверхню, скорочення норм витрати препарату і робочої рідини, зниження непродуктивних втрат препарату в навколишнє середовище через знос дрібних крапель і стікання великих крапель з поверхні, що обробляється [75].

У польових штангових обприскувачах для технологій малооб'ємного та повнооб'ємного обприскування в основному використовуються два типи розпилювачів: стандартні щілинні плоскофакельні та інжекторні щілинні плоскофакельні розпилювачі. При використанні стандартних щілинних розпилювачів у факелі розпилу робочої рідини містяться краплі в дуже широкому діапазоні розмірів, при цьому частка дрібних крапель (до 50мкм), схильних до зносу, залежно від типорозміру розпилювачів, становить від 1 до 2%. Для стандартних плоскофакельних щілинних розпилювачів медіанно-масовий діаметр (ММД) становить 200–300мкм. З метою зменшення ризику для навколишнього середовища через знос дрібних крапель із зони обробки польові обприскувачі штанги оснащуються новим поколінням інжекторних щілинних плоскофакельних розпилювачів різних типорозмірів для застосування гербіцидів, інсектицидів, фунгіцидів і мікробіологічних препаратів. За рахунок використання ежекції повітря у даних розпилювачів у спектрі розпилу міститься більше крапель великого та середнього розміру, при цьому частка дрібних крапель, схильних до знесення, не перевищує 0,4–0,6%. Однак, медіанно-масовий діаметр крапель у цих розпилювачів становить 400–600мкм. Збільшення

в спектрі розпилу частки великих і середніх крапель за оцінкою ряду фахівців має призвести до збільшення забруднення ґрунту залишками пестицидів через стікання великих крапель з листової поверхні. У зв'язку з цим нині все більше приділяється увага дослідженням з розробки енерго– та ресурсозберігаючих технологій обприскування сільськогосподарських культур проти шкідливих об'єктів з малими нормами витрати робочої рідини та зниженими нормами витрати препаратів. Для цих цілей в обприскувачі використовуються в якості робочих органів для розпилу засобів захисту рослин дискові розпилювачі, що обертаються, перфоровані або сітчасті барабани. Перехід на технологію УМО, забезпечує зниження економічних витрат на обробку за рахунок застосування малих гектарних норм витрати робочої рідини та виключення допоміжних операцій на підвезення води та заправку обприскувача протягом робочого часу зміни [76].

1.3 Застосування дронів при внесенні ЗЗР

Розумне фермерство – це новий термін у сільськогосподарському секторі, спрямований на перетворення традиційних технологій на інноваційні рішення на основі інформаційно–комунікаційних технологій (ІКТ). Зокрема, очікується, що такі технології, як безпілотні літальні апарати (БПЛА), безпілотні наземні транспортні засоби (БПНТЗ) вносять значні зміни в цю сферу. Очікувані вигоди полягають у збільшенні виробництва, зниженні витрат за рахунок скорочення необхідних ресурсів, таких як паливо, добрива та пестициди, зменшення трудових зусиль і, нарешті, покращення якості кінцевої продукції. Такі інноваційні методи є вирішальними останнім часом, через експоненційне зростання населення світу, важливість виробництва більш здорових продуктів, вирощених з якомога меншою кількістю пестицидів.

Автоматизація – це новий рубіж у спеціальному сільськогосподарському обладнанні. Зокрема, БПЛА і робототехніка все частіше з'являтимуться в стійких сільськогосподарських системах. Використання малих БПЛА,

модернізованих системами розпилення, дозволяє здійснювати точне повітряне нанесення на невеликі площі [77].

Сільськогосподарське використання БПЛА нещодавно зросло у зв'язку зі збільшенням попиту на точне землеробство. Основна увага використання БПЛА зосереджена на підвищенні ефективності рослинництва та зменшенні шкоди навколишньому середовищу. Удосконалення використання безпілотних літальних апаратів створило нові виклики для промисловості сільськогосподарської авіації у моніторингу посівів, відборі проб, виявленні шкідників, діагностиці та технології обприскування [78].

З появою авіаційних технологій, таких як літаки та гелікоптери, людство отримало нові можливості для вирішення економічних проблем, зокрема транспортування вантажів і людей, а також моніторинг сільськогосподарських угідь. Особливого значення набуло використання авіації в сільському господарстві.

У 1911 році німецьким лісоводом Альфредом Циммерманом вперше було названо сільськогосподарську авіацію ефективним засобом боротьби зі шкідниками. Він запропонував використовувати літаки для внесення пестицидів для захисту лісів від молі. Це нововведення набуло широкого поширення після Першої світової війни, що пов'язано з появою спеціалізованих літаків та пілотів [79, 80].

Перші успішні результати випробувань сільськогосподарської авіації були отримані в 20х роках минулого століття і висвітлені Нейлі та Хаузер у Сполучених Штатах Америки в серпні 1921 року та професором В.Ф. Болдиревим у СРСР у липні 1922 року.

Ag-1 – це перший літак створений у 1949–1950 роках у Техаському авіаційному дослідницькому центрі А&М для розпилення засобів захисту рослин, дизайн якого вподальшому брали за основу у виробництві інших спеціалізованих літальних апаратів. Літак РА-25 "Поні" компанії «Пайпер Ейркрафт Корпорейшн» поклав початок масовому виробництву літаків для сільського господарства [81].

У 1923 році одеські авіаремонтні майстерні збудували двомісний навчально–тренувальний літак «Коньок–Горбунок», який використовувався в аграрному секторі України. А. Косянком у 1925 році було запропоновано застосовувати авіацію, щоб вести облік урожаю та боротися зі шкідниками, для аерофотографії та аерофотограмметрії для потреб землеустрою.

Найпоширенішим застосування авіації, а саме літаків ПО–2 (АП), до початку Другої світової війни було на півдні України для посівних робіт та для захисту посівів. Після 1947 року у серійне виробництво запустили літак АН–2. Понад 10млн гектарів посівів до 1964 року було оброблено за допомогою авіації. Проводились випробування таких літаків та гелікоптерів, як АН–2, Як–12, АН–14, Ми–1, Ка–15 та В–2. [82].

У 1976 році повітряне розсіювання трихограми було проведено на площі 500 000га, і з кожним роком обсяги повітряного розсіювання трихограми збільшувалися. До 1986 року площа поширення трихограми зросла до 1,06 млн га. Але з 1990–х років відчутно знизилось використання авіації в аграрному секторі [83, 84, 85, 86, 87].

Нинішнє агровиробництво активно застосовує авіацію різних агротехнічних заходів, а виробництвом літаків, гелікоптерів та БПЛА для цієї галузі займаються багато компаній Європи та США. В аграрному секторі використовуються різні типи повітряного транспорту:

- адаптовані під цивільні цілі військові літаки, виробництва таких фірм, як «Boeing» і «Grumman» (США);
- переобладнані для потреб аграріїв цивільні літаки, наприклад, DC–6 (США), АН–2М (СРСР), «Beaver»;
- спеціалізовані літаки для агроробіт: Piper, Yeres, Cessna (США) та інших;
- дельтаплани;
- гелікоптери;
- БПЛА (безпілотні літальні апарати).

Ця літальна техніка використовуються в сільськогосподарському секторі для внесення мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Використання

авіаційного методу внесення добрив та ЗЗР забезпечує оптимізацію агротехнічних процесів, що сприяє високій точності і ефективності внесення агрохімікатів. І що надважливо – за рахунок зменшення надмірного використання добрив і агрохімікатів сприяє збереженню навколишнього середовища [88].

Перший у світі посібник для покупців БПЛА, який містив огляд передових моделей БПЛА, доступних на ринку, було опубліковано в США у 2018 році. За даними цього видання, БПЛА класифікують на два основні типи: з нерухомим крилом (літакового типу) і багатороторні. Однією з основних відмінностей між ними є здатність дронів літального типу охоплювати в десять разів більшу територію за один політ порівняно з дронами–коптерами, хоча це може позначитись на якості отриманих зображень.

Очолює рейтинг дронів SenceFly eBee SQ, ціна якого в США стартує від 12 тисяч доларів. Він є найновішим продуктом станом на 2018 рік від eBee, компанії, відомої своїми сільськогосподарськими безпілотниками, які отримали визнання за свою надійність серед сільськогосподарських компаній. Такі дрони ідеально підходять для аграріїв, котрі мають потребу ефективно оглядати великі площі сільгоспугідь. Особливо корисний eBee SQ для великих агрохолдингів в Україні. Цей безпілотник відрізняється простотою управління, наявністю 5–спектрального датчика Sequoia з чотирма спектральними діапазонами і RGB, а також передовим програмним забезпеченням для планування, управління польотом і обробки зображень, що забезпечує інтеграцію з сільськогосподарською технікою.

До комплектації входить спеціалізоване програмне забезпечення eMotion, яке відповідає за організацію польотів та управління наземною станцією, що максимально спрощує планування польоту. Щоб запустити польотне завдання треба завантажити дані по конкретній ділянці або визначити її межі на екрані. Пілот має встановити параметри обстежуваної зони та застосувати потрібний рівень нашарування зображення для формування програмою найкращого маршруту польоту. Акумулятор на одному заряді здатен забезпечити обробку до

200га дроном. Такі програми, як Pix4Dmapper Ag/Pro, MicaSense ATLAS або AIRINOV можуть проаналізувати зібрану інформацію та створити вичерпну вегетаційну карту [89].

Підвищення родючості ґрунтів, їх захист від деградаційних процесів, нарощування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, раціональне використання енергоресурсів і забезпечення екологічної рівноваги є ключовими завданнями сучасних систем охорони ґрунтів, що впроваджуються на аграрних підприємствах. У контексті переходу сільського господарства до ринкових умов особливої актуальності набуває питання вартості мінеральних добрив, яка суттєво зросла. У зв'язку з цим зростає роль місцевих органічних ресурсів як ефективного засобу підвищення продуктивності агроценозів і забезпечення стабільного гумусного балансу в ґрунтах.

Фермерські господарства все частіше використовують органічні залишки власного виробництва, зокрема нереалізовані частини врожаю, як добриво без додаткових фінансових витрат. До таких залишків належать солома, подрібнені стебла соняшнику та інші післяжнивні рештки. Для оптимального розкладу органічної маси й запобігання дефіциту азоту до 1 тонни цих рослинних залишків рекомендується додавати близько 10 кг діючої речовини азотного добрива. Такий підхід за ефективністю дії на врожайність культур і збагачення ґрунту гумусом можна порівняти до внесення близько 5 тонн напівперепрілого компосту.

Поліпшення екологічного стану ґрунтів і навколишнього середовища відкриває перспективи для переходу господарств до біологічного землеробства та вирощування екологічно безпечної продукції, яка відповідає сучасним стандартам сталого агровиробництва, в цьому контексті набуває необхідність зменшення впливу на екологію, в тому числі і застосування УМО і МО внесення ЗЗР [90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98].

1.4 Загальні аспекти вирощування соняшника

Лімітуючим фактором для отримання високих врожаїв у нестабільних і бідних на опади зонах є нестача вологи. Високі врожаї соняшнику отримують тоді, коли в ґрунті є значні запаси вологи. Ця волога в основному утворюється за рахунок осінніх та зимових опадів у кореневмісному шарі ґрунту [99-103].

Правильне внесення ЗЗР - справа дуже складна і відповідальна. Результати його можуть відображатись на різниці в прибутку, яка оцінюється, в залежності від величини господарства, подекуди в дуже великі суми. Особливо зараз, коли сама реальність диктує необхідність переглядати раніше прийняті методи і рекомендації по застосуванню ЗЗР. Тому все частіше виникає необхідність застосовувати ресурсозберігаючі технології, такі як, наприклад, зниження норм внесення пестицидів за рахунок малооб'ємного обприскування.

Важливим свідченням забезпечення посівів основними факторами життєдіяльності є маса сухої речовини, яка утворилася як однією рослиною, так і одиницею площі посіву за вегетаційний період. Вона може служити також для оцінки агротехнічних прийомів, їх ефективності, в тому числі і застосування ЗЗР [105-107].

За даними багаточисленними дослідженням [108-113] та за матеріалами ФАО [114], існує кілька ключових параметрів виробництва даної культури, які повинні знати фермери в усьому світі:

Соняшник вирощують у теплих та помірних напівпосушливих кліматичних регіонах світу від Аргентини до Канади та від Центральної Африки до Співдружності Незалежних Держав [115].

Заморозки пошкоджують соняшник на всіх етапах росту. Рослина добре росте в діапазоні температур 20-25°C; температура вище 25°C знижує врожайність і вміст олії в насінні [116].

Рослини посухостійкі, але врожайність і вміст олії знижуються, якщо вони піддаються стресу від посухи під час основних періодів вегетації та цвітіння.

Соняшники будуть давати помірні врожаї лише з 300мм опадів на рік, тоді як для кращої врожайності потрібно 500-750мм [117].

Соняшник пристосовується до різноманітних ґрунтів, але найкраще росте на родючих ґрунтах, придатних для вирощування кукурудзи чи пшениці [118].

Для формування оптимальної площі листової поверхні для фотосинтезу рослин необхідна густина рослин соняшнику 5-8 рослин на м². Вага зерен (40-80г на 1000 зерен) і середня кількість зерен у головці соняшнику (1200-1500) є також найважливішим компонентом врожайності [119].

Ріст і розвиток соняшнику найбільше залежить від азоту, ніж від будь-якої іншої поживної речовини. Завдяки глибокій кореневій системі соняшник здатний використовувати азот з шарів ґрунту, недоступних для пшениці, кукурудзи та інших польових культур. Рослині потрібно максимум 150кг азоту на гектар для отримання врожаю до 30ц/га. Надмірне внесення добрив може призвести до вилягання соняшнику. Фосфор, калій, бор, магній і молібден також необхідні для досягнення найкращої врожайності [120].

Середній жирнокислотний склад олії соняшнику помірною клімату становить 55-75% лінолевої кислоти і 15-25% олеїнової кислоти. Вміст білка 15-20% [121].

Посів соняшнику в країнах Західних Балкан, Східної Європи та країнах колишнього Радянського Союзу відбувається протягом березня та квітня [122].

Соняшник має один із найкоротших вегетаційних періодів серед основних економічно важливих культур світу. Ранньостиглі сорти та гібриди готові до збирання через 90-120 днів після посадки, а пізньостиглі — через 120-160 днів після посіву. Запізніле збирання спричиняє небажані зміни в якості олії зі збільшенням вмісту вільних жирних кислот. Насіння готове до збирання, коли головки почорніють або побуріють, а вологість насіння досягне 10-12%. Зернові комбайни досить легко адаптуються для збирання соняшнику шляхом комплектування з спеціалізованою жаткою [123-127].

Соняшник є рослиною не тільки з харчовою та енергетичною цінністю, але й з фіторемераційним потенціалом [127]. Це одна з найбільш досліджених

рослин щодо фітореMediaції важких металів [128]. ФітореMediaція полягає у зменшенні концентрації забруднюючих речовин у ґрунтах, воді чи повітрі за допомогою рослин, здатних утримувати, розкласти або видаляти забруднювачі та їх похідні [129]. Однак добре відомо, що соняшник здатний утримувати, розкласти або видаляти метали [130], поліциклічні ароматичні вуглеводні [131] і поліхлоровані біфеніли [132] із ґрунту або води. Дослідження (Н. Annuus) показали, що деякі важкі метали, включаючи свинець, кадмій, мідь, цинк і кобальт, накопичуються у високих концентраціях у пагонах, а також у коренях. Поглинання важких металів насінням незначне, порівняно з коренями і пагонами. Соняшник є задокументованим накопичувачем металу, і було вивчено його зростання на забрудненому ґрунті для одночасної рекультиваци та подальшого виробництва енергії [133, 134]. Хороша толерантність соняшнику до забруднюючих речовин у поєднанні з підвищеною здатністю накопичення/деградації може сприяти ефективному видаленню забруднюючих речовин із ґрунту та води. Зрозуміло, що це не проста робота, тому науковцям мультидисциплінарних напрямків доводиться багато працювати. Крім того, бракує знань про накопичення забруднюючих речовин і антиоксидантну реакцію під час росту та розвитку соняшнику.

Фази репродуктивного розвитку соняшнику раніше були розділені на дев'ять стадій [136]. Починаючи від зародження квіткової бруньки (R1) до досягнення фізіологічної стиглості (R9), R5 позначає початок цвітіння.

Ця стадія (R5) далі підрозділяється від R5.1 до R5.2 і так далі, що представляє відсоток дискових суцвіть, які завершили цвітіння або цвітуть. Квітки в кошику розташовані по спіралі та геометричному малюнку [137]. На краю квітколожа утворюються променеві або дискові квітки. Дискові квітки розташовані в ряди Фібоначчі, що призводить до появи спірального візерунка, оскільки нові квітки виникають у рядах горбків, що складаються з приквітника та квітки [138]. Променеві суцвіття (зовнішні) є стерильними, неповними і мають привабливий, зрощений і схожий на прапорець віночок, тоді як дископодібні суцвіття (внутрішні) є повними та демонструють доцентровий характер

дозрівання. Кожна дископодібна квітка складається з нижньої зав'язі, двох лусочок сосочка (змінених чашолистків) і трубчастого віночка, який зрощений, за винятком верхівки. Цвітіння починається з розгортання променеви квіток у кошику. Дископодібні квітки поступово розкриваються завитками до центру головки, як наслідок, демонструючи різні стадії дозрівання квіток в одній головці. Подібний характер розвитку також збільшує час цвітіння кошику, тим самим залучаючи комах для запилення. Дискові квітки перехресно запилюються комахами, зокрема бджолами. На стадії бруньки дискові квітки демонструють розвиток віночка, андроцею та гінецею. Приймочка стиснута, а пилкові зерна всередині часток пиляка мають добре розвинену екзину (зовнішній шар оболонки пилкового зерна). Цвітіння починається вранці на тичинковій стадії, коли тичинкові нитки подовжуються і чорні сингенні тичинки оголюються через трубчастий віночок. Цвітіння соняшнику індукується фотоперіодом, і віночок є місцем сприйняття світла, що стимулює ріст нитки пиляка [139].

Члени родини *Asteraceae* демонструють явище вторинної презентації пилку, за допомогою якого пилкові зерна переміщуються з пиляка до іншого органу квітки, який потім представляє пилок для запилення. Пилкові зерна, що залишаються в подовженні тичинкових ниток, починається після темного періоду і триває приблизно 2-6 годин. Потім пилкові зерна вивільнюються всередині трубки пиляка у вигляді триклітинних структур. На перехідній стадії рильце подовжується через частку пиляка, а на верхівці трубки пильника спостерігаються волосисті зубці. Пилкові зерна, що залишилися в трубці пиляка, прилипають до волосків стигми, і вони механічно витісняються назовні та піддаються запиленню [140].

Повідомляється, що дозрівання квіток відбувається під контролем фітохрому та рослинних гормонів [141]. На розвиток кошику від R2 до R4 впливає фотоперіод [142]. Хоча соняшник вважається нейтральною до дня рослиною, відомо, що на розвиток квіткових бруньок та їх дозрівання впливає тривалість світлового дня. Світло призводить до посилення фотосинтезу, викликаючи ріст тканини для формування квіткової бруньки.

Молоді кошики виявляють геліотропізм, який характеризується рухом голови на схід вранці та її поворотом на захід уздовж напрямку сонця. Коли кошик дозріває, відкриті головки замикаються у східному напрямку [143]. Напрямок голови на схід висушує нічну росу вранці та зменшує ймовірність ураження грибками. Він також запобігає перегріву рилець, що розвиваються, і зберігає життєздатність пилку, відповідно підвищуючи ефективність запліднення. Було висловлено припущення, що геліотропний рух молодої головки пов'язаний з розподілом ауксину в активно зростаючих частинах рослин [143].

На вирощування соняшнику, серед інших факторів, може впливати наявність хвороб, оскільки його може уражувати понад 30 фітопатогенних мікроорганізмів, переважно грибів, які залежно від кліматичних умов, що сприяють виникненню збудників та інфекційного процесу, можуть призвести до значного зниження врожайності та якості продукції.

Альтернативна плямистість листя, в'янення і гниль кошику (склеротиніоз), пероноспороз, борошниста роса, рак стебла фомопсис та іржа соняшнику є найважчими хворобами, що зустрічаються в усьому світі та уражають соняшник за дуже різноманітних кліматичних умов. Хвороби соняшнику, потрапивши на культуру, важко контролювати. Тому заходи боротьби з хворобою мають переважно профілактичний характер і не повинні застосовуватися самостійно. Ефективний контроль базується на інтегрованій програмі, яка включає зонування кліматичного ризику та різноманітні культурні практики [144]. Альтернатива є однією з основних хвороб соняшнику, яка зустрічається практично у всіх регіонах і в усі строки посіву. Шкоду, спричинену хворобою, можна пояснити значним зменшенням площі фотосинтезу рослини [145]. Сильно уражені рослини рано дозрівають із зниженням продуктивності та ваги насіння. Типовими початковими симптомами на листках є невеликі некротичні ураження діаметром від 3 до 5 мм, змінного кольору від коричневого до чорного та хлоротичний ореол від округлої до кутастої форми. Характерні ураження мають концентричні кола, схожі на ціль. Ці ураження можуть

зливатися, утворюючи великі ділянки некротичної тканини, спричиняючи передчасну дефоліацію рослин. Симптоми проявляються в основному на нижніх листках, а потім і по всій рослині. Однак можливе генералізоване зараження листків, незалежно від їх розташування на рослині. На стеблі та черешку ураження починаються у вигляді невеликих крапок або смужок, а при їх кількості можуть утворювати великі некротичні ділянки. Сильне ураження може призвести до опіку і, зрештою, до загибелі рослини. Гриб також колонізує квіткові приквітники та квітконоси і навіть може викликати гниль кошикут [146].

Склеротиніоз вважається найпоширенішою хворобою у всіх регіонах, у помірному, тропічному чи субтропічному кліматі [147]. Втрати, спричинені *Sclerotinia sclerotiorum*, залежать від частини рослини, ураженої грибом, який може заразити коріння, стебло або кошик соняшнику. Втрати, пов'язані з прикореневою гниллю, залежать від віку рослини на момент зараження. *S. sclerotiorum* швидко вбиває інфіковані рослини на стадії сходів, що призводить до загибелі рослин. Втрати, пов'язані з гниллю кошика, безпосередньо впливають на врожайність, зменшуючи кількість насіння, вагу насіння та вміст олії. Якість олії нижча через підвищену концентрацію вільних жирних кислот в насінні, ураженому грибом. Насіння зараженого кошику може висипатись, що призведе до повної втрати продуктивності [148]. Непрямі втрати відбуваються внаслідок зараження насіння склероціями, часто такого ж розміру, форми та питомої ваги, що неможливе їх видалення під час операції очищення, крім цих втрат, грибок зберігається в ґрунті протягом багатьох років, становлячи потенційну небезпеку для соняшнику та інших господарів [149]. Першим симптомом, який спостерігається, є раптове в'янення рослини. Заражена рослина може відновлюватися вночі або після дощу, але протягом декількох днів цей симптом стає незворотним, і хвороба називається склеротиніозне в'янення. При високій вологості місце ураження може покритися білим міцелієм. Гриб розвивається всередині і руйнує внутрішні тканини стебла. Хворі рослини можуть легко вилягати. Гниль у середній частині стебла виникає у рослин від кінця

вегетативного періоду до дозрівання. Зараження відбувається на ранах листя і поширюється в напрямку черешка, закінчуючи стебло. Зовнішній вигляд ураження подібний до прикореневої гнилі. Це найбільш помітно на зрілих стеблах, тому що уражена тканина виглядає світліше, ніж звичайне коричневе забарвлення фізіологічної зрілості. Білий міцелій може покривати вогнище ураження, а всередині стебла спостерігаються склероції. Рослини можуть ламатися в місці ураження. Симптоми у кошиків соняшнику проявляються в кінці цвітіння або пізніше. Інфекція може початися в будь-якій частині судини. Початкові симптоми характеризуються світло-коричневими та м'якими ураженнями, вкритими частинами білого міцелію. Згодом грибок руйнує внутрішню частину кошику, залишаючи неушкодженими лише судинні елементи. У кошику знаходяться склероції у великій кількості та неправильної форми. Нарешті, відбувається повний розпад кошику, яка залишається з оголеними фіброзно-судинними елементами, як віник [150].

Пероноспороз або несправжня борошниста роса (*Plasmopara halstedii*) є основною хворобою соняшнику у світі, потенційно дуже руйнівною. Незважаючи на те, що збудник походить із Північної Америки, але з розповсюдженням соняшнику по всьому світу сьогодні патоген є ендемічним у всіх місцях, де вирощують соняшник [151]. Це захворювання може проявлятися різними типами симптомів, залежно від кількості збудника хвороби, віку рослини, реакції генотипу та умов вологості та температури [152]. Відмирання відбувається внаслідок зараження кореневої системи рослин на ранніх стадіях розвитку, в умовах низької температури і високої вологості. Цей симптом проявляється наявністю первинного зараження в ґрунті, який може вражати проростки до або після появи сходів, що призводить до зниження імунітету. Рослини, заражені інфекцією, мають повільний ріст або затримку, хлоротичні листя з аномально товстими, крихкими стеблами з прямостоячою головкою та зазвичай стерильними. Початковими симптомами є пожовтіння першої пари справжніх листків, зазвичай біля основи листя або вздовж середньої жилки. Під час цвітіння заражені рослини мають висоту від 0,1 до 1,0 м і не слідкують за

рухом сонця, тоді як здорові рослини мають 1,5-1,8м і виявляють геліотропізм. В умовах підвищеної вологості і низької температури на нижній стороні хлоротичних листків можна побачити сірувато-білі структури, що складаються з конідієносців і конідій. Збудником пероноспорозу є *Plasmopara halstedii*. Це системний паразит, який виробляє міжклітинний міцелій із кулястими гаусторіями та спорангіями, що проникають через продихи. Спорангії тонкі та розгалужені моноподіально, утворюючи зооспорангії на кінцях гілок. Зооспорангій розпадається, випускаючи дводжгутикові зооспори [148]. Структури збудника зустрічаються у всіх тканинах проростка та дорослої рослини, але ніколи не контактують з недиференційованими клітинами меристематичних тканин, ані в провідних судинах [153].

Борошниста роса (*Erysiphe cichoracearum*) — хвороба, поширена в усьому світі, але більш інтенсивна в тропічних регіонах, де час від часу викликає старіння рослин на стадії цвітіння або пізніше. У помірних зонах борошниста роса зазвичай не спостерігається до цвітіння і рідко має економічне значення [148, 151]. Хвороба характеризується появою оксамитово-білих або сірих утворень на надземних частинах рослини, особливо на нижніх листках, але іноді на стеблі та приквітках. Ураження можуть розростатися і зливатися, покриваючи більшу частину поверхні рослини. З еволюцією циклу можна спостерігати чорні крапки, випадково розподілені в оксамитових областях [154]. Борошністу росу викликає гриб *Erysiphe cichoracearum* (DC) ex Meret (син. *Golovinomyces cichoracearum* (DC) Heluta), який є облігатним паразитом. Оксамитові структури — міцелій, конідієносці та конідії гриба. Міцелій зазвичай добре розвинений. Спори утворюються довгими ланцюжками, мають еліпсоїдну форму та розміри від 25-45мкм x 14-26мкм. Наприкінці циклу гриб виробляє клейстотеції, які є чорними структурами, відповідальними за виживання патогену, що містять аски з двома аскоспорами [155]. Інфікування відбувається переважно через клейстотеції, які зберігаються від одного вегетаційного періоду до іншого. У деяких випадках конідії також можуть виживати [155]. Конідії поширюються переважно вітром, який може досягати великих відстаней. Оптимальними

умовами для зараження є температура близько 25°C і відносна вологість повітря 95%. Конідії не проростають, якщо на поверхні листа є водна плівка.

Рак стебла фомопсис (*Phomopsis helianthi*) вперше був зареєстрований у Сербії та Чорногорії (колишня Югославія) у 1980 році та був дуже шкідливим у країнах Східної Європи та у Франції. Хвороба спричиняє зламвання та вилягання уражених рослин, що завдає серйозної шкоди врожаю. Залежно від кліматичних умов ступінь ураження може досягати від 50% до 80% рослин. Перші симптоми захворювання часто виникають у вогнищах, зазвичай після цвітіння. Приблизно через 10-15 днів після зараження навколо нього з'являються невеликі некротичні плями, жовтий ореол з'являється на краю нижнього або середнього листа і розвивається до середньої жилки листка. Заражені листки швидко в'януть і відмирають [149, 152, 153]. Гриб росте у напрямку до стебла, де з'являються найбільш характерні симптоми. Ураження стебла завжди починається в пазухах листа у вигляді маленьких коричневих плям і швидко ростуть, стаючи круглими або еліпсоїдними, зазвичай оперізуючи стебло. Гриб руйнує внутрішні тканини стебла, яке легко ламається і робить рослини схильними до вилягання.

Іржа соняшнику (*Russinia helianthi*) є шкодочинною хворобою в багатьох регіонах світу. Серйозні втрати спричинені цією хворобою викликані передчасною дефоліацією. Типовими симптомами іржі соняшнику є невеликі круглі порошкоподібні пустули діаметром від 1 до 2мм, від блідо-помаранчевого до чорного кольору, безладно розподілені по всій поверхні рослини. Вони частіше зустрічаються на нижніх листках, прогресуючи до верхівки. Пустули оточені маленькими жовтими ореолами. При високому рівні зараження симптоми можуть виявлятися на стеблах, черешках і квіткових частинах. Коалесценція пустул може займати майже всю поверхню листа, викликаючи передчасне старіння листа, що спричиняє зниження врожаю та низьку якість насіння [148, 152, 154]. Іржу викликає *Russinia helianthi* Schwein. Гриб розвивається весь цикл на одному хазяїні та утворює два типи спор: уредоспори та теліоспори. Уредоспори являють собою помаранчеву порошкоподібну масу,

яка є характерною для хвороби, і утворюються в уредії, під час сприятливих для збудника кліматичних умов. Уредії утворюються на нижній поверхні листків і мають діаметр 1мм. Уредоспори еліпсоїдні або іноді циліндричні, розміром 25-32x19-25мкм. Теліоспори 40-60x18-30мкм [156].

В системі заходів, що збільшують виробництво насіння соняшнику, важливе місце належить захисту культури від бур'янів. Особливо гостро шкідливість бур'янів зросла в теперішній час на фоні погіршення фінансового і загального матеріально-технічного забезпечення виробництва.

Ступінь забур'яненості посівів та їх фітосанітарний стан має важливе значення для ефективного використання таких факторів зовнішнього середовища як світло, вода, живлення, оскільки бур'яни використовують ті ж фактори, що і культурні рослини, а хвороби руйнують можливість нормального розвитку рослин, або пошкоджують вже створену масу агроценозу [157, 158, 159, 160, 161].

Особлива роль в відновленні фітосанітарного стану посівів і ґрунту належить основному обробітку ґрунту [159]. Так, оранка сприяла кращому очищенню поля від малолітніх і виснаженню багаторічних кореневищних бур'янів [162, 163, 164]. Посів соняшнику по поверхневому обробітку призводить до зниження врожаю насіння на 0,20-0,24 т/га. По нульовому обробітку І.І. Малихін [159] одержав найнижчі врожаї – 1,22 т/га. Зниження врожаю соняшнику на 0,2-0,7 т/га по нульовому обробітку навіть з застосуванням гербіцидів спостерігали і інші автори [162].

Соняшник найбільш чутливий до бур'янів на початковому періоді вегетації, коли росте повільно і може бути заглушений бур'янами: лободою білою, редькою дикою, амброзією полинолистою, ширицею звичайною, мишієм сизим, курячим просом та ін. В той же час він є однією з найбільш конкурентоспроможних культур по відношенню до бур'янів. Тому, якщо соняшник зійшов раніше за бур'яни, він здатний заглушувати останні, бо затінює їх добре розвинутою листовою поверхнею. Безумовно, заглушити такі злісні бур'яни як амброзія полинолиста, чернощир звичайний, осоти (види), ваточник

сирійський, берізка - соняшник неспроможний. Тому, щоб підтримувати посіви в чистому стані необхідно застосовувати гербіциди і підтримувати посіви в чистому стані і проводити міжрядні обробітки [165, 166].

Зараз в реєстр України включено більше 20 найменувань ґрунтових гербіцидів: Стомп, Дуал, Гезагард, Трофі, Трофі супер, Фронт'єр, Примекстра TZ Gold, Трефлан, Прометрекс, Харнес, Трифлурекс і їх аналоги і похідні протизлакові гербіциди Фуроре супер, Шогун, Арамо, Фюзилад, Пантера та ін. Зі страхових гербіцидів проти дводольних бур'янів на соняшнику зареєстровано Геліантекс.

Як відомо, існує три системи вирощування соняшнику: Classic, Express Technology (або SUMO), Clearfield® (CL) або Clearfield® Plus (CLP). Гербіциди Кліарфілд® є селективними та діють як на злакові, так і на дводольні бур'яни, а Експрес – лише на широколисті. Імідазолінон стабільний у ґрунті до 36 місяців, а трибенурон розкладається через 10 днів. Вони легко пересуваються по ксилемі і флоємі і рослина повільно гине. Імідазолінони нестійкі в лужному середовищі, тоді як трибенурон легко гідролізується і нестійкий в кислому середовищі [167].

Суттєво впливає на забур'яненість густина посіву. В дослідях Ю.С. Каменєва [168], Д.І. Нікітчина [169], І.Д. Ткаліча, О.М. Гришина [170] забур'яненість посівів соняшнику знижувалась при збільшенні густоти стояння рослин і звуженні міжрядь.

В досліді О.М. Олексюка [171] також з підвищенням густоти суттєво знижувалась кількість і маса бур'янів на одиниці площі. Це обумовлено розвитком більшої листкової поверхні і сильнішим пригніченням бур'янів. Так, в середньому по досліді в посівах з густиною 70 тис./га кількість і маса бур'янів в порівнянні з густиною 40 тис./га по всіх гібридах була менша в 1,5 та 1,8 рази. Різниця в забур'яненості між гібридами практично не було. Це відбувається тому, що при загущенні посівів та звуженні міжрядь швидко формується зімкнутий полог листкової поверхні, що супроводжується зменшенням освітленості ґрунту і кращим розвитком культурних рослин, які випереджають бур'яни за використання вологи і поживних речовин.

Одночасно під впливом добрив забур'яненість посівів просапних культур може зростати до 75% [172].

Винен у створенні екологічного напруження не сам хімічний метод, а комплекс невирішених проблем, що пов'язані з його використанням [173, 174].

Витрату гербіцидів, а значить і зниження їх потрапляння в ґрунт і продукцію можна зменшити обробляючи посіви просапних культур лише вздовж рядків стрічками шириною 15-20 см [175, 176, 177].

Все це вимагає від наукових установ зробити засоби захисту рослин більш ефективними та екологічно безпечними. А отже, єдиний спосіб досягти цього — не відмова від хімічних методів, а вдосконалення інтегрованих систем захисту рослин, що дозволяють знизити чисельність бур'янів, шкідників і збудників хвороб до мізерного рівня, а економічний аспект підвищити за рахунок планомірного використання штучних пестицидів та природних регуляторних факторів [178, 179, 180, 181].

Подальші дослідження біологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур на сучасному рівні сільського господарства, удосконалення тактики боротьби за рахунок більш комплексного використання агротехнічних прийомів, стійкості сортів і гібридів, біологічних препаратів дозволять скоротити використання пестицидів і зменшити їх шкідливу дію на навколишнє середовище [182, 183].

В сучасних умовах через високу забур'яненість ґрунту насінням і вегетативними органами розмноження у більшості випадків не вдається привести в культурний стан посіви лише використовуючи агротехнічні заходи. Їх необхідно поєднувати з хімічними заходами шляхом регламентованого використання гербіцидів різного спектру дії на бур'яни. Це стосується і соняшнику [184].

Численні спроби підвищити урожайність сортів та гібридів соняшнику за рахунок підвищення густоти рослин вище оптимальних 50 тис./га в Степу при сівбі з міжряддями 70см не приводили до позитивних результатів [185, 186, 187]. В досліді О.М. Олексюка [188] збільшення густоти посіву до 70 тис./га призвело

до зменшення збору насіння з 1 га по всіх гібридах на 0,19 – 0,23 т/га, а передзбиральна вологість насіння підвищувалась.

Деякі вчені вважають [185, 186, 187], що підвищити врожайність за рахунок збільшення густоти стояння рослин можливо тільки селекційним шляхом за рахунок зміни морфобіологічних особливостей рослин (короткостебельність, стійкість проти затінення та ін.). Ряд авторів також пропонують переходити на сівбу густіших посівів з шириною міжрядь 45см, при яких рослини більш рівномірно розміщуються на площі [189, 190]. Ще кращий ефект від загущення посівів одержали в Степу І.Д. Ткаліч, А.А. Демидов [191], І.Д. Ткаліч, О.М. Гришині [192] при сівбі з міжряддями 15-30см.

Важливо вибрати оптимальну густоту стояння кожного гібриду, бо існуючі нові гібриди і сорти соняшнику неоднозначно реагують на цей фактор.

Що стосується способів основного обробітку ґрунту, за даними В.Е. Стотченко та ін. [193], в умовах східної частини північного Степу плоскорізний обробіток ґрунту не знижує врожай соняшнику, за виключенням посушливого року.

На півдні Степу найвищу урожайність насіння соняшник сформував у варіанті з агростимуліном на фоні безполицевого обробітку ґрунту на 20-22см з внесенням добрив [194]. Причому, в середні за зволоженням роки рослини краще реагували на вилучення основного обробітку, а при підвищеній кількості опадів – на безполицевий обробіток ґрунту.

1.5 Особливості живлення соняшника

Управління поживними речовинами є одним із головних факторів, що впливає на врожайність сім'янок соняшнику, вміст олії і жирних кислот в ядрах. Фермери традиційно вносять органічні добрива, а також азотні (N) і фосфорні (P) добрива, що призводить до надмірного використання азоту і фосфору, але недостатнього надходження калію (K) у вирощуванні соняшнику [195]. Така незбалансована практика внесення добрив не тільки впливає на врожайність

насіння соняшнику, але й знижує ефективність інших поживних речовин [196]. Недостатнє внесення калію з добривами призводить до споживання його рослинами з природних запасів в ґрунті, що може вплинути на врожайність і якість насіння соняшнику.

Азот є важливою мінеральною поживною речовиною для росту рослин. Соняшник потребує для формування 1 т урожаю 42–51 кг азоту. Висока норма внесення азоту призводить до швидшого розвитку площі листової поверхні, подовжує життя листя, збільшує тривалість життя листя після цвітіння, що, отже, сприяє збільшенню виробництва насіння [203]. Застосування азоту помітно покращувало ріст, розвиток і врожайність, при цьому спостерігалось зниження вмісту олії в насінні. Завдяки застосування азоту діаметр кошика, маса 1000 насінин, біологічна врожайність, урожайність насіння збільшувалися, хоча індекс врожаю та концентрація олії в насінні зменшувалися [204]. Деякі вчені дійшли висновку, що різні комбінації NPK дуже суттєво вплинули на врожайність сім'янок і вміст олії [205]. Було помічено [206], що зі збільшенням кількості азоту спостерігалось збільшення біомаси, урожайності та компонентів врожайності, незважаючи на те, що вміст олії був знижений.

Азот відіграє важливу роль у фотосинтезі та є невід'ємним компонентом білка, що необхідно для ферментативних процесів. Кількість азоту, що вноситься, залежить від використовуваних систем обробку ґрунту та технологій вирощування культури [207]. Різні рівні азоту можуть суттєво змінювати склад жирних кислот і вміст олії в соняшнику, що свідчить про те, що їх можна використовувати як засоби управління зниженням загального вмісту насичених жирних кислот і підвищенням вмісту олії [208].

На ранніх стадіях росту, дефіцит азоту спричиняє зменшення кількості листя та уповільнює його ріст, що призводить до повільного розвитку індексу площі листя та зниженого перехоплення радіації [209]. Для прискорення всіх метаболічних процесів, що базуються на білках, що є відповідальними за швидкий розвиток генеративного та вегетативного росту та підвищення продуктивності, необхідне достатнє надходження азоту [210].

Ряд дослідників повідомили про негативний вплив азоту на концентрацію насіннєвої олії [211; 212; 213; 214]. Значна депресивна кореляція між вмістом олії в насінні та вищим рівнем азоту, ймовірно, може бути пов'язана з транслокацією цукру, що впливає на синтез олії [215]. Відповідно, дисбаланс змінних ферментів також може сприяти цьому зниженню [216; 217]. Такий тип негативного зв'язку пояснюють розрідженням результату більшої врожайності насіння при внесенні більшої кількості азоту та протилежним співвідношенням між вмістом протеїну та олії [218]. Внесення азотних добрив призвело до подовження періоду фізіологічної зрілості культури, але насіння було погано заповнене [219].

У багатьох генетичних та селекційних змаганнях по всьому світу були отримані гібриди соняшнику з покращеним складом мононенасичених жирних кислот, однак деякі з цих гібридів мали порівняно менший вміст олії, ніж традиційні сорти та гібриди соняшнику. Сільськогосподарські чинники, які можуть підвищити вміст олії в соняшнику, безумовно, цікавлять виробників, оскільки поточні ціни на соняшник на переробних заводах визначаються на основі вмісту олії [220].

Цей огляд показує, що для отримання хорошого врожаю гібридів соняшнику бажано правильно визначити потреби в азотному живленні. Це оптимізує розробку пакетів виробничих практик, які підходять різним виробникам.

Було помічено, що врожай соняшнику накопичує велику кількість поживних речовин, головним чином фосфору, який є важливим елементом живлення для розвитку і міститься в низьких концентраціях у ґрунтовому розчині. Соняшник потребує для формування 1 т насіння 13–19 кг фосфору, якого виноситься разом з насінням 38–42%. Найбільш критичний період та відповідно максимальне поглинання фосфору відбувається між проростанням насіння і початком цвітіння [221]. Дефіцит фосфору у рослинах, головним чином на початку вегетативного циклу, призводить до уповільнення росту, затримки

цвітіння, меншої кількості сім'янок, які досягають стадії наповнення, та нижчого вмісту олії [222].

Фосфор (P) є важливим елементом для життя, слугуючи невід'ємним компонентом нуклеїнових кислот, ліпідів і різноманітного спектру інших метаболітів [223]. Після азоту та калію фосфор є кількісно найважливішою неорганічною поживною речовиною для росту рослин і продуктивності сільськогосподарських культур [224]. Оскільки фосфор є невідновлюваним ресурсом, його глобальні запаси постійно виснажуються через невинний видобуток [225], через що ціни на P-добрива продовжують зростати [226]. Доступність фосфору в ґрунті низька [227] внаслідок його фіксації, утилізації організмами, що утворюють органічний фосфор, а також шляхом сорбції на залізо та алюміній [228]. Хоча, зважаючи на обмежені ресурси фосфору та серйозні екологічні та економічні наслідки [229], розумне використання фосфору є обов'язковим для коригування дефіциту поживних речовин [230, 231].

Доведено, що внесення фосфору є особливо ефективним щодо формування врожаю соняшнику [232, 233], але в органічному землеробстві, де застосування неорганічних добрив фосфору заборонено [234], доступність фосфору нелегко збільшити [235]. У країнах, що розвиваються, де частка менш родючих ґрунтів є особливо високою, може бути важко задовольнити потреби в мінеральному живленні високоврожайних культур [236]. Таким чином, бажано прагнути до ефективного використання фосфору, як з огляду на обмеження ресурсів, так і навколишні обмеження для збільшення виробничого потенціалу на маргінальних землях [237, 238].

На поглинання фосфору корінням із ризосфери впливає десорбція фосфору з поверхні частинок ґрунту, транспортування фосфору в ґрунтовому розчині до поверхні кореня та надходження фосфору в корінь [239, 240, 241]. Ці процеси залежать від параметрів ґрунту та параметрів рослини, а також характеристик поживних речовин [242], як результат взаємодії між наявністю фосфору (кількістю та рухливістю) у ґрунті та здатністю рослини отримувати його [243, 244]. Необхідною умовою поглинання фосфору є контакт між корінням рослин і

поживними речовинами в ґрунті, який відбувається шляхом росту коренів до місць, де знаходяться поживні речовини, і в той же час транспортування поживних речовин через ґрунт до поверхні кореня [245].

Достатнє надходження калію збільшує ріст і продуктивність культур, а також сприяє підвищенню стійкості до стресових ситуацій навколишнього середовища, зокрема підвищення стійкості до посухи [197]. Рослини соняшнику з високим рівнем калію показали більшу стійкість до стресових умов посухи та вищу врожайність і розподіл сухої речовини в процесі наповнення зерна, ніж рослини з низьким вмістом калію [198]. Калій сприяє активності ферментів, що сприяє метаболізму вуглеводів, білків і жирів та впливає на якість сім'янок соняшника [199]. Хоча кількість калію, що поглинається рослинами соняшнику, варіюється через різні види та умови вирощування, вона має тенденцію бути більшою, ніж поглинання азоту або фосфору [200].

Дослідження показали, що вміст N мав найбільший прямий вплив на концентрацію олії в насінні соняшнику, тоді як Mg, P і N мали основний вплив на концентрацію олеїнової кислоти, а вміст K мав найвищий непрямий вплив на концентрацію жирної кислоти [201]. У той час як інші дослідження показали, що N підвищує вміст та вихід олії, P впливає лише на вагу 1000 сім'янок, а N і P не змінюють вміст жирних кислот [203].

Після азоту, фосфору та калію сірка (S) є четвертим найважливішим макроелементом для росту рослин соняшнику. У рослинах вона бере участь в утворенні хлорофілу і необхідна у біосинтезі S-амінокислот, таких як цистин (27% S), цистеїн (26% S) і метіонін (21% S). Сірка також є кофактором для угруповання Fe-S, необхідного в різних окисно-відновних ферментних системах. Сірка може поглинатися рослинами через коріння у вигляді сульфату або через листя у вигляді діоксиду сірки з атмосфери. У навколишньому середовищі сірка знаходиться переважно в окисленій неорганічній формі, тоді як у живих організмах вона знаходиться у відновленій формі органічних тіолів. Тільки рослини, водорості, гриби і деякі бактерії можуть засвоювати неорганічну сірку в окисленому вигляді і перетворювати її в органічну сірку у відновленій

формі у вигляді різноманітних біомолекул. У рослинах сірка бере участь в метаболізмі азоту і калію, підвищуючи їх ефективність [246, 247]. Сірка сприяє фотосинтезу, будучи складовою сукциніл–КоА, який є у хлорофілі та прискорює фотосинтез, сприяючи вегетативному розвитку. Сірка сприяє перетворенню вуглеводів в олію, а також синтезу ферменту тіокінази, що містить жирні кислоти. Хоча симптоми дефіциту S нагадують симптоми дефіциту азоту, тобто пожовтіння листя (хлороз), при дефіциті S цей симптом спочатку з'являється на молодих листках і зберігається, навіть якщо дефіцит азоту було усунено. Соняшник, як і інші олійні культури, зазвичай вимагає більше S, ніж P, на відміну від інших зернових культур. Ці елементи можуть значно збільшити олійність насіння. Вважається, що для хорошого якісного та кількісного виробництва сім'янок сірки необхідно приблизно 16–25 кг/га [248].

Соняшник – це рослина, яка має високу потребу в борі (B) та, залежно від ґрунтових умов, в інших мікроелементах. Певною мірою на поглинання поживних речовин корінням рослин впливають характеристики ґрунту (особливо рН ґрунту) і наявність мікроелементів у ґрунті. На момент сходів соняшнику критичний вміст бору становить 20 мг/кг ґрунту [249, 250]. Досягти цього дорого шляхом внесення бору безпосередньо в ґрунт, це є причиною того, що фермери віддають перевагу позакореневого підживлення при застосуванні мікроелементів. Деякі дослідники [251, 252] описали вплив позакореневого внесення бору на ріст і розвиток соняшнику, вказавши, що вміст бору, який відповідає дефіциту, становить 32,5 мг/кг сухої речовини. Потреба соняшнику в борі залежить від стадії росту рослини. Критична концентрація бору в рослинах соняшнику через 4 тижні становить 46,0–63,0 мг/кг сухої речовини, але 8-тижневим рослинам потрібно лише 36,0 мг/кг [253]. Рослини соняшнику з вмістом тканинного бору від 16,5 до 23,0 мг/кг сухої речовини потребують 300 г/га, тоді як рослини з тканинним вмістом бору від 23 до 32,5 мг/кг сухої речовини потребують 150 г/га. Таким чином, шляхом внесення борних добрив на фазі ВВСН 15–16 (5–6 розгорнутих листків) досягнуто підвищення вмісту N у рослині.

Найважливішими мікроелементами, які відіграють роль у живленні рослин і зазвичай містяться в позакоренових добривах, є Cu, Fe, Mn і Zn.

Мідь (Cu) є необхідним мікроелементом у метаболізмі рослин і бере участь у численних фізіологічних процесах, таких як фотосинтетичні та дихальні електротранспортні ланцюги, а також як кофактор або як частина простетичної групи багатьох ключових ферментів, залучених у різні метаболічні шляхи, включаючи синтез АТФ [254]. Також передбачається, що Cu бере участь у процесі лігніфікації клітинних стінок, але механізм ще не повністю з'ясований [255, 256]. З іншого боку, надлишок Cu є токсичним. Було також показано, що він викликає пошкодження клітинної мембрани, приєднуючись до сульфгідрильних груп мембранних білків і індукуючи перекисне окислення ліпідів. Крім того, Cu є високотоксичним і може каталізувати утворення активних форм кисню в клітині за допомогою реакції Габера–Вейса [255]. Така подвійна поведінка вимагає обмеження використання міді дуже малими кількостями в позакоренових добривах, а також ретельного відстеження ефектів після обробки.

Залізо (Fe) також є важливим мікроелементом для росту та розвитку рослин і є невід'ємною частиною багатьох ферментативних функцій. Найбільш важлива участь Fe в окислювально–відновній системі, яка здійснює біосинтез гемокоферментів, молекули хлорофілу і білків Fe–S. Інша важлива функція Fe полягає в розвитку хлоропластів, де в умовах дефіциту Fe синтез білка значно знижується. Значне покращення можна пояснити ефективним залученням позакоренових органічних солей заліза (наприклад, Fe–аспартат) у покращення біосинтезу фотосинтетичних пігментів для кращого фотосинтезу, покращення підтримки водних зв'язків рослин через амінокислотний метаболізм та ефективне покращення засвоєння поживних речовин та механізмів антиоксидантного захисту [256]. Тилакоїдна мембрана містить приблизно 20 сполук Fe, які беруть участь у I та II фотосистемах. Дефіцит Fe також може мати негативний вплив на виробництво метаболітів, які безпосередньо впливають на метаболізм ліпідів, оскільки дефіцит Fe може викликати перекисне окислення

ліпідів в олійних культурах. Це безпосередньо впливає на стабільність і полімеризацію ліпідних молекул і життєздатність і зберігання насіння відповідно. Дефіцит Fe у рослин проявляється особливо на ранніх стадіях пожовтінням проміжків між ребрами молодого листка [257].

Марганець (Mn) має широкий вплив на ріст і розвиток рослин, особливо хлоропластів, враховуючи його вирішальну роль у функціонуванні фотосистеми II і утворенні молекули супероксиддисмутази (MnSOD). При дефіциті Mn виділення кисню у молодих листках, що розвиваються, може зменшитися майже вдвічі, тому вплив дефіциту Mn на метаболізм рослини може сприяти виникненню хлорозу. Марганець, як елемент з низькою біодоступністю, не може бути перенесений з нижніх листків у верхні листки. Симптоми дефіциту особливо проявляються на молодому листі. Крім того, на тілакоїдну мембрану рослин може негативно впливати відсутність або неправильна деградація гліколіпідів і поліненасичених жирних кислот. Вплив Mn особливо помітний у насінні та ембріонах, що розвиваються. На білки і ліпіди в насінні впливають по-різному. Зі збільшенням концентрації Mn в олійній культурі разом зі збільшенням концентрації в насінні соняшнику збільшується кількість олії в насінні, але зменшується кількість білка. Якісні спостереження вказують на вплив Mn на співвідношення олеїнова кислота/лінолева кислота, при цьому марганець сприяє утворенню олеїнової кислоти [257, 258].

Цинк (Zn) присутній у багатьох рослинних ферментах, особливо тих, що беруть участь у ферментному ланцюзі карбоангідрази, і він бере активну участь у метаболізмі вуглеводів як активатор фруктозо-1,6-бісфосфатази та альдолази. Клітинними органелами листя соняшнику, які беруть участь у позакореновому поглинанні цинку, є не продихи, а трихоми. Було також виявлено, що кутикула має велике значення: Zn рухається по ній перед накопиченням у стінках підлеглих клітин. Не було значного накопичення Zn у порожнині продихів, що вказує на те, що транспорт Zn через продихи навряд чи буде значним. Zn було виявлено в епідермальних клітинах з обох сторін листка після поглинання. Розширення оболонки пучка, прикріплені до трихом, виявляються критичними

для транспортування Zn від накладених трихом у цьому відношенні. Крім того, поглинання нано-ZnO було значно нижчим, ніж поглинання ZnSO₄, що вказує на те, що Zn, швидше за все, рухався поверхнею листя як розчинний Zn, а не як наночастинки. Zn також пов'язаний зі стабільністю, цілісністю та довговічністю мембран. Зокрема, Zn допомагає зв'язуватися з різними комплексами для створення поліпептидних і цистеїнових структур, які, у свою чергу, допомагають захистити від окисних процесів, шкідливих для ліпідів [259].

Для рослин соняшника ефективним є позакореневе підживлення такими макроелементами, як бор, сірка та ін. При використанні на початку циклу росту вони сприяють фізіологічним процесам, таким як бутонізація, цвітіння, запліднення та наповнення насіння, а також розвиток коренів і листкової маси. Для оптимізації стимулюючої дії різних видів позакорневих добрив з агрономічної точки зору важливо визначити час, частоту, способи та дози їх внесення [260].

РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Ґрунтово–кліматична характеристика зони і особливості метеорологічних умов в роки проведення досліджень

Країни Близького Сходу та Африки значною мірою залежать від сільськогосподарської продукції України, особливо від імпорту зерна та соняшникової олії, що може спричинити проблеми з продовольчою безпекою. У 2021 році, перед початком війни, Україна посідала 58 місце серед 113 країн за Глобальним індексом продовольчої безпеки [261]. Проте з початком війни стан продовольчої безпеки в країні значно погіршився, що за підсумками 2022 року призвело до її падіння у зазначеному рейтингу на 71 позицію у світі та останнє місце серед європейських країн.

Висока ліквідність виробництва соняшнику в Україні зумовлена його експортною спрямованістю. Тому високий рівень культури землеробства є основою для виробництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції [262].

Ефективні зони вирощування соняшнику не збігаються із зонами його комфортного вирощування. Таким чином, території, де традиційно вирощували соняшник, стають менш сприятливими для його вирощування, вимагаючи інших більш гнучких культур щодо зволоження. Зони комфортного вирощування соняшнику зміщуються на північний захід країни, а ефективні зони вирощування залишаються в межах південних, східних і північних степів України при збільшенні площ посівів за рахунок інших сільськогосподарських культур [263].

Особливостями гібридів соняшнику, які визначають їхню придатність для вирощування в умовах зміни клімату, є їх пластичність до умов вирощування, посухостійкість та придатність до ранньої сівби для використання зимових запасів вологи [264].

Зміна кліматичних умов і як наслідок зміна технології землекористування потребує таких стабілізуючих дій: перехід від класичної технології землеробства

до енергозберігаючих технологій, які передбачають мінімальну кількість обробок ґрунту, збереження рослинних решток на полях, зменшення витрати палива та впливу хімікатів, підвищення якості насінництва. Це ланки ланцюга постачання продовольства та стратегія, яка використовується для досягнення продовольчої безпеки [262, 265].

Територія Дніпровського району Дніпропетровської області розташована в північній частині степової зони України з помірно–континентальним кліматом, який характеризується жарким і сухим літом і не дуже холодною зимою.

Клімат визначається впливом повітряних мас, що надходять з Атлантики, Арктичного басейну або утворюються на великих територіях Євразії. Взимку дуже розвинена циклонічна діяльність. Перехід до холодного періоду пов'язаний з початком вторгнення арктичного повітря. Особливістю зим є відлиги, спричинені рухом циклональних утворень з Атлантики, Середземного та Чорного морів. У квітні–травні ще спостерігається повернення холодів і заморозків, викликаних вторгненням арктичного повітря. Влітку вторгнення арктичного повітря практично повністю припиняється і в цей час панує погода, сформована Азорським антициклоном, з великою кількістю ясних і сонячних днів. Це сприяє трансформації, прогріванню повітря, а також виникненню пилових бурь і суховіїв. Літні процеси тривають приблизно до середини серпня, потім характер циркуляції різко змінюється. У жовтні–листопаді Азорський антициклон починає руйнуватися і натомість розвивається Сибірський. У зв'язку з цим збільшується повторюваність туманів, часто спостерігається хмарна погода з мрякою. У другій половині осені посилюється активність південних і західних циклонів, які зумовлюють велику кількість хмарних днів, опадів і туманів [266, 267].

Північна підзона степу України характеризується континентальним кліматом із вираженими сезонними коливаннями температури та опадів. Ця територія охоплює південні частини Лісостепу та північні райони степової зони, зокрема Кіровоградську, Полтавську, частково Дніпропетровську, Харківську та Одеську області. Кліматичні умови цього регіону є визначальним фактором у

формуванні продуктивності сільськогосподарських культур, оскільки впливають на вологозабезпеченість, температурний режим та частоту виникнення екстремальних погодних явищ.

Середньорічна температура повітря у північній підзоні степу України коливається в межах $+8...+9,5^{\circ}\text{C}$, з тенденцією до поступового підвищення у зв'язку з глобальними кліматичними змінами. Літні місяці характеризуються стійкою спекотною погодою з середньомісячною температурою $+21...+23^{\circ}\text{C}$ у липні. Абсолютний максимум температури в окремі роки може перевищувати $+35^{\circ}\text{C}$, що є критичним для багатьох сільськогосподарських культур. Зимовий період м'який, із середньою температурою січня $-3...-6^{\circ}\text{C}$, однак спостерігаються суттєві коливання – від аномально теплих зим до періодів сильних морозів до -25°C (Рис. 1).

Річна сума опадів у цьому регіоні становить у середньому 400–500 мм, причому їх розподіл є нерівномірним. Найбільша кількість опадів випадає у літній період, переважно у вигляді зливових дощів, що часто супроводжуються грозами та шквалами. Весна та осінь відзначаються нестабільністю опадів, що ускладнює умови для проростання насіння та розвитку озимих і ярого зернового клину. Випадання снігу в зимовий період є нестійким, сніговий покрив формується періодично і не завжди забезпечує достатній рівень вологозбереження у ґрунті (рис.2).

Рівень вологості повітря влітку є досить низьким, що у поєднанні з високими температурами сприяє випаровуванню вологи та підсилює явища ґрунтової та повітряної посухи. Вітровий режим також впливає на мікроклімат регіону. Переважають вітри західного та північно–західного напрямків, проте у весняний період часто спостерігаються суховії, які можуть суттєво знижувати врожайність сільськогосподарських культур, особливо в роки з дефіцитом ґрунтової вологи.

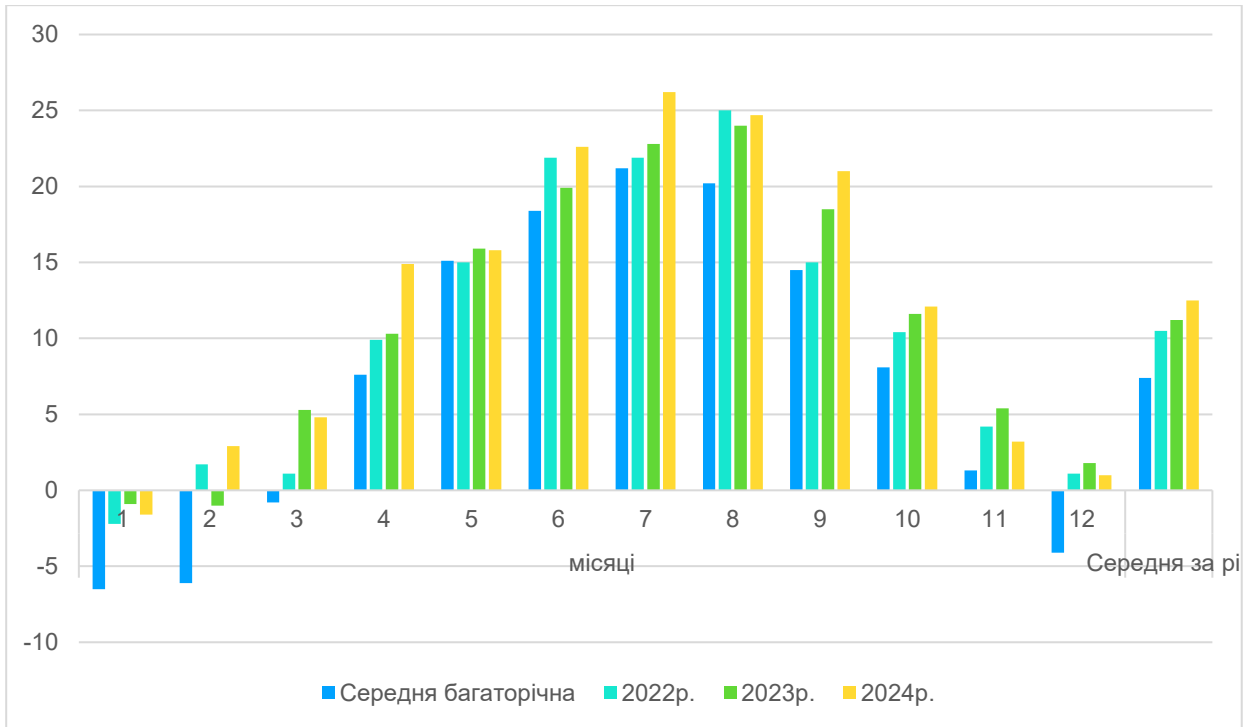


Рис. 2.1 Середньомісячні і середньорічні температури повітря, °С

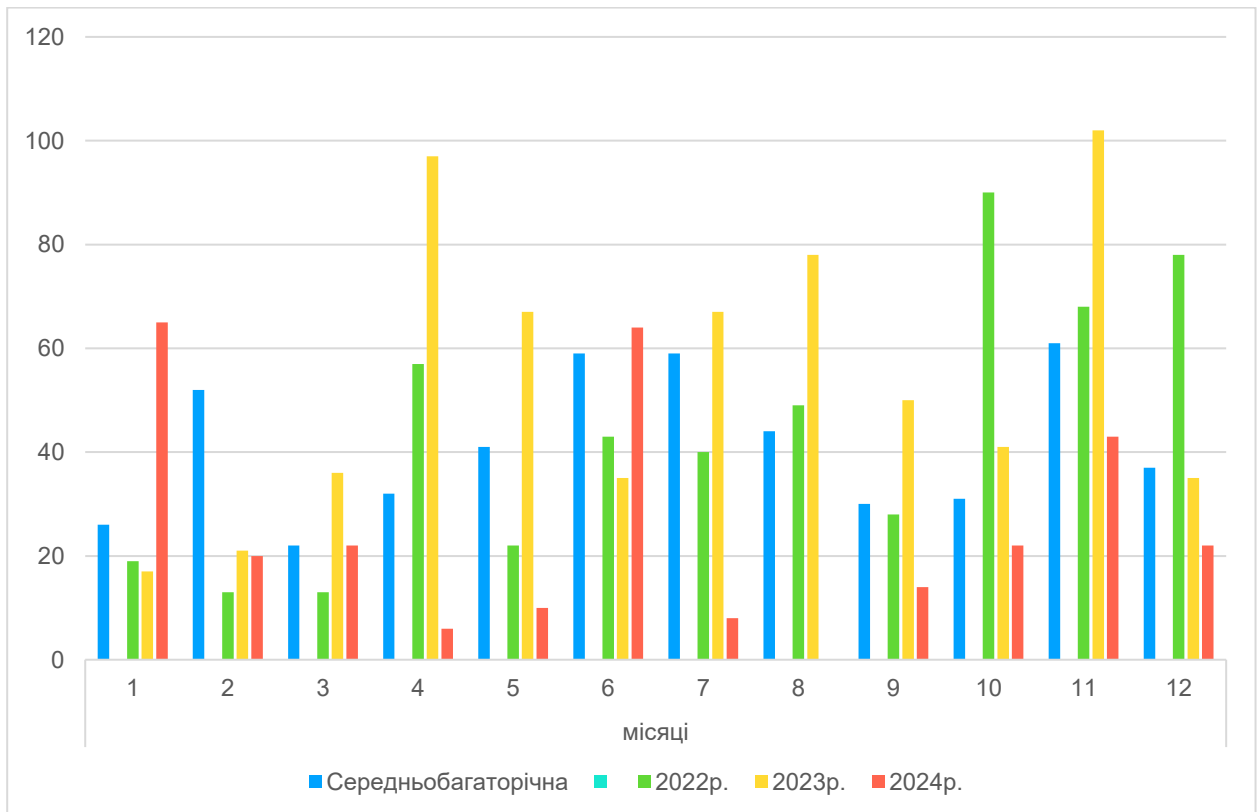


Рис. 2.2 Кількість атмосферних опадів та розподіл їх по місяцях, мм

Тривалість вегетаційного періоду в північній підзоні степу складає 200–220 днів, що є достатнім для вирощування більшості культур помірного клімату. Однак основною проблемою залишається нестабільність зволоження, що зумовлює необхідність впровадження вологозберігаючих технологій, оптимізації структури посівних площ та використання посухостійких сортів і гібридів.

Загалом кліматичні умови північної підзони степу України є сприятливими для вирощування зернових культур (пшениці, ячменю, кукурудзи), соняшника, ріпаку та інших культур, що мають високу адаптивність до умов недостатнього зволоження. Водночас для стабільного землеробства в регіоні необхідне впровадження адаптивних агротехнологій, які враховують особливості клімату та знижують ризики, пов'язані з посушливими періодами та аномальними погодними явищами.

За даними спостережень, останнім часом температура повітря на даній території має тенденцію до підвищення. Загалом вона зростає в усьому світі, і цій проблемі приділяє увагу велика кількість вчених.

Атмосферні опади відіграють значну роль у формуванні як поверхневого, так і підземного стоку [268]. Аналізована територія відноситься до зони нестійкого зволоження. Влітку часто спостерігаються бездощові періоди. Вони тривають понад 20 днів двічі на рік, більше 30 днів – щорічно, 40 днів – 6–9 разів на декаду. Літні опади мають переважно зливовий характер. Терміни утворення та зняття снігового покриву залежать від погодних умов і суттєво змінюються з року в рік. Через часті відлиги, що супроводжуються дощами, сніговий покрив нестійкий і нерідкі випадки його повного зникнення в середині зими. Стійкий сніговий покрив в області відсутній у 24% зим.

Вологість повітря залежить від процесів циркуляції і особливостей земної поверхні і характеризується абсолютною і відносною вологістю. Абсолютна вологість має яскраво виражений річний тренд. Найнижчих значень вона досягає в січні–лютому – 4,2 г/м³, у березні абсолютна вологість повітря підвищується, максимум спостерігається в липні і досягає 15,5 г/м³, в середньому за рік 8,9 г/м³.

Відносна вологість повітря має зворотну тенденцію: у зимові місяці вона найвища – 84–86%, влітку – найменша – 58–60%, в середньому за рік 71%.

Повітряний режим характеризується частою зміною напрямків вітру в часі. У теплий період року вітер переважно північно–західний, у холодний – південно–східний і південний, що пов'язано із загальною циркуляцією атмосфери та орієнтацією долини річки Дніпро [269]. Влітку спостерігається гарячий суховій. Ранньою весною можливі пилові бурі. Середня багаторічна швидкість вітру становить 4,0 м/с, найбільш «вітряні» місяці – січень–березень (4,7–4,8 м/с), найбільш «тихі» – серпень–вересень (3,0–3,1 м/с). Середня кількість днів із сильним вітром понад 15 м/с становить 14,4 на рік, максимальна – 26 на рік. Вітри зі швидкістю 21 м/с спостерігаються щорічно, а вітри до 28 м/с можливі раз на 20 років.

Опади в теплий період року майже на 100% використовуються рослинами для транспірації, і лише в холодні періоди відбувається поповнення підземних вод. Власне річковий стік – це різниця між опадами та випаровуванням із земної поверхні [270].

Хмарність неба впливає на численні кліматичні умови. З чистим небом континентальність погоди посилюється – вдень земна поверхня швидко прогривається, вночі швидко охолоджується. У похмуру погоду різниця між денною та нічною температурами значно менша, ніж у ясну погоду. У хмарну погоду вологість повітря вище, ніж у ясну [271].

В останнє десятиріччя значно зросла частота та інтенсивність екстремальних погодних і кліматичних явищ з підвищенням температури, включаючи хвилі спеки, грози, сильні опади, посухи, град, шквали, що відносить Дніпропетровську область до зони ризикованого землеробства.

Ґрунтовий покрив земель ТОВ «Агресс+» представлений чорноземами звичайними малогумусними важко– та легкосуглинковими. Вони мають сприятливі для землеробства водно–фізичні, фізико–хімічні та агрохімічні властивості.

За результатами агрохімічного обстеження ґрунту (2020 рік) в орному шарі ґрунтів господарства в середньому міститься 3,0–3,9% гумусу; 8,0–9,2 мг гідролізованого азоту; 6,6–8,1 мг рухомого фосфору, 9,2–13,7 мг обмінного калію на 100 г ґрунту за Чирковим. Ґрунтам властива нейтральна та близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину: рН сольової витяжки 5,5, водної 6,5, гідролітична кислотність 0,99 мг–екв на 100 г ґрунту, насиченість вбирного комплексу катіонами складає 97%.

За вмістом мікроелементів ґрунти господарства мають високий рівень міді, середній і високий – кобальту та марганцю і низький – цинку. Вміст в ґрунтах господарства важких металів в 2–10 разів менший, ніж гранично допустимі кількості. Не виявлено в них залишків стійких пестицидів, а вміст радіонуклідів знаходиться на рівні фонового радіоактивного забруднення.

Загальна глибина гумусового профілю (Н+НРк) північного Степу України у чорноземів звичайних малогумусних становить 55–60 см; гумусовий (Н) горизонт 30–35 см, рівномірно гумусований, темно–сірий, у вологому стані майже чорний [272, 273].

Перерозподілу колоїдів в профілі немає. Структура в підґрунтовому шарі зерниста, у верхньому – дисперсна. Карбонати зосереджені в породі у вигляді аморфних білих цяток, а в перехідному горизонті – у вигляді сіруватої плісняви. За механічним складом ґрунти переважно важкосуглинисті та глинисті, зустрічаються також супіщані, легко– та середньосуглинисті. Водно–фізичні властивості сприятливі для рослин і створюють умови для активної діяльності корисних мікроорганізмів, які сприяють накопиченню в ґрунті рухомих форм поживних речовин. Чорноземи звичайні за вмістом гумусу відносять до малогумусних. Середній вміст гумусу в верхньому шарі ґрунту становить 3–4,5%, з глибиною його кількість поступово зменшується. Існує пропорційна залежність кількості азоту від вмісту гумусу: чим вищий відсоток гумусу, тим більше азоту. Ґрунти забезпечені легкорозчинними фосфором і калієм. Кількість фосфору в усіх типах ґрунтів зменшується з глибиною за рахунок утворення важкорозчинних сполук із кальцієм та іншими елементами. Реакція ґрунтового

розчину близька до нейтральної. Чорноземи звичайні малогумусні характеризуються високою насиченістю поглиненим кальцієм, відсутністю перерозподілу колоїдів по профілю. Значна насиченість кальцієм, високий вміст мулистих часток і велика кількість гумусу забезпечують хороший водно-повітряний режим. Чорноземи звичайні на лесових породах належать до числа найбільш родючих ґрунтів, за винятком чорноземів супіщаних, які мають низький вміст гумусу, недостатню насиченість увібраними основами та малу кількість поживних речовин через переважаючу фракцію піску [272, 273]. Сільськогосподарські рослини на чорноземах звичайних значно підвищують урожайність від внесення органічних і мінеральних добрив. Головною вимогою до агротехніки є боротьба за накопичення вологи та економне її використання, причому особливе значення має своєчасна механічна обробка [272].

Підвищення родючості ґрунтів, захист їх від деградаційних факторів, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, збереження енергетичних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки – це виклики для систем охорони ґрунтів, що впроваджуються на сільськогосподарських підприємствах. І з входженням сільського господарства в ринкову економіку ціна на мінеральні добрива зросла, а роль місцевих органічних добрив як засобу підвищення продуктивності рослин у сільському господарстві та забезпечення бездефіцитного балансу гумусу значно зросла. Тому фермерські господарства залишають неринкові частини врожаю на полях як органічні добрива. Це солома, подрібнені стебла соняшнику та інші післяжнивні залишки. Додавання 10кг азотної діючої речовини до 1 тони цих залишків для компенсації дефіциту азоту можна порівняти з 5 тонами напівперепрілого компосту за впливом на врожай та накопиченням гумусу в ґрунті. Екологічний стан ґрунту та навколишнього середовища дозволяє господарствам переходити на біологічне землеробство та вирощувати екологічно чисту продукцію [90].

2.2. Особливості варіювання кліматичних умов в роки проведення досліджень

Агрометеорологічний сезон 2022 року. Весна 2022 року розпочалася порівняно рано, у першій декаді березня, з поступовим підвищенням температури та нестабільними погодними умовами. Протягом сезону спостерігався підвищений температурний режим порівняно з середніми багаторічними показниками. Середня температура повітря за сезон становила $10,5^{\circ}\text{C}$, що на $3,1^{\circ}\text{C}$ вище за норму. Особливо теплими виявилися лютий та березень, коли середньомісячні температури були вищими за норму на $7,8^{\circ}\text{C}$ та $1,9^{\circ}\text{C}$ відповідно. Максимальна температура в цей період зафіксована у першій декаді травня та досягала 25°C , тоді як поверхня ґрунту нагрівалася до 35°C .

Стійкий перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення, що визначає початок вегетаційного періоду, відбувся 24 березня, що на три дні раніше середніх багаторічних строків. Температурний поріг $+10^{\circ}\text{C}$, який свідчить про початок активної вегетації теплолюбних культур, був подоланий у третій декаді квітня, що відповідає звичайним строкам. Однак весняний період характеризувався нестабільністю температурного режиму: мінімальна температура в другій декаді березня опускалася до -10°C , а в першій декаді травня спостерігалися останні весняні заморозки інтенсивністю $0\dots-2^{\circ}\text{C}$ у повітрі та -3°C на поверхні ґрунту.

Кількість опадів за весняний сезон становила 92 мм, що відповідає 114% норми. Найбільш вологим виявився квітень, коли випало 57 мм (178% від норми), тоді як у березні та травні опади були нижчими за середньобагаторічні показники – 13 мм (59%) та 22 мм (54%) відповідно. Весна завершилася у звичайні строки, 16 травня, і тривала 74 дні, що відповідає середньостатистичним показникам.

Літній сезон 2022 року відзначався переважанням підвищеного температурного режиму. Середня температура повітря за сезон становила $21,9^{\circ}\text{C}$, що на $2,2^{\circ}\text{C}$ вище середньобагаторічної норми. Особливо спекотним був

серпень, коли середня температура досягла $25,0^{\circ}\text{C}$, що перевищує норму на $4,8^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура повітря була зафіксована у другій декаді липня та становила 38°C , а температура поверхні ґрунту сягала 65°C . Мінімальна температура за сезон спостерігалася у першій декаді вересня – 2°C тепла, а на висоті 2 см від поверхні ґрунту відмічалися заморозки інтенсивністю до -3°C .

Загальна кількість опадів за літо становила 132 мм, що відповідає 78% середньобогаторічної норми. Найвологішим місяцем був серпень (49 мм, 111% норми), тоді як у липні випало лише 40 мм (68% норми). Нестача опадів у липні призвела до посилення посушливих явищ, що негативно позначилося на стані посівів пізніх ярих культур. Літо тривало 126 днів і завершилося 20 вересня зі стійким зниженням середньодобової температури через $+15^{\circ}\text{C}$, що відповідає середнім кліматичним строкам.

Осінній період 2022 року також характеризувався підвищеним температурним фоном, особливо в жовтні, коли середня температура повітря перевищила норму на $2,3^{\circ}\text{C}$. Стійкий перехід температури через $+10^{\circ}\text{C}$ у бік зниження, що визначає завершення вегетації теплолюбних культур, відбувся 7 жовтня, у строки, близькі до середніх. Загальна кількість опадів за сезон становила 228 мм, що відповідає 146% норми, при цьому жовтень був найвологішим місяцем (90 мм, 290% норми).

Початок зимового сезону 2022–2023 років супроводжувався м'якими погодними умовами. Середня температура повітря у листопаді та грудні була вищою за норму на $2,9^{\circ}\text{C}$ та $5,2^{\circ}\text{C}$ відповідно. Стійкий перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ у бік зниження, що означає завершення вегетації, відбувся 2 листопада, що на тиждень пізніше середньостатистичних строків.

Загалом 2022 рік характеризувався помітним відхиленням кліматичних показників від середньобогаторічних норм. Середньорічна температура повітря становила $10,5^{\circ}\text{C}$, що на $3,1^{\circ}\text{C}$ вище за норму, а загальна кількість опадів за рік склала 520 мм (105% від середнього багаторічного показника). Найбільш суттєві відхилення спостерігалися у вигляді теплих зимових місяців, нестабільної весни, спекотного літа та надзвичайно вологого жовтня. Такі умови вимагали гнучкого

підходу до агротехнологій, спрямованого на оптимізацію вологозбереження, використання посухостійких сортів культур та адаптацію строків посіву до змін кліматичних умов.

Агрометеорологічний сезон 2023 року. Весна 2023 року розпочалася пізніше звичайного, зберігаючи тенденцію до нестабільних температурних умов. Перші ознаки потепління спостерігалися у другій декаді березня, коли середньодобові температури почали стабільно перевищувати 0°C . Температурний режим протягом сезону був підвищеним, а середня температура повітря за весну склала $11,2^{\circ}\text{C}$, що на $3,8^{\circ}\text{C}$ вище за норму. Березень відзначався аномально теплою погодою, з середньомісячною температурою $+5,3^{\circ}\text{C}$, що на $6,1^{\circ}\text{C}$ вище середньобагаторічного значення. Максимальна температура весняного періоду була зафіксована у першій декаді травня, коли повітря прогрівалося до 28°C , а температура поверхні ґрунту сягала 37°C .

Стійкий перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення, що визначає початок вегетаційного періоду, відбувся 19 березня, що на тиждень раніше середніх строків. Температурний поріг $+10^{\circ}\text{C}$, який свідчить про початок активної вегетації теплолюбних культур, був подоланий 12 квітня, що також є випередженням стандартних кліматичних строків. Незважаючи на теплу весну, на початку травня спостерігалися останні весняні заморозки інтенсивністю $-1\dots-3^{\circ}\text{C}$ на поверхні ґрунту, що могло вплинути на розвиток сходів теплолюбних культур.

Кількість опадів за весняний сезон становила 200 мм, що перевищило середньобагаторічний рівень на 175%. Найбільше опадів випало у квітні – 97 мм (303% від норми), що створювало сприятливі умови для формування вологозапасів у ґрунті. Травень виявився посушливим, з кількістю опадів 67 мм (163% від норми), що разом із підвищеним температурним фоном могло спричинити нерівномірний розвиток озимих та ярого зернового клину. Весна завершилася 14 травня, тривала 75 днів, що відповідає середньому багаторічному показнику.

Літній сезон 2023 року відзначався нестабільними температурними умовами, проте загальний температурний режим залишався підвищеним. Середня температура повітря за сезон склала 22,2°C, що на 1,8°C вище за норму. Особливо спекотними виявилися липень та серпень, коли середньомісячна температура сягала 22,8°C та 24,0°C відповідно. Максимальна температура повітря була зафіксована у третій декаді липня та досягала 39°C, а температура поверхні ґрунту перевищувала 65°C. Мінімальна температура за сезон спостерігалася у першій декаді вересня – 2°C тепла, а на висоті 2 см від поверхні ґрунту зафіксовані заморозки до –3°C.

Загальна кількість опадів за літо становила 180 мм (102% норми), що свідчить про відносно сприятливі умови для розвитку сільськогосподарських культур. Найбільш вологим місяцем став серпень, коли випало 78 мм (177% від норми). Липень також відзначався достатньою кількістю опадів – 67 мм (113% норми), що позитивно вплинуло на стан пізніх ярих культур. Літо завершилося у стандартні строки – 20 вересня, тривало 129 днів, що відповідає середнім багаторічним показникам.

Осінь 2023 року була помірно теплою та вологою. Жовтень відзначився середньомісячною температурою +11,6°C, що на 3,5°C вище середнього рівня. Стійкий перехід середньої добової температури через +10°C у бік зниження, що визначає завершення вегетації теплолюбних культур, відбувся 8 жовтня, що відповідає стандартним строкам. Кількість опадів за сезон становила 193 мм, що перевищує норму на 168%. Жовтень видався особливо дощовим – 41 мм (132% норми), а листопад встановив абсолютний максимум за кількістю опадів – 102 мм (167% норми).

Зимовий період 2023–2024 років розпочався із м'яких погодних умов. Листопад та грудень відзначалися підвищеним температурним режимом, що сприяло продовженню вегетації озимих культур. Стійкий перехід середньодобової температури через +5°C у бік зниження, що означає завершення вегетації, відбувся 5 листопада, що на три дні пізніше середніх багаторічних строків.

Загалом 2023 рік характеризувався підвищеним температурним фоном та значною кількістю опадів. Середньорічна температура становила $11,2^{\circ}\text{C}$, що на $3,8^{\circ}\text{C}$ вище за норму, а загальна сума опадів досягла 646 мм (131% від середньої багаторічної норми). Найбільш виражені аномалії спостерігалися у вигляді теплої зими, дуже вологого квітня та листопада, а також спекотного липня. Такі погодні умови вимагали адаптації агротехнологій до змін клімату, зокрема використання вологозберігаючих технологій, оптимізації строків сівби та застосування адаптивних сортів сільськогосподарських культур.

Агрометеорологічний сезон 2024 року. Весна 2024 року розпочалася з аномально теплої погоди у січні, що могло вплинути на зимівлю озимих культур. У лютому спостерігалось різке похолодання, проте середньомісячна температура залишалася вищою за норму ($+2,9^{\circ}\text{C}$, що на 9°C вище багаторічного показника). Березень також був теплішим за середньостатистичні значення, а середня температура склала $+4,8^{\circ}\text{C}$, що на $5,6^{\circ}\text{C}$ перевищувало норму. Максимальна температура весняного періоду була зафіксована у другій декаді травня, коли повітря прогрівалося до $+30^{\circ}\text{C}$, а температура поверхні ґрунту досягала $+40^{\circ}\text{C}$.

Стійкий перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ у бік підвищення, що визначає початок вегетаційного періоду, відбувся 15 березня, що на 12 днів раніше середнього багаторічного показника. Температурний поріг $+10^{\circ}\text{C}$, який сигналізує про початок активної вегетації теплолюбних культур, було подолано 6 квітня, що також є значним випередженням стандартних строків. Однак ранній початок весни не гарантував стабільного розвитку рослин, оскільки в першій декаді квітня та на початку травня спостерігалися короточасні заморозки інтенсивністю $-1\dots-3^{\circ}\text{C}$ на поверхні ґрунту, що могло негативно вплинути на сходи теплолюбних культур.

Кількість опадів за весняний сезон становила лише 38 мм, що є найнижчим показником за останні десятиліття (30% від норми). Найменша кількість опадів випала у квітні – лише 6 мм (19% норми), що створило значний дефіцит ґрунтової вологи. Травень також був надзвичайно посушливим, із 10 мм опадів

(24% норми), що викликало затримку у розвитку озимих культур і негативно позначилося на стані ярих посівів. Весна завершилася 10 травня, що на 5 днів раніше середнього показника, і тривала 56 днів, що є найкоротшою весною за останні роки.

Літній сезон 2024 року виявився одним із найспекотніших за останні десятиліття. Середня температура повітря за сезон склала $24,5^{\circ}\text{C}$, що на $3,3^{\circ}\text{C}$ вище за норму. Особливо аномальними були липень та серпень, коли середньомісячні температури досягали $+26,2^{\circ}\text{C}$ та $+24,7^{\circ}\text{C}$ відповідно. Максимальна температура повітря була зафіксована у другій декаді липня та становила $+42^{\circ}\text{C}$, а температура поверхні ґрунту перевищувала $+70^{\circ}\text{C}$, що створювало екстремальні умови для розвитку сільськогосподарських культур. Мінімальна температура за сезон спостерігалася у першій декаді вересня – $+3^{\circ}\text{C}$, однак на висоті 2 см від поверхні ґрунту зафіксовані слабкі заморозки до -1°C .

Загальна кількість опадів за літо становила лише 72 мм, що відповідає 39% середньобагаторічної норми. Червень був відносно вологим – 64 мм (108% норми), тоді як у липні випало лише 8 мм (14% норми), а серпень виявився повністю бездошовим. Така ситуація призвела до критичного дефіциту вологи в ґрунті, що стало причиною значного зниження врожайності пізніх ярих культур. Літо завершилося 21 вересня, тривало 134 дні, що на 8 днів довше за середньобагаторічний показник.

Осінній період 2024 року також характеризувався підвищеним температурним режимом, особливо у вересні, коли середньомісячна температура склала $+21^{\circ}\text{C}$ (на $6,5^{\circ}\text{C}$ вище норми). Жовтень також був аномально теплим ($+12,1^{\circ}\text{C}$), проте листопад відзначився різким похолоданням ($+3,2^{\circ}\text{C}$). Стійкий перехід середньодобової температури через $+10^{\circ}\text{C}$ у бік зниження, що визначає завершення вегетації теплолюбних культур, відбувся 10 жовтня, що на три дні пізніше кліматичної норми.

Загальна кількість опадів за осінній сезон становила 79 мм, що відповідає 65% норми. Найвологішим місяцем став листопад – 43 мм (70% норми), тоді як

вересень та жовтень відзначалися надзвичайно низькою кількістю опадів – 14 мм (47% норми) та 22 мм (71% норми) відповідно.

Зимовий період 2024–2025 років розпочався із відносно м'якої погоди. Листопад та грудень були теплішими за норму, що сприяло тривалій вегетації озимих культур. Стійкий перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ у бік зниження, що означає завершення вегетації, відбувся 8 листопада, що на тиждень пізніше середньостатистичних строків.

Загалом 2024 рік характеризувався надзвичайно високими температурами та значним дефіцитом опадів. Середньорічна температура становила $12,5^{\circ}\text{C}$, що на $5,1^{\circ}\text{C}$ вище за норму, а загальна сума опадів досягла лише 296 мм (60% від середньобагаторічного рівня), що робить цей рік одним із найпосушливіших за останні десятиліття. Найбільш виражені кліматичні аномалії включали теплу зиму, дуже посушливу весну, екстремально спекотне літо та нестачу вологи протягом усього року. Такі умови значно ускладнили вирощування сільськогосподарських культур, вимагаючи застосування зрошувальних технологій, використання посухостійких сортів та оптимізації агротехнічних заходів для мінімізації втрат урожаю.

2.3 Методика закладки та проведення дослідження

Природно–кліматичні умови Північного Степу України створюють сприятливі передумови для вирощування різних сільськогосподарських культур, серед яких соняшник займає одне з провідних місць. Однак високий рівень його продуктивності значною мірою залежить від ефективного захисту посівів від бур'янів, які можуть суттєво знижувати врожайність. Незважаючи на це, ще донедавна багато агропромисловців не приділяли належної уваги якості обприскування та ефективності застосування засобів захисту рослин. У багатьох господарствах внесення гербіцидів та інших препаратів здійснювалося без урахування оптимальних параметрів, використовуючи ті самі форсунки для

різних культур, без контролю якості розпилення, а також у несприятливих погодних умовах.

Низький рівень технічного забезпечення, використання застарілих обприскувачів із примітивними системами подачі робочого розчину, нестабільним тиском у системі та нерівномірним розподілом рідини між секціями штанги призводили до значних втрат ефективності препаратів. Такі фактори, як нерегульована по висоті штанга без системи стабілізації, коливання тиску, відсутність системи автоматичного контролю витрати робочої рідини, ставали причиною низької рівномірності покриття рослин препаратом, а отже – втрати його ефективності.

За останні роки ситуація суттєво змінилася на краще. Завдяки розвитку ринку сучасної агротехніки виробники мають змогу використовувати високопродуктивні обприскувачі, здатні обслуговувати значні площі за короткий час. Автоматизовані системи управління, широкозахватні штанги, активні підвіски та прецизійні системи внесення ЗЗР значно підвищують ефективність використання препаратів. Застосування сучасних технологічних розпилювачів, спеціально розроблених для різних типів обробки, мінімізує ризики нерівномірного покриття та підвищує якість внесення засобів захисту.

У сучасних умовах інтенсивного землеробства використання засобів захисту рослин залишається незамінним елементом агротехнологій. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО), щорічні втрати врожаю від шкочинних організмів у світі становлять близько 35%, з них 13,8% припадає на шкідників, 9,2% – на хвороби, а 12% – на бур'яни. Близько 40% загального обсягу світового виробництва продовольства забезпечується завдяки використанню засобів захисту рослин. Отже, правильне та науково обґрунтоване застосування пестицидів є не лише інструментом для підвищення врожайності, а й способом забезпечення стабільного виробництва екологічно безпечної продукції.

Проте у реальних умовах виробництва агровиробники нерідко стикаються з економічними обмеженнями, що змушує їх шукати шляхи скорочення витрат.

Обмежені фінансові ресурси, дефіцит сучасної обприскувальної техніки та запасних частин, значні площі обробки та прагнення мінімізувати витрати нерідко призводять до використання неякісних пестицидів або необґрунтованого зменшення норми внесення робочого розчину. Застосування дешевих генеричних препаратів, відсутність належної сертифікації та порушення регламентів обробки можуть суттєво знизити ефективність заходів захисту рослин, що призводить до фінансових втрат та зниження врожайності.

В умовах зростання вартості ресурсів та необхідності збереження природного балансу сільське господарство має адаптуватися до нових реалій. Важливим напрямком є оптимізація витрат шляхом впровадження новітніх технологій, таких як малооб'ємне обприскування та застосування дронів для внесення засобів захисту рослин. Використання БПЛА дозволяє значно зменшити витрати робочої рідини, скоротити втрати препарату через випаровування та підвищити точність обробки, що є критично важливим в умовах зростаючої економічної конкуренції та екологічних викликів.

Таким чином, підвищення ефективності застосування засобів захисту рослин є ключовим завданням для сучасного аграрного сектору. Раціональний підхід до вибору препаратів, застосування сучасної техніки та впровадження точних технологій обприскування дозволяють не лише знизити виробничі витрати, а й підвищити рентабельність виробництва, одночасно забезпечуючи стабільність агроєкосистеми та екологічну безпеку кінцевої продукції.

Польові дослідження проводили на виробничому полі ТОВ «Агресс+» у Дніпровському районі Дніпропетровської області протягом 2022–2024 років.

У виробничих умовах було закладено та проведено два окремих дослідження: перший – «Комплексне контролювання забур'яненості в посівах соняшника» (табл. 2.1), другий – «Ефективність застосування різних мікродобрив на посівах соняшника» (табл. 2.2).

Дослідні ділянки були розташовані систематично з трьома повтореннями. Кожна ділянка мала посівну площу 0,4 га (40×100 м) та облікову площу 0,24 га

(30×80 м). Сукупна площа, відведена під проведення дослідження, становила 11,0 га.

Дослід 1. Комплексне контролювання забур'яненості в посівах соняшника

Таблиця 2.1

Схема дослід з визначення дії страхового гербіциду Експрес Голд різними методами внесення

Норма робочого розчину, л/га, (А)	Доза гербіциду Експрес Голд, г/га (В)	Прилипач, 0,1% до робочого розчину(С)
Контроль (без застосування ЗЗР)	–	–
7	20	Тренд 90
	30	
	40	
50	20	Тренд 90
	30	
	40	
50	20	Естерліп
	30	
	40	
100	20	Тренд 90
	30	
	40	
100	20	Естерліп
	30	
	40	
150	20	Тренд 90
	30	
	40	
150	20	Естерліп
	30	
	40	
200	20	Тренд 90
	30	
	40	
200	20	Естерліп
	30	
	40	



**Рис 2.1. Внесення ЗЗР і мікродобрив
(ліворуч штанговий обприскувач, праворуч «Дрон»)**

Фактично було проведено два дослідження: перше – на визначення ефективності різних доз гербіциду та норм впливу робочої рідини, друге – на встановлення ефективності застосування мікродобрив на посівах соняшнику. Схема першого дослідження включала варіанти застосування гербіциду Експрес Голд з різними дозами 20, 30 та 40 гр. і норми розливу робочої рідини 50, 100, 150, 200 і 7 л на 1 га. Гербіцид вносили наземним способом та за допомогою БПЛА у фазі 3–4 пар справжніх листків соняшнику. До робочого розчину додавали ПАР Тренд та Естерліп у концентрації 0,1 % згідно з рекомендаціями виробника.

Внесення робочого розчину в обсязі 7 л/га здійснювали за допомогою дрона, тоді як норми від 50 до 200 л/га вносили штанговим обприскувачем.

За даною схемою досліджено 3 види мікродобрив та 3 норми внесення, порівняно з контролем. Норма вилливу робочої рідини складала 150л/га (табл. 2.4).

Дослідні ділянки систематично розміщували в трьох повтореннях. Площа посіву кожної ділянки становила 0,44 га (11×400 м), а облікова – 0,22 га (11×220 м). Загальна площа дослідів становила 15,3 га.

Дослід 2. Ефективність застосування різних мікродобрив на посівах соняшника

Таблиця 2.4

Ефективність застосування різних мікродобрив на посівах соняшника

Мікродобрива (Фактор А)	Доза використання, л/га (Фактор В)
Контроль (без внесення мікроелементів)	–
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0
	2,0
	3,0
Торфовіт В/Мо	1,0
	1,25
	1,5
Торфовіт Zn/N	0,5
	1,0
	1,5

Схема другого дослідів включала внесення таких мікродобрив: Торфовіт Хелат комплекс, Торфовіт В/Мо, Торфовіт Zn/N. Ці препарати застосовували у фазі 3–4 пар справжніх листків соняшнику з витратою робочого розчину 150 л/га.

Технологія вирощування соняшнику, в обох дослідів, відповідала загальноприйнятими рекомендаціям для північної частини Степової зони України. Соняшник висівався у 5–пільній зерно–просапній сівозміні. Попередником соняшнику була кукурудза. Основний обробіток ґрунту (оранку)

проводили оборотним плугом Lemken Diamant 11 на глибину 25–27 см. Навесні поверхню ґрунту вирівнювали бороною «Соломія» для збереження доступної ґрунтової вологи. Перед сівбою ґрунт обробляли передпосівним комплексом Компактомат на глибину 5–6 см для формування рівномірного та придатного для проростання насіння соняшнику ложа. Сівба проводили сівалкою точного висіву Horsch Maestro з нормою висіву 55 тис. насінин/га, глибиною 4,0 см, міжряддями 70,0 см та одночасним внесенням мінеральних добрив у дозі N₂₀P₂₀. Засоби захисту рослин вносили за допомогою навісного штангового обприскувача Amazone. Розрахунок урожайності та спостереження на дослідних ділянках проводили за загальноприйнятими методиками Ушкаренко В.О. [101], Стіл Р.Д. [100].

2.4. Матеріали для проведення дослідів

Гібрид соняшнику Суомі (від компанії Syngenta) – гібрид соняшнику інтенсивного типу з високим потенціалом урожайності та підвищеною стійкістю до хвороб.

Цей гібрид належить до середньоранньої групи стиглості. Вегетаційний період становить у середньому 105–110 днів, що дозволяє ефективно використовувати його у зонах із коротким вегетаційним періодом або у сівоzmінах із пізними строками сівби.

Рослина середньоросла або вище середньої висоти, із міцним прямостоячим стеблом, добре облистяна, що сприяє рівномірному фотосинтезу. Кошик середнього діаметра, випуклої або злегка увігнутої форми, розташований напівнахилено, що забезпечує рівномірне досягання насіння. Насіння велике, із високим вмістом олії – до 50–52%.

Суомі вирізняється стійкістю до вовчка (раси А–F) та має толерантність до основних збудників хвороб, таких як фомоз, фомопсис, біла і сіра гнилі, іржа. Характеризується високою посухостійкістю та стійкістю до вилягання, що

робить його надійним вибором для вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах, зокрема в умовах Степу та Лісостепу України.

Гібрид придатний для вирощування за класичною технологією. Має добру реакцію на покращення агрофону, особливо при внесенні повного мінерального добрива та оптимізації режиму вологи.

Потенційна врожайність — до 50 ц/га, у виробничих умовах стабільно формує 35–42 ц/га залежно від агрофону та погодних умов.

Гербіцид Експрес Голд (виробник компанія FMC Corporation (FMC)).
Препаративна форма: водорозчинні гранули; діюча речовина трибенурон–метил – 562,5 г/кг, тифенсульфурон–метил – 187,5 г/кг. Гербіцид Експрес Голд двокомпонентний гербіцид системної дії.

Цей препарат містить 2 діючі речовини, які швидко проникають в листя і рухаються до точки росту бур'янів. Завдяки своїй дії вони блокують важливий фермент – ацетолактатсинтазу. В результаті поділ клітин припиняється і бур'яни гинуть.

Гербіцид Експрес Голд застосовують тільки на соняшнику, вирощеному за технологією Експрес. Рекомендована виробником норма гербіциду 35 – 40 г/га.

Опис мікродобрив, використаних у дослідженні:

Хелат комплекс Торфовіт. Склад: Бор (В) – 18,0 г/л, Цинк (Zn) – 12,0 г/л, Мідь (Cu) – 7,5 г/л, Залізо (Fe) – 9,0 г/л, Марганець (Mn) – 9,0 г/л, Нікель (Ni) – 0,35 г/л, Кобальт (Co) – 0,35 г/л, Молібден (Mo) – 4,0 г/л, +3% гумінових кислот, + солі янтарної та фумарової кислот. Форма: розчинний концентрат (р.к.). Норма витрати: 1–3 л/га

Етаноламін бору – високоефективне, концентроване та легкозасвоюване мікродобриво, яке використовується переважно для позакореневого підживлення рослин, а також містить азот.

Бор – мікроелемент, при нестачі якого порушується гормональний, водний, азотний і мінеральний обмін рослин, що спричиняє розпад білків і загибель меристемних тканин. Дефіцит бору сприяє накопиченню аміаку та

амідів. Бор відіграє важливу роль у поділі клітин і синтезі білка, а також є необхідним компонентом клітинних мембран.

Бор сприяє росту і розвитку меристематичних тканин. При дефіциті бору, особливо в посівах з високим вмістом бору, сповільнюється ріст коренів і стебел, а при сильному дефіциті повністю відмирають точки росту як верхівкових, так і бічних пагонів. Бор сприяє нормальному перебігу процесів запилення і запліднення квітів і визначає кількість плодів і насіння. При його нестачі може опадати зав'язь і з'явитися порожнисте насіння. Бор регулює синтез і транспорт вуглеводів. При достатньому споживанні бору рослини краще засвоюють кальцій, азот і фосфор, оптимізуються процеси синтезу амінокислот і білка.

Молібден бере участь у синтезі амінокислот і білків, регулює процеси трансформації азоту в рослинах. Він також відіграє важливу роль у фіксації молекулярного азоту з атмосфери ризобіями та азотфіксуючими бактеріями. Крім того, молібден активізує окислювально-відновні процеси в рослинах і бере участь у вуглеводному, азотно-фосфорному обміні, синтезі вітамінів і хлорофілу, а також підвищує інтенсивність фотосинтезу.

Цинк відіграє важливу роль у каталізі ферментативних реакцій карбоксилювання та декарбоксилювання, входить до складу окисно-відновних та антиоксидантних ферментів і білків, що регулюють транскрипцію РНК. Дефіцит Zn призводить до порушення азотистого обміну і синтезу білка. Загалом від оптимального забезпечення цим елементом залежить близько 2800 білків рослин.

Zn також виконує структурну функцію як важливий мікроелемент, що впливає на стабільність клітинних мембран; Дефіцит Zn призводить до підвищення проникності корневих оболонок і подальшого виділення ексудатів (фосфору, амінокислот і вуглеводів), які служать їжею для патогенів і тим самим підвищують рівень зараження хворобою.

Крім своїх основних функцій у метаболізмі рослин, Zn також впливає на запилення та життєздатність насіння. Детоксикуючи токсичні кисневі радикали,

він зменшує абіотичні та екстра–абіотичні стреси, такі як патогенний тиск, посуха, спека, низькі температури та висока освітленість.

Торфовіт В/Мо. Склад: Азот (N) – 77,0 г/л Бор (B) – 155,0 г/л Молибден (Mo) – 25 г/л Форма: розчинний концентрат (р.к.). Норма витрати: 1 – 1,5 л/га

Позакореневе добриво з високим вмістом легкодоступного бору і відмінний компонент водних розчинів сечовини–аміаку. Рекомендується для усунення та профілактики дефіциту бору в сільськогосподарських і садових культурах.

Торфовіт Zn/N. Характеристика продукту: Склад: Азот (N) – 120,0 г/л Цинк (Zn) – 270,0 г/л Форма: розчинний концентрат (р.к.). Норма витрати: 0,5 – 1,5 л/га

Найефективнішим джерелом цинку для позакореневого підживлення та додавання у водні карбамідно–аміачні розчини є нітрат цинку. Рекомендується для усунення та профілактики дефіциту цинку в широкому спектрі сільськогосподарських культур, включаючи кукурудзу, пшеницю, картоплю, буряк і соняшник.

Фізіологічне значення цинку для рослин дуже широке. Цинк активує синтез цукру і крохмалю, підвищує загальний вміст вуглеводів, білка, аскорбінової кислоти і хлорофілу, підвищує посухостійкість, жаро– і холодостійкість рослин, а також відіграє важливу роль у каталізі ферментативних реакцій карбоксилювання і декарбоксилювання, а також входить до складу окисно–відновних і антиоксидантних ферментів і білків, що регулюють транскрипцію РНК. Дефіцит Zn призводить до порушення азотистого обміну і синтезу білка. Zn також виконує структурну функцію як незамінний мікроелемент, що впливає на стабільність клітинних мембран; Дефіцит Zn призводить до підвищення проникності мембран кореневої системи і, як наслідок, до виділення ексудатів (фосфору, амінокислот і вуглеводів), які забезпечують живлення патогенних мікроорганізмів і, таким чином, підвищують рівень зараження хворобами. Крім своїх основних функцій у метаболізмі рослин, Zn також впливає на запилення та життєздатність насіння. Шляхом детоксикації

токсичних радикалів кисню, він пом'якшує абіотичні та екстра–абіотичні стреси, такі як тиск патогенів, посуха, спека, низькі температури та високий рівень освітлення.

Перелік обліків і спостережень включав:

1. Фенологічні спостереження: відмічали всі стадії розвитку соняшнику (дати сходів, появи 3–4 пари справжніх листків, утворення кошиків, цвітіння, повної стиглості).

2. Коефіцієнт водоспоживання рослинами соняшника.

3. Біометричні виміри включали визначення висоти рослин, площі листкової поверхні.

4. Забур'яненість посівів встановлювали кількісно–ваговим методом, шляхом накладання рамок розміром 1 м^2 у 3^x повтореннях на кожній ділянці [91].

5. Перед збиранням врожаю на кожному варіанті відбирали по 50 кошиків для визначення діаметру, озерненості, маси насіння з кошика, масу 1000 насінин.

6. Збирання врожаю проводили комбайном «NewHolland CX 8.80» поділянково, облік врожаю–суцільний. В пробах насіння, які відбирали при збиранні, визначали вологість, олійність.

8. Економічну оцінку окремих елементів технології вирощування соняшнику виконували за рекомендаціями ННЦ «Інститут аграрної економіки»;

9. Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за допомогою ПК та додатку “Matobrab”.

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ НОРМ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ НОРМ ГЕРБІЦИДІВ ТА ПРИЛИПАЧІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

3.1. Вплив контролювання забур'яненості на біометричні показники та водоспоживання рослин соняшнику

Існує широкий простір для підвищення врожайності соняшнику шляхом виправлення багатьох обмежень, які впливають на його продуктивність. Серед них бур'яни, які конкурують за простір, вологість ґрунту, світло та поживні речовини, і є головною загрозою, що призводить до втрати врожаю насіння від 45 до 65 відсотків [274].

Бур'яни вважаються одним із основних факторів, що знижують кількість і якість сільськогосподарської продукції [284]. Соняшник має високе стебло, широке листя та потужну кореневу систему. Він більш конкурентоспроможний з бур'янами, ніж інші культурні рослини. Але оскільки соняшник розвиваються не так швидко, як бур'яни, то на ранніх термінах (через 1–1,5 місяці після посіву) конкурує з бур'янами і не може виявляти однорідний розвиток рослин на полі. Цей період вважається критичним для соняшнику. Бур'яни, які проростають у той самий місяць, що й соняшник, швидко розвиваються та створюють тиск на соняшник [285].

Ігнорування росту бур'янів призводить до величезних втрат поживних речовин. Зменшення врожайності залежить від різних аспектів, таких як щільність бур'янів, час і тривалість конкуренції бур'янів [275]. Встановлено, що критичний період конкуренції бур'янів становить від 20 до 49 днів після посіву [274]. Незважаючи на те, що соняшник є поганим конкурентом проти бур'янів через повільний ріст на ранній стадії, він недостатньо швидко вкриває землю, щоб запобігти розвитку бур'янів. Тому ранній контроль бур'янів проти однорічних бур'янів має важливе значення для гарного врожаю [276].

Вплив бур'янів на культуру залежить від різних факторів, зокрема різновидів шкодочинної рослинності, густоти заростання бур'янів, часу сходів

бур'янів, життєвого циклу культури, часу посадки культури, ґрунту та кліматичних умов [277]. Комбінація цих факторів може визначати тривалість допустимої конкуренції та періоду без бур'янів [278, 279], а також дозволяє встановити відповідний час для боротьби з бур'янами, щоб запобігти втраті врожаю культури вище визначеного рівня [280].

Наявність бур'янів більше 3 тижнів після сходів впливає на ріст, розвиток соняшнику, тривалість вегетаційного періоду та складові врожаю [281, 282]. Це підкреслює важливість ранньої боротьби з бур'янами, яка забезпечує кращий ріст і продуктивність соняшнику. Висота рослини, діаметр кошика та маса 1000 зерен значно зменшується зі збільшенням тривалості впливу бур'янів [283].

Аналіз результатів засвідчив (табл. 3.1), що досліджувані фактори суттєво впливали на тривалість окремих фенологічних фаз і загальну тривалість вегетаційного періоду культури порівняно з контрольним варіантом, у якому цей показник складав 108 днів.

За контрольних умов тривалість вегетаційного періоду соняшника була найкоротшою та становила 108 днів, при цьому фаза від сходів до формування кошика тривала 29 днів, фаза повного цвітіння – 17 днів, а фаза формування насіння до дозрівання – 49 днів.

Внесення гербіциду з прилипачем Тренд 90 при нормі робочого розчину 7 л/га сприяло незначному подовженню вегетації (115 днів) порівняно з контролем, переважно за рахунок збільшення тривалості фаз від сходів до формування кошика (35 днів) та повного цвітіння (22 дні). Водночас за збільшення дози гербіциду від 20 до 40 г/га при нормі 7 л/га спостерігалось скорочення загальної тривалості вегетації до 109–111 днів.

При нормі робочого розчину 50 л/га встановлено помітне збільшення тривалості вегетації, зокрема при застосуванні прилипача Естерліп. Найдовший вегетаційний період (117 днів) був зафіксований при дозі гербіциду 30 г/га у поєднанні з прилипачем Естерліп. Збільшення дози гербіциду до 40 г/га зберігало пролонговану тривалість вегетаційного періоду (116 днів). При цьому фаза формування кошиків також була подовженою (до 41 дня за дози 30 г/га).

Таблиця 3.1

**Тривалість міжфазних періодів і всього вегетаційного періоду
соняшника за різних варіантів досліду, діб**

Норма робочого розчину, л/га, (А)	Доза гербициду, (В)	Прилипач, (С)	Періоди				
			сівба– сходи	сходи– утворен– ня кошиків	утворен– ня кошиків– цвітіння	цвітіння– повна стиглість	сівба– повна
Контроль			13	29	17	49	108
7	20	Тренд 90	13	35	22	45	115
	30		13	32	19	45	109
	40		13	29	18	51	111
50	20	Тренд 90	13	39	21	46	119
	30		13	39	20	45	117
	40		13	34	17	47	111
50	20	Естерліп	13	38	20	40	111
	30		13	41	20	43	117
	40		13	40	19	44	116
100	20	Тренд 90	13	39	18	41	111
	30		13	37	20	45	115
	40		13	36	21	45	115
100	20	Естерліп	13	37	22	43	115
	30		13	44	21	44	122
	40		13	46	17	41	117
150	20	Тренд 90	13	44	17	43	117
	30		13	44	18	40	115
	40		13	44	20	40	117
150	20	Естерліп	13	43	21	45	122
	30		13	42	20	44	119
	40		13	40	22	40	115
200	20	Тренд 90	13	47	17	49	126
	30		13	46	19	45	123
	40		13	46	20	45	124
200	20	Естерліп	13	46	18	48	125
	30		13	47	20	44	124
	40		13	47	22	44	126

За норми робочого розчину 100 л/га тривалість вегетації змінювалась від 111 до 122 діб. Найдовший період вегетації (122 дні) зафіксовано за дози гербициду 30 г/га з прилипачем Естерліп. За цієї норми робочого розчину

тривалість фаз також коливалась, найбільш подовженим був період від сходів до формування кошиків (до 44 днів).

На дослідних ділянках з нормою застосування робочого розчину 150 л/га спостерігалось додаткове збільшення тривалості вегетаційного періоду до 122 днів, зокрема при застосуванні Естерліпу з дозою гербіциду 20 г/га. Показники тривалості фаз від сходів до формування кошика були також максимальними – 43 доби, що свідчить про суттєвий вплив цього варіанту на розвиток соняшника.

Максимальна норма робочого розчину (200 л/га) призводила до значного збільшення тривалості вегетаційного періоду до 126 днів (найвищий показник). Це спостерігалось як при застосуванні прилипача Тренд 90, так і Естерліпу, що свідчить про значний вплив норми робочого розчину на тривалість періоду вегетації.

Таким чином, досліджувані фактори, зокрема норма робочого розчину, доза гербіциду і використання прилипачів, суттєво впливають на тривалість окремих міжфазних періодів та загальну тривалість вегетаційного періоду соняшника. Виявлено тенденцію до збільшення тривалості вегетації за вищих норм витрати робочого розчину та при використанні прилипача Естерліп, що може бути враховано під час розроблення технологій вирощування соняшника в умовах конкретних регіонів.

Хоча соняшник вважається більш стійким до посухи, ніж інші культури [286], дефіцит води та тепловий стрес можуть негативно вплинути на врожайність сім'янок і якість олії, залежно від часу виникнення стресу щодо фенології культури та ступеня компенсації між компонентами врожайності [287]. Зокрема, посуховий стрес призводить до раннього цвітіння та висипання насіння, а високі температури під час цвітіння негативно впливають на фотосинтез та швидкість транспірації, а також на запилення квіток, що призводить до зниження врожайності сім'янок [288].

Наведені результати таблиці 3,2 демонструють істотний вплив зазначених факторів на показники ефективності використання вологи рослинами.

Таблиця 3.2

**Коефіцієнт водоспоживання (м³/тону насіння) залежно від умов
вирощування соняшника**

Норма робочого розчину, л/га, (А)	Норма гербициду, (В)	Прилипач, (С)	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т				Відхилення +/-
			2022 р.	2023 р.	2024 р.	середнє	
Контроль			1888	1147	1615	1550	–
7	20	Тренд 90	1180	802	1079	1020	–530
	30		1158	826	1090	1025	–525
	40		1194	829	1106	1043	–507
50	20	Тренд 90	1355	802	1146	1101	–449
	30		1391	834	1183	1136	–414
	40		1513	894	1279	1229	–322
50	20	Естерліп	1801	829	1301	1310	–240
	30		1513	844	1229	1195	–355
	40		1355	900	1222	1159	–391
100	20	Тренд 90	1379	797	1146	1107	–443
	30		1436	821	1189	1149	–401
	40		1416	915	1257	1196	–354
100	20	Естерліп	1505	800	1189	1165	–385
	30		1241	869	1152	1087	–463
	40		1293	971	1250	1171	–379
150	20	Тренд 90	1150	824	1084	1019	–531
	30		1141	821	1079	1014	–536
	40		1443	922	1271	1212	–338
150	20	Естерліп	1361	804	1146	1104	–446
	30		1217	824	1112	1051	–499
	40		1222	903	1170	1099	–452
200	20	Тренд 90	1150	831	1090	1024	–526
	30		1212	831	1112	1052	–498
	40		1063	903	1095	1021	–529
200	20	Естерліп	1212	834	1117	1055	–496
	30		1267	869	1164	1100	–450
	40		1251	922	1196	1123	–427

У контрольному варіанті середній коефіцієнт водоспоживання за роки досліджень склав 1550 м³/т. Внесення гербицидів з різними дозами та

використання прилипачів дозволило суттєво знизити цей показник, що свідчить про позитивний вплив застосовуваних агротехнологічних заходів.

За найменшої норми витрати робочого розчину (7 л/га) при внесенні дроном із застосуванням прилипача Тренд 90 найнижчий коефіцієнт водоспоживання спостерігався при дозі гербіциду 20 г/га і становив 1020 м³/т, що на 530 м³/т менше порівняно з контролем. Підвищення дози гербіциду до 40 г/га призвело до деякого збільшення показника до 1043 м³/т (проте економія вологи залишилась високою, –507 м³/т).

При нормі виливу робочої рідини 50 л/га середній показник коефіцієнту водоспоживання був на рівні 1101–1310 м³/т, при чому найнижча межа зафіксована при дозі гербіциду 20 г/га у поєднанні з прилипачем Тренд 90, що на 449 м³/т менше від контролю, а найвищий показник (1310 м³/т) був при внесенні 20 г/га з прилипачем Естерліп з різницею 240 м³/т порівняно з контролем.

При збільшенні витрати робочого розчину до 100 л/га середні показники коефіцієнта водоспоживання коливались у межах 1087–1196 м³/т. Найкращий результат отримано при дозі гербіциду 30 г/га з використанням прилипача Естерліп – 1087 м³/т, що на 463 м³/т менше за контроль. Підвищення дози гербіциду до 40 г/га призводило до зростання коефіцієнта водоспоживання до 1171 м³/т, що на 379 м³/т нижче контрольного показника.

Застосування максимальної норми робочого розчину (200 л/га) дозволило отримати найменші коефіцієнти водоспоживання, особливо при дозі гербіциду 20 г/га з прилипачем Тренд 90 – 1024 м³/т (на 526 м³/т менше контролю). Однак подальше збільшення дози гербіциду не призводило до суттєвого поліпшення показника, залишаючи коефіцієнт водоспоживання у діапазоні 1052–1123 м³/т.

Загалом аналіз наведених результатів дозволяє зробити висновок, що застосування гербіцидів із додаванням прилипачів при різних нормах робочого розчину суттєво покращує ефективність водокористування рослинами соняшника. Найбільш оптимальною з позиції ефективного використання вологи виявилася норма робочого розчину 7 л/га у поєднанні з гербіцидом (20 г/га) та прилипачем Тренд 90, яка забезпечила найбільше зниження коефіцієнта

водоспоживання ($-530 \text{ м}^3/\text{т}$ до контролю). Водночас високі норми робочого розчину (150–200 л/га) не мали суттєвих переваг за цим показником.

Площа листової поверхні пов'язана з багатьма агрономічними та фізіологічними процесами, включаючи ріст, фотосинтез, транспірацію, перехоплення фотонів та енергетичний баланс [289].

Фотосинтетичний апарат листя рослин відіграє вирішальну роль у формуванні продуктивності всіх агроценозів. Цей орган виконує функцію фотосинтезу і в ньому відбувається утворення органічних речовин. Багато дослідників визначають оптимальну площу листя, наголошуючи на негативному впливі надмірного розвитку площі листя [290, 291]. Рослини соняшнику формують досить велику листову площу, яка досягає 50–80 тис. $\text{м}^2/\text{га}$ [292]. Однак рослини соняшнику зберігають такі показники площі листової поверхні протягом короткого часу, оскільки листки нижнього ярусу швидко припиняють фотосинтетичну активність і їх загальна площа зменшується [293].

Добре розвинений, оптимальний за обсягом і динамікою функціонування фотосинтетичний апарат є одним із факторів отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. Згідно з експериментальними дослідженнями вчених [294, 295] формування сухої речовини багатьох сільськогосподарських культур, у тому числі соняшнику, залежить від впливу природних і агротехнічних факторів. Різні стадії розвитку рослин, генетичні особливості сорто-гібридного складу, специфіка погодно-кліматичних умов і елементів технологій – усе це впливає на вміст сухої речовини в надземній масі соняшнику, який може значно змінюватись залежно від цих факторів. Дуже важливо встановити вплив природних та агротехнічних факторів на формування листової площі, фотосинтетичний потенціал агроценозу та чисту продуктивність фотосинтезу [296].

Таблиця 3.3 ілюструє вплив різних норм робочого розчину, доз гербіциду та типу прилипача на формування площі листової поверхні соняшнику у фазу повного цвітіння за період досліджень 2022–2024 років.

Аналіз отриманих даних засвідчив, що порівняно з контролем (середня площа листкової поверхні 29,19 тис. м²/га), у більшості досліджуваних варіантів зафіксовано суттєве збільшення цього показника, що свідчить про позитивний вплив застосування гербіцидного захисту та прилипачів.



Рис. 3.1 Визначення площі листкової поверхні (фото праворуч) і висоти рослин (фото ліворуч)

Встановлено, що збільшення норми робочого розчину до 100–150 л/га забезпечувало максимальний приріст листкової поверхні соняшнику. Зокрема, найвищі середні значення отримано за застосування робочого розчину у кількості 7 л/га із дозою гербіциду 30 г/га та прилипачем Тренд 90 (42,29 тис. м²/га), що на 13,10 тис. м²/га більше, ніж у контрольному варіанті. Також суттєве зростання площі листків (41,07 тис. м²/га; приріст +13,10 тис. м²/га) отримано за норми 7 л/га та 20 г/га гербіциду.

При аналізі впливу доз гербіциду виявлено, що найбільш ефективними для формування значної площі листкової поверхні були варіанти з дозами гербіциду в межах 20–30 г/га. Найнижчі показники площі листкової поверхні зафіксовано за максимальних доз гербіциду (40 г/га) при всіх нормах робочого розчину, що

може пояснюватись можливим негативним впливом підвищених концентрацій гербіциду на фізіологічні процеси рослин.

Таблиця 3.3

Площа листкової поверхні у фазу повного цвітіння залежно від досліджуваних факторів і їх варіантів, тис. м²/га

Норма робочого розчину, л/га, (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач, (С)	Роки				
			2022	2023	2024	Середня	+/- до контролю
Контроль			27,55	36,81	23,22	29,19	
7	20	Тренд 90	36,35	39,64	30,40	35,46	6,27
	30		35,42	37,40	29,13	33,98	4,79
	40		33,24	35,90	27,66	32,27	3,07
50	20	Тренд 90	34,78	34,90	27,87	32,52	3,32
	30		37,80	36,94	29,90	34,88	5,69
	40		36,88	33,27	28,06	32,74	3,54
50	20	Естерліп	28,65	42,55	28,48	33,23	4,03
	30		28,95	56,33	34,11	39,80	10,60
	40		29,72	40,32	28,02	32,69	3,49
100	20	Тренд 90	38,90	49,10	35,20	41,07	11,87
	30		30,96	42,64	29,44	34,35	5,15
	40		32,11	45,29	30,96	36,12	6,93
100	20	Естерліп	41,67	56,50	39,27	45,81	16,62
	30		35,90	63,53	39,77	46,40	17,21
	40		42,06	44,16	34,49	40,24	11,04
150	20	Тренд 90	33,76	49,01	33,11	38,63	9,43
	30		34,46	42,99	30,98	36,14	6,95
	40		36,75	37,04	29,52	34,44	5,24
150	20	Естерліп	39,47	45,94	34,16	39,86	10,66
	30		40,86	47,33	35,28	41,16	11,96
	40		37,00	44,21	32,48	37,90	8,70
200	20	Тренд 90	38,20	43,53	32,69	38,14	8,95
	30		42,11	31,11	29,29	34,17	4,98
	40		34,91	42,85	31,10	36,29	7,09
200	20	Естерліп	36,82	42,49	31,72	37,01	7,82
	30		34,16	40,55	29,88	34,86	5,67
	40		39,81	33,90	29,48	34,40	5,20

Щодо впливу типу прилипача, то використання Тренд 90 у багатьох випадках забезпечувало стабільно високий рівень формування листкового апарату, проте максимальне значення площі листкової поверхні (42,29 тис. м²/га) також зафіксовано саме за його використання при мінімальній нормі робочого розчину (7 л/га). Проте, позитивний вплив прилипача Естерліп також був суттєвим, особливо за норми робочого розчину 150 л/га з дозою гербіциду 30 г/га (41,16 тис. м²/га, +11,96 тис. м²/га порівняно з контролем).

Варто зазначити, що упродовж трьох років спостерігались суттєві коливання площі листкової поверхні, що зумовлено погодними умовами кожного окремого року. Найкращі показники отримано у 2023 році (максимум до 73,0 тис. м²/га), що свідчить про сприятливі умови для розвитку вегетативної маси соняшника.

Таким чином, проведений аналіз показав, що оптимальним для збільшення площі листкової поверхні є застосування робочого розчину у нормі 7 л/га з дозами гербіциду 20–30 г/га та прилипачем Тренд 90. Використання цих варіантів дозволяє суттєво збільшити фотосинтетичну поверхню рослин, створюючи передумови для підвищення врожайності та якості насіння соняшника.

Одним з параметрів, який суттєво впливає на врожайність, є висота рослини. Результати досліджень [305] вказують на наявність тісної корелятивної залежності між висотою рослини та кількістю листків на рослині, масою тисячі насінин, діаметром кошику. Зменшення висоти та збільшення товщини стебла підвищує стабільність соняшнику. Низькорослі гібриди мають такий самий потенціал урожайності, як і гібриди класичної висоти [306], з додатковою перевагою, що вони більш стійкі до вилягання та ламання стебла [307].

Отримані дані дозволяють констатувати, що досліджувані фактори позитивно впливали на розвиток рослин соняшника, збільшуючи їхню висоту порівняно з контрольним варіантом, де середня висота становила 124 см (табл. 3.4)

Таблиця 3.4

**Висота рослин у фазу повного цвітіння залежно від
досліджуваних факторів і варіантів, см**

Норма робочого розчину, л/га, (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач, (С)	Роки				
			2022	2023	2024	Середня	+/- до контролю
Контроль			116	149	106	124	-
7	20	Тренд 90	130	167	119	139	15
	30		129	158	115	134	10
	40		130	162	117	136	13
50	20	Тренд 90	142	158	120	140	16
	30		138	163	120	140	17
	40		128	158	114	133	10
50	20	Естерліп	129	160	116	135	11
	30		123	162	114	133	9
	40		135	144	112	130	7
100	20	Тренд 90	141	174	126	147	23
	30		128	170	119	139	15
	40		127	159	114	133	10
100	20	Естерліп	136	156	117	136	13
	30		135	163	119	139	15
	40		145	153	119	139	15
150	20	Тренд 90	130	158	115	134	11
	30		142	153	118	138	14
	40		134	156	116	135	12
150	20	Естерліп	139	153	117	136	13
	30		127	159	114	133	10
	40		134	167	120	140	17
200	20	Тренд 90	128	163	116	136	12
	30		130	165	118	138	14
	40		125	161	114	133	10
200	20	Естерліп	130	162	117	136	13
	30		127	160	115	134	10
	40		130	160	116	135	12

У варіанті з найменшою нормою витрати робочої рідини (7 л/га) спостерігалось збільшення висоти рослин соняшника залежно від доз гербіциду

з прилипачем Тренд 90. Найбільший приріст отримано при дозах 20 та 40 г/га – відповідно до 139 (+ 15 см до контролю) та 136 см (+ 13 см). Водночас при проміжній дозі (30 г/га) висота становила 134 см (+ 10 см до контролю).

При нормі витрати робочого розчину 50 л/га застосування гербіциду та прилипача Тренд 90 забезпечувало висоту рослин у межах 133–140 см, що перевищувало контрольний показник на 10–16 см. Використання прилипача Естерліп при аналогічних дозах гербіциду (20, 30, 40 г/га) показало менш виражений ефект 130–135 см (+ 7–11 см).

Підвищення норми витрати робочого розчину до 100 л/га забезпечило найбільше зростання висоти соняшника. Максимальний показник середньої висоти (147 см) зафіксовано при дозі гербіциду 20 г/га з прилипачем Тренд 90, що перевищувало контроль на 23 см. При інших дозах гербіциду та прилипачах середні показники коливались у межах від 133 до 139 см, перевищуючи контроль на 10–15 см.

Подальше підвищення норми робочого розчину до 150–200 л/га зумовлювало стабільно високі показники висоти рослин, проте не демонструвало додаткових переваг порівняно з нормою 100 л/га. Найвищі показники досягались за використання робочого розчину 150 л/га з гербіцидом у дозі 40 г/га з Естерліпом (+ 17 см до контролю). При нормі 200 л/га найкращий результат (138 см) отримано при дозі гербіциду 30 г/га з прилипачем Тренд 90 (+ 14 см до контролю).

Отже, застосування досліджуваних факторів (норми робочого розчину, дози гербіцидів, типу прилипача) дозволило суттєво збільшити висоту рослин соняшника у фазу повного цвітіння. Найбільш ефективною виявилася комбінація гербіциду в дозі 30 г/га з прилипачем Естерліп за норми витрати робочого розчину 100 л/га, що можна рекомендувати як оптимальну з точки зору максимального лінійного розвитку рослин.

3.2 Забур'яненість посівів соняшника залежно від доз гербіциду, норм робочого розчину та прилипачів

Аналіз отриманих даних засвідчив стабільну присутність у посівах низки поширених бур'янів, серед яких домінуючою за чисельністю була амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L), а також спостерігалися лобода біла (*Chenopodium album*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), осот польовий (*Cirsium arvense*) та мишій сизий (*Setaria glauca*) (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Облік посівів соняшника на забур'яненість перед внесенням гербіцидів

Ботанічний різновид	Кількість, шт./м ²	Маса бур'янів в сирому стані, г	Маса бур'янів в повітряно- сухому стані, г
2022 рік			
Амброзія полинолиста	25	8,52	1,86
Лобода біла	3		
Берізка польова	2		
Мишій сизий	3		
2023 рік			
Амброзія полинолиста	12	7,44	1,53
Лобода біла	3		
Осот польовий	3		
Мишій сизий	5		
2024 рік			
Амброзія полинолиста	21	9,31	1,93
Лобода біла	3		
Берізка польова	2		
Мишій сизий	3		

У 2022 році найбільша кількість бур'янів відзначена для амброзії полинолистої (25 шт./м²). Інші види були представлені у значно меншій кількості: лобода біла (3 шт./м²), берізка польова (2 шт./м²) та мишій сизий (3

шт./м²). Загальна маса бур'янів у сирому стані становила 8,52 г/м², а в повітряно-сухому стані – 1,86 г/м².



Рис. 3.2 Визначення забур'яненості перед внесення засобів ЗЗР

У 2023 році спостерігалось помітне зниження кількості амброзії до 12 шт./м². Водночас кількість інших бур'янів змінилася незначно: лобода біла та осот польовий мали однакову чисельність – по 3 шт./м², а мишій сизий – 5 шт./м². Загальна маса бур'янів була дещо нижчою порівняно з попереднім роком і становила 7,44 г/м² у сирому стані та 1,53 г/м² – повітряно-сухому стані.

У 2024 році відбулося повторне збільшення чисельності амброзії до 21 шт./м², при цьому чисельність інших бур'янів (лобода біла – 3 шт./м², берізка польова – 2 шт./м², мишій сизий – 3 шт./м²) практично не змінилась порівняно з 2022 роком. Загальна маса бур'янів у сирому стані була найвищою за період дослідження та становила 9,31 г/м², а в повітряно-сухому стані – 1,93 г/м².

Отже, аналіз наведених даних свідчить про домінування амброзії полинолистої у структурі забур'яненості посівів соняшника протягом усіх років дослідження. Значна частка цього виду та стабільна присутність інших бур'янів вказує на необхідність ефективного підбору гербіцидів, здатних забезпечити контроль саме цих видів для оптимізації умов росту та розвитку культури.

Таблиця 3.6 представляє результати обстеження посівів соняшника на забур'яненість без внесенням гербіцидів, а також ефективність застосування різних норм робочого розчину, доз гербіциду та типів прилипачів для зменшення кількості дводольних бур'янів через 25 днів після обробки.

У контрольному варіанті, де засоби захисту не застосовувалися, кількість дводольних бур'янів становила 25 шт./м², а бур'яни характеризувалися нормальним розвитком і активним ростом, що спричиняло пригнічення соняшника та створювало негативні умови для розвитку культури.

Застосування гербіцидів з нормою робочого розчину 7 л/га та прилипачем Тренд 90 забезпечило зменшення чисельності бур'янів залежно від дози препарату: при дозі 20 г/га кількість бур'янів знизилася до 14 шт./м², при дозі 30 г/га – до 12 шт./м², а при 40 г/га – до 10 шт./м². При цьому спостерігалось пригнічення росту бур'янів із вираженим пошкодженням точок росту, що проявлялося їх деформацією та посвітлінням забарвлення.

Підвищення норми робочого розчину до 50 л/га посилило ефективність дії гербіциду, особливо за максимальних доз (40 г/га). В цьому випадку кількість бур'янів знизилась до мінімального значення – 4 шт./м² (без прилипача), а з прилипачем Естерліп – до 8 шт./м².

Таблиця 3.6

Вплив норм робочого розчину, доз гербіцидів і прилипачів на забур'яненість посівів соняшника через 25 діб після внесення засобів захисту

Норма робочого розчину, л/га	Доза гербіциду	Прилипач, 0,1% до норми робочого розчину	Кількість дводольних бур'янів, шт./1м ²	Стан бур'янів
Контроль			25	рослини бур'янів активно вегетують, соняшник пригнічений, затримка росту і розвитку
7	20	Тренд 90	14	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	30	Тренд 90	12	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	40	Тренд 90	10	ріст зупинено, точка росту пошкоджена, рослини жовтіють, найменші відмирають
50	20	Тренд 90	16	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	30		15	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення, найменші рослини в стадії загибелі
	40		4	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення, рослини в стадії загибелі
50	20	Естерліп	13	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	30		18	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення, найменші рослини в стадії загибелі
	40		8	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення, рослини в стадії загибелі
100	20	Тренд 90	12	ріст зупинено, точка росту пошкоджена, рослини жовтіють

Продовження таблиці 3.6

	30		14	ріст зупинено, точка росту засихає, рослини жовтіють
	40		10	ріст зупинено, точка росту засихає, рослини жовтіють
100	20	Естерліп	13	ріст зупинено, точка росту пошкоджена, рослини жовтіють
	30		9	ріст зупинено, точка росту пошкоджена, рослини жовтіють, найменші відмирають
	40		9	ріст зупинено, точка росту пошкоджена, рослини жовтіють, найменші відмирають
150	20	Тренд 90	12	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	30		15	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	40		15	ріст зупинено, точка росту пошкоджена, рослини жовтіють, найменші відмирають
150	20	Естерліп	11	ріст зупинено, точка росту засихає, рослини жовтіють
	30		12	ріст зупинено, точка росту засихає, рослини жовтіють, найменші відмирають
	40		9	ріст зупинено, точка росту засихає, рослини жовтіють, найменші відмирають
200	20	Тренд 90	6	ріст зупинено, точка росту пошкоджена та має світліше забарвлення
	30		16	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення, рослини в стадії загибелі
	40		16	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення, рослини в стадії загибелі
200	20	Естерліп	9	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення
	30		6	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення, рослини в стадії загибелі
	40		16	ріст зупинено, точка росту деформована та має світліше забарвлення, рослини в стадії загибелі



Рис. 3.3 Вигляд міжрядь через 25 днів після внесення гербіциду

При нормі робочого розчину 100 л/га було досягнуто ще виразнішого ефекту. Найменшу забур'яненість забезпечила комбінація гербіциду в дозі 30 г/га з Естерліпом (9 шт./м²), що супроводжувалося активним пожовтінням бур'янів і початком їх загибелі. Варіанти з іншими дозами також продемонстрували високу ефективність, знижуючи чисельність бур'янів до 10–13 шт./м² із подібними симптомами пошкоджень.

За використання максимальної норми робочого розчину (150–200 л/га) з гербіцидом та прилипачами спостерігалася мінлива ефективність. Найбільш результативним варіантом виявилось застосування робочого розчину у нормі 150 л/га з дозою гербіциду 40 г/га та прилипачем Естерліп, де кількість бур'янів скоротилася до 9 шт./м², а стан бур'янів свідчив про значні пошкодження з тенденцією до повної загибелі.

Таким чином, аналіз наведених у таблиці результатів підтвердив, що застосування гербіцидів із використанням прилипачів та відповідною нормою робочого розчину суттєво знижує забур'яненість посівів соняшника та

спричиняє істотні пошкодження рослин бур'янів, особливо при дозах гербіциду 30–40 г/га і нормах робочого розчину 100–150 л/га з використанням прилипача Естерліп.

3.3 Елементи структури врожаю та урожайність насіння соняшника залежно від контролювання забур'яненості

Основною метою селекції соняшнику є створення продуктивних гібридних сортів F1 зі стабільною та високою врожайністю. Урожайність є комплексною ознакою, яка є результатом одноразових і масових ефектів [304].

Дефіцит вологи стає дедалі частішою проблемою для богарних умов та може призвести до зниження росту та втрат урожаю [297]. Соняшник є видом, який вважається стійким до тимчасового дефіциту вологи в ґрунті [298]; однак фактори, що посилюють посухи, можуть зменшити здатність цього виду переносити стресові умови.

Бур'яни також можуть діяти як агенти, що викликають абіотичні стреси, пов'язані з відсутністю основних ресурсів росту, таких як вода, світло та поживні речовини. Ця взаємодія відома як конкуренція [299].

Інтенсивність негативних наслідків конкуренції бур'янів з просапними культурами залежить від кількох факторів, таких як конкурентні характеристики культури та видів бур'янів. Соняшник вважається культурою з хорошою конкурентоспроможністю, завдяки своєму високому росту; однак він чутливий до конкуренції протягом перших тижнів після посадки [300]. Тому була запропонована гіпотеза про те, що конкуренція між бур'янами та вирощуваними культурами може посилити негативні наслідки, викликані дефіцитом вологи, з серйозними наслідками для компонентів росту культури.

Таблиця 3.7 демонструє результати досліджень щодо впливу норм робочого розчину, доз гербіциду та типів прилипачів на урожайність насіння соняшника протягом 2022–2024 років.

Таблиця 3.7

**Урожайність насіння соняшнику залежно від
досліджуваних факторів і варіантів, т/га**

Норма робочого розчину, л/га (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач (С)	Роки				
			2022	2023	2024	Середня	+/- до контролю
Контроль			1,65	2,37	1,37	1,80	-
7	20	Тренд 90	2,64	3,39	2,05	2,69	+0,90
	30		2,69	3,29	2,03	2,67	+0,88
	40		2,61	3,28	2,00	2,63	+0,84
50	20	Тренд 90	2,30	3,39	1,93	2,54	+0,75
	30		2,24	3,26	1,87	2,46	+0,66
	40		2,06	3,04	1,73	2,28	+0,48
50	20	Естерліп	1,73	3,28	1,70	2,24	+0,44
	30		2,06	3,22	1,80	2,36	+0,56
	40		2,30	3,02	1,81	2,38	+0,58
100	20	Тренд 90	2,26	3,41	1,93	2,53	+0,74
	30		2,17	3,31	1,86	2,45	+0,65
	40		2,20	2,97	1,76	2,31	+0,51
100	20	Естерліп	2,07	3,40	1,86	2,44	+0,65
	30		2,51	3,13	1,92	2,52	+0,72
	40		2,41	2,80	1,77	2,33	+0,53
150	20	Тренд 90	2,71	3,30	2,04	2,68	0,89
	30		2,73	3,31	2,05	2,70	+0,90
	40		2,16	2,95	1,74	2,28	+0,49
150	20	Естерліп	2,29	3,38	1,93	2,53	+0,74
	30		2,56	3,30	1,99	2,62	+0,82
	40		2,55	3,01	1,89	2,48	+0,69
200	20	Тренд 90	2,71	3,27	2,03	2,67	+0,88
	30		2,57	3,27	1,99	2,61	+0,81
	40		2,93	3,01	2,02	2,65	+0,86
200	20	Естерліп	2,57	3,26	1,98	2,60	+0,81
	30		2,46	3,13	1,90	2,50	+0,70
	40		2,49	2,95	1,85	2,43	+0,63
НІР ₀₅ , т/га,			0,10	0,12	0,09		
	для норм р.р.		0,12	0,14	0,10		
	для доз гербіциду		0,10	0,11	0,10		
	для прилипачів						

Отримані дані засвідчують суттєвий вплив досліджуваних факторів на рівень урожайності порівняно з контролем, де середній показник за три роки становив 1,80 т/га.

Найбільший приріст урожайності спостерігався при мінімальній нормі витрати робочого розчину (7 л/га) з гербіцидом і прилипачем Тренд 90.

В цьому випадку середня врожайність сягала 2,69 т/га за дози гербіциду 20 г/га, що на 0,89 т/га перевищувало контрольний варіант. Збільшення дозування гербіциду до 30 і 40 г/га незначно знижувало цей показник до 2,67 і 2,63 т/га відповідно, хоча приріст до контролю залишався високим (від 0,84 до 0,88 т/га).

При нормі витрати робочого розчину 50 л/га відзначено дещо нижчий рівень ефективності, проте застосування гербіциду (20 г/га) з прилипачем Тренд 90 забезпечило середню врожайність на рівні 2,54 т/га (+0,75 т/га до контролю). Найнижчі показники за цієї норми робочого розчину були отримані при максимальній дозі гербіциду (40 г/га з прилипачем Тренд) – 2,28 т/га, що перевищувало контроль лише на 0,48 т/га.

За збільшення норми робочого розчину до 100 л/га найвищу врожайність (2,53 т/га, +0,74 т/га до контролю) забезпечила комбінація гербіциду (20 г/га) з Тренд 90. Аналогічна ефективність була зафіксована при дозі гербіциду 30 г/га з прилипачем Естерліп (2,52 т/га, +0,72 т/га до контролю). Водночас подальше збільшення дози гербіциду призводило до зниження середньої врожайності.

У групі ділянок з нормами використання робочого розчину 150 та 200 л/га отримано стабільно високі показники урожайності. При нормі 150 л/га найвищий результат (2,70 т/га, +0,90 т/га до контролю) забезпечила доза гербіциду 30 г/га з Тренд 90, що вказує на доцільність застосування цієї комбінації. При нормі 200 л/га найкращий результат отримано за дози гербіциду 20 г/га з прилипачем Тренд 90 (2,67 т/га, +0,88 т/га до контролю), хоча й інші варіанти були близькими за показниками (2,61–2,65 т/га).

Таким чином, аналіз результатів дослідження дозволяє зробити висновок, що внесення гербіциду з використанням прилипачів та різних норм витрати робочого розчину значно підвищує врожайність насіння соняшника. Найвища

ефективність встановлена за мінімальної норми витрати робочого розчину (7 л/га) з використанням гербіциду у дозі 20 г/га та прилипача Тренд 90 та (150 л/га) доза гербіциду 30 г/га з Тренд 90, що може бути рекомендовано як найбільш оптимальні варіанти для впровадження у виробництво.

Маса 1000 насінин є одним із найважливіших показників якості. Цей фактор різниться між різними видами рослин, сортами та гібридами в межах одного виду та умов вирощування [301]. Маса 1000 насінин є ознакою сорту чи гібриду і є відображенням міцності та наповненості зерна. Маса 1000 насінин є змінною ознакою, і як така вона знаходиться під впливом генетичних факторів і факторів середовища [302]. Варіабельність розміру цієї ознаки характерна як для різних генотипів в одній місцевості, так і для одного генотипу в різних місцевостях. Також було доведено, що за сприятливих умов протягом вегетації збільшується як вихід насіння з одиниці площі, так і маса 1000 насінин [303].

Аналіз отриманих даних стосовно формування маси 1000 насінин соняшника підтвердив суттєвий вплив досліджуваних факторів на формування цього важливого якісного показника врожаю порівняно з контролем, де середня маса 1000 насінин становила 39,3 г (табл. 3.8).

Найбільший приріст маси 1000 насінин спостерігався у варіантах із вищими нормами робочого розчину (100–150 л/га), що пояснюється рівномірним покриттям рослин, кращим проникненням робочого розчину та зниженням конкуренції з бур'янами. При застосуванні 100 л/га та 40 г/га гербіциду з прилипачем Тренд 90 середній показник маси 1000 насінин склав 46,6 г, що на 7,3 г більше, ніж у контрольному варіанті.

Залежність між нормою робочого розчину та масою 1000 насінин чітко простежується також у варіантах із нормою 150 л/га. Так, при дозі гербіциду 30 г/га та використанні прилипача Тренд 90 середня маса насіння становила 48,2 г, що перевищує контрольний показник на 8,9 г. Це свідчить про значну роль забезпечення оптимальної гербіцидної ефективності для підвищення якості насіння.

**Маса 1000 насінин соняшника залежно від
досліджуваних факторів і варіантів, г**

Норма робочого розчину, л/га (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач (С)	Роки				
			2022	2023	2024	Середня	+/- до контролю
Контроль			31,9	60,4	25,7	39,3	-
7	20	Тренд 90	39,5	60,0	29,3	42,9	3,6
	30		38,1	61,0	29,1	42,8	3,4
	40		37,3	63,8	30,1	43,7	4,4
50	20	Тренд 90	38,1	61,2	29,2	42,8	3,5
	30		44,3	64,2	33,8	47,4	8,1
	40		38,7	60,6	29,2	42,9	3,5
50	20	Естерліп	33,9	64,0	28,5	42,1	2,8
	30		39,2	61,8	30,1	43,7	4,3
	40		35,5	61,0	27,8	41,5	2,1
100	20	Тренд 90	37,8	62,0	29,5	43,1	3,8
	30		38,4	64,4	31,0	44,6	5,2
	40		37,6	68,8	32,8	46,6	10,7
100	20	Естерліп	37,0	63,4	29,8	43,4	4,1
	30		37,8	64,8	30,9	44,5	5,2
	40		35,7	64,0	29,4	43,1	3,7
150	20	Тренд 90	39,7	61,0	29,9	43,6	4,2
	30		37,1	73,0	34,6	48,2	8,9
	40		38,1	63,8	30,5	44,1	4,8
150	20	Естерліп	38,1	64,6	30,9	44,6	5,2
	30		38,9	62,4	30,2	43,9	4,5
	40		37,1	64,2	30,2	43,9	4,5
200	20	Тренд 90	37,4	62,8	29,7	43,3	4,0
	30		38,6	60,0	28,9	42,5	3,1
	40		40,0	64,0	31,6	45,2	5,9
200	20	Естерліп	36,0	68,8	31,9	45,6	6,2
	30		36,0	62,6	28,9	42,5	3,2
	40		37,7	60,6	28,7	42,3	3,0

Аналіз ефективності використання прилипачів вказує на їх позитивний вплив на формування маси насіння. Зокрема, у варіанті з 200 л/га, 40 г/га

гербициду та прилипачем Естерліп середня маса 1000 насінин сягнула 45,6 г (+6,2 г до контролю). Це підтверджує доцільність застосування прилипачів для кращого проникнення робочого розчину та ефективнішої гербицидної дії.

За роками досліджень найвищі показники маси 1000 насінин спостерігалися у 2023 році, де максимальне значення (73,0 г) отримано у варіанті 150 л/га, 30 г/га гербициду, Тренд 90. Це свідчить про сприятливі погодні умови для накопичення маси насіння та ефективну взаємодію гербициду з рослиною.

Важливим параметром, який безпосередньо впливає на врожайність, є діаметр кошика та вихід насіння з нього. Діаметр кошика є дуже важливою ознакою в структурі врожайності насіння соняшнику. Розмір діаметра кошику впливає на кількість квіток і насіння, що безпосередньо впливає на врожайність насіння з рослини. Розмір кошика повинен бути середнім, діаметром 20–25 см і з щільним епідермісом. Збільшення розміру кошика вище оптимального значення призводить до зниження врожайності насіння (г/кошик), збільшення відсотка лущиння, збільшення кількості порожніх насіння та зниження вмісту олії в насінні [308]. Кошик соняшника має змінний діаметр; це залежить від генотипу, факторів середовища та взаємодії між цими параметрами [309].

Встановлено, що у контрольному варіанті (без застосування гербициду і прилипача) середній діаметр кошика становив 14,8 см, із яких озернена частина була 12,5 см, а вихід зерна – 57,3%. Застосування досліджуваних факторів позитивно впливало на ці показники, хоча ефективність варіювала залежно від конкретних варіантів досліду (табл. 3.9).

При нормі робочого розчину 7 л/га найбільший діаметр озерненої частини кошика отримано при дозі гербициду 20 г/га та 30 г/га з прилипачем Тренд 90 (15,6 см), максимальний вихід зерна був за дози 20 г/га – 65,3%. Підвищення дози до 40 г/га знижувало ефективність до рівня 59,9%, при незначному зменшенні озерненої частини кошика.

При нормі робочого розчину 50 л/га найбільший діаметр озерненої частини кошика отримано при дозі гербициду 20 г/га з прилипачем Тренд 90 (13,1 см), хоча вихід зерна максимальний був за дози 30 г/га – 59,4% з прилипачем

Естерліп. Підвищення дози до 40 г/га знижувало ефективність до рівня 58,6–58,9%, при незначному зменшенні озерненої частини кошика.

Таблиця 3.9

Діаметр та вихід насіння з кошика залежно від норм робочого розчину, доз гербіцидів і прилипачів

Норма робочого розчину, л/га (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач (С)	Діаметр кошика, см			Вихід насіння з кошика, %
			всього	пустої середи- дини	озерненої частини	
Контроль			14,8	2,6	12,2	57,3
7	20	Тренд 90	15,6	2,3	13,3	65,3
	30		15,6	2,3	13,3	64,0
	40		15,0	2,7	12,3	59,9
50	20	Тренд 90	15,3	2,5	12,8	58,6
	30		15,2	2,5	12,6	63,2
	40		15,0	2,7	12,3	58,6
50	20	Естерліп	14,9	2,8	12,2	57,9
	30		15,1	2,6	12,4	59,4
	40		15,1	2,6	12,5	57,2
100	20	Тренд 90	15,2	2,5	12,8	58,9
	30		15,2	2,6	12,6	60,3
	40		15,0	2,7	12,3	65,8
100	20	Естерліп	15,2	2,6	12,6	59,2
	30		15,2	2,5	12,7	60,3
	40		15,0	2,7	12,4	58,8
150	20	Тренд 90	15,4	2,3	13,1	59,3
	30		15,4	2,3	13,1	64,0
	40		15,0	2,7	12,3	59,9
150	20	Естерліп	15,2	2,5	12,8	60,3
	30		15,3	2,4	12,9	59,6
	40		15,2	2,5	12,7	59,6
200	20	Тренд 90	15,4	2,3	13,1	59,1
	30		15,3	2,4	12,9	58,2
	40		15,4	2,3	13,0	61,0
200	20	Естерліп	15,3	2,4	12,9	61,3
	30		15,2	2,5	12,7	58,3
	40		15,1	2,6	12,6	58,1

При нормі робочого розчину 100 л/га найкращі результати були досягнуті при дозі гербіциду 40 г/га з прилипачем Тренд 90, де вихід насіння досяг максимального значення – 65,8%, що значно перевищувало контроль (на 8,5%). Інші варіанти демонстрували також високі результати (59,2–60,3%).

Збільшення норми робочого розчину до 150 л/га показало стабільний позитивний вплив на показники структури врожаю. Найкращі результати (діаметр 15,2–15,3 см і вихід зерна 60,3%) були отримані за використання Естерліпу в дозах гербіциду 20–30 г/га. Також ефективним виявилось застосування гербіциду з Тренд 90 у дозі 30 г/га, де вихід зерна становив 64,0%.

Максимальна норма робочого розчину (200 л/га) забезпечила стабільно високі показники розвитку кошиків (15,3–15,4 см) і виходу насіння (61,0–61,3%). Найкращий результат досягнутий із прилипачем Естерліп при дозі гербіциду 20 г/га, де вихід зерна склав 61,3%.

3.4 Олійність та вихід олії з насіння соняшника залежно від контролювання забур'яненості

Дві найважливіші економічні ознаки соняшнику – урожайність насіння та вміст олії. Однак вони знаходяться під сильним впливом факторів зовнішнього середовища, мають складну спадковість. Культурний соняшник демонструє значну варіабельність вмісту олії, тоді як вміст олії в дикому виді, як правило, низький [310]. Походження рослинного матеріалу, засміченість поля бур'янами та погодні умови мають великий вплив на вміст олії в насінні [311]. Існують позитивні та дуже значущі зв'язки між вмістом олії в насінні з одного боку та діаметром кошика, виходом насіння з кошику та масою 1000 насінин з іншого [312].

Аналіз отриманих даних засвідчив, що застосування досліджуваних факторів позитивно впливало на олійність насіння порівняно з контрольним варіантом, де середня олійність становила 48,4% (табл. 3.10).

При використанні робочого розчину в нормі 7 л/га з гербіцидом і прилипачем Тренд 90 спостерігалось стабільне збільшення олійності насіння. Найбільший показник (50,5%) отримано при дозі гербіциду 30 г/га (+2,1% до

контролю). Варіанти з дозами 20 і 40 г/га також були ефективними, забезпечуючи приріст олійності відповідно на 1,8% та 1,4%.

Таблиця 3.10

**Олійність насіння соняшнику залежно від
досліджуваних факторів і варіантів, %**

Норма робочого розчину, л/га (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач (С)	Роки				
			2022	2023	2024	Середня	+/- до контролю
Контроль			47,6	49,5	48,1	48,4	
7	20	Тренд 90	48,5	52,0	49,8	50,1	1,8
	30		48,8	52,4	50,2	50,5	2,1
	40		48,4	51,5	49,5	49,8	1,4
50	20	Тренд 90	47,4	51,6	49,1	49,4	1,0
	30		47,6	51,7	49,2	49,5	1,1
	40		47,3	52,4	49,4	49,7	1,3
50	20	Естерліп	47,6	51,3	49,0	49,3	0,9
	30		48,9	52,1	50,1	50,4	2,0
	40		47,3	52,5	49,5	49,8	1,4
100	20	Тренд 90	47,7	52,0	49,4	49,7	1,3
	30		48,9	51,9	50,0	50,3	1,9
	40		47,4	52,1	49,0	49,5	1,1
100	20	Естерліп	48,1	51,6	49,5	49,7	1,4
	30		48,9	51,5	49,8	50,1	1,7
	40		46,6	52,5	49,1	49,4	1,0
150	20	Тренд 90	48,8	52,1	50,0	50,3	2,0
	30		49,0	52,5	50,3	50,6	2,2
	40		48,5	52,6	50,1	50,4	2,0
150	20	Естерліп	47,8	50,2	48,6	48,9	0,5
	30		48,1	52,7	50,0	50,2	1,9
	40		48,4	52,4	50,0	50,2	1,9
200	20	Тренд 90	48,2	51,5	49,4	49,7	1,3
	30		48,0	52,6	49,9	50,2	1,8
	40		47,8	52,5	49,7	50,0	1,6
200	20	Естерліп	47,6	50,2	48,4	48,7	0,4
	30		46,3	52,6	49,0	49,3	0,9
	40		46,4	51,4	48,5	48,8	0,4

У групі ділянок з витратою робочого розчину 50 л/га рівень олійності насіння коливався в межах 49,4–50,4%, демонструючи менш виражений приріст. Максимальний середній показник приросту до контролю (1,4%) отримано при дозі гербіциду 40 г/га з Естерліпом. При інших варіантах за цієї норми приріст олійності був на рівні 1,0–1,1%.

При нормі робочого розчину 100 л/га середній показник олійності коливався від 49,4 до 50,3%. Найефективнішою була доза гербіциду 30 г/га з Тренд 90, де олійність сягала 50,3%, що на 1,9% перевищувало контроль. При інших комбінаціях (20 та 40 г/га) цей показник становив 49,4–49,7%, з менш суттєвим приростом (1,0–1,3%).

З підвищенням норми робочої рідини до 150 л/га найвища олійність (50,3%, +1,9% до контролю) була зафіксована при дозі гербіциду 30 г/га з прилипачем Тренд 90 та при дозі 40 г/га з прилипачем Естерліп. Варто зазначити, що нижча доза гербіциду (20 г/га) у поєднанні з Естерліпом виявилася менш ефективною (олійність 48,9%, приріст лише 0,5%).

За максимальної норми витрати робочого розчину (200 л/га) середні показники олійності насіння коливались у межах 48,7–50,2%. Найкращий ефект (50,0–50,2%, +1,6–1,8% до контролю) отримано за доз гербіциду 40 г/га та 30 г/га з прилипачем Тренд 90, що підтверджує доцільність використання саме цих доз при високих нормах внесення розчину.

Таким чином, результати аналізу підтверджують позитивний вплив досліджуваних факторів на підвищення олійності насіння соняшника. Найбільш ефективними варіантами, що забезпечили максимальне зростання показника вмісту олії в насінні, виявились норма робочого розчину 7 л/га (гербіцид – 30 г/га з прилипачем Тренд 90) та 150 л/га (гербіцид 30–40 г/га з прилипачем Тренд 90 або Естерліп). Ці комбінації можуть бути рекомендовані для підвищення якості насіння соняшника у виробничих умовах.

Вміст олії та вихід олії є складними кількісними ознаками, що визначаються генетичними факторами та факторами середовища, а також взаємодією між ними [313]. Вихід олії з рослини є результатом кількості насіння

на кошик, маси насіння та вмісту олії. Ці компоненти визначаються генетичними факторами, але вони можуть бути змінені умовами середовища та росту. Для максимального використання природних ресурсів дуже важливим є правильний термін сівби, оскільки він забезпечує високу схожість насіння, а також своєчасну появу сходів і оптимальний розвиток кореневої системи.

При застосуванні мінімальної норми робочого розчину (7 л/га) з гербіцидом та прилипачем Тренд 90 середній вихід олії коливався в межах 1,31–1,36 т/га, перевищуючи контроль на 0,44–0,48 т/га. Максимальний показник досягнутий при дозі гербіциду 20 г/га – 1,36 т/га (+0,48 т/га до контролю) (табл. 3.11).

За норми витрати робочого розчину 50 л/га ефективність дещо знижувалася, а вихід олії варіював у межах 1,11–1,26 т/га. Найкращий результат зафіксовано при застосуванні гербіциду (20 г/га) з прилипачем Тренд 90 – 1,26 т/га (+0,39 т/га). Найменш ефективним за цієї норми виявився варіант з Естерліпом і дозою гербіциду 20 г/га (1,11 т/га, +0,24 т/га).

При підвищенні витрати робочого розчину до 100 л/га спостерігалось незначне зростання ефективності. Максимальний вихід олії (1,27 т/га, +0,40 т/га до контролю) отримано за дозування гербіциду 20 г/га з Тренд 90. Схожі результати (1,26 т/га) продемонстрував варіант із дозою гербіциду 30 г/га і прилипачем Естерліп.

Внесення гербіцидів за норми робочого розчину 150 л/га забезпечило додаткове зростання виходу олії. Найкращий результат (1,37 т/га, +0,50 т/га до контролю) досягнутий за дозування гербіциду 30 г/га з прилипачем Тренд 90. Також позитивний результат був зафіксований при застосуванні Естерліпу з дозою гербіциду 30 г/га (1,32 т/га, +0,45 т/га до контролю).

Таблиця 3.11

**Вихід олії з насіння соняшника залежно від доз гербіцидів норм
робочої рідини та прилипачів, т/га**

Норма робочого розчину, л/га (А)	Доза гербіциду, (В)	Прилипач (С)	Роки				
			2022	2023	2024	Середня	+/- до контролю
Контроль			0,79	1,17	0,66	0,87	–
7	20	Тренд 90	1,28	1,76	1,02	1,36	0,48
	30		1,31	1,73	1,02	1,35	0,48
	40		1,26	1,69	0,99	1,31	0,44
50	20	Тренд 90	1,09	1,75	0,95	1,26	0,39
	30		1,07	1,68	0,92	1,22	0,35
	40		0,97	1,59	0,85	1,14	0,27
50	20	Естерліп	0,82	1,68	0,83	1,11	0,24
	30		1,01	1,68	0,90	1,20	0,32
	40		1,09	1,58	0,90	1,19	0,32
100	20	Тренд 90	1,08	1,77	0,95	1,27	0,40
	30		1,06	1,72	0,93	1,24	0,36
	40		1,04	1,55	0,86	1,15	0,28
100	20	Естерліп	1,00	1,76	0,92	1,22	0,35
	30		1,23	1,61	0,96	1,26	0,39
	40		1,12	1,47	0,87	1,15	0,28
150	20	Тренд 90	1,32	1,72	1,02	1,35	0,48
	30		1,34	1,74	1,03	1,37	0,50
	40		1,05	1,55	0,87	1,16	0,28
150	20	Естерліп	1,10	1,70	0,94	1,24	0,37
	30		1,23	1,74	0,99	1,32	0,45
	40		1,23	1,58	0,94	1,25	0,38
200	20	Тренд 90	1,31	1,68	1,00	1,33	0,46
	30		1,23	1,72	0,99	1,32	0,44
	40		1,40	1,58	1,00	1,33	0,46
200	20	Естерліп	1,22	1,64	0,96	1,27	0,40
	30		1,14	1,65	0,93	1,24	0,37
	40		1,15	1,52	0,90	1,19	0,32

За максимальної норми витрати робочого розчину (200 л/га) вихід олії коливався в межах 1,19–1,33 т/га. Найефективнішими варіантами були дози

гербициду 20 і 40 г/га з прилипачем Тренд 90 (1,33 т/га, +0,46 т/га до контролю). Інші комбінації забезпечили приріст виходу олії у межах 0,32–0,40 т/га.

Висновки до РОЗДІЛУ 3:

Встановлено, що найвищі показники врожайності насіння соняшника отримані при мінімальній нормі робочого розчину (7 л/га) у комбінації з гербицидом у дозі 20 г/га і прилипачем Тренд 90, що забезпечило урожайність на рівні 2,69 т/га (приріст до контролю – 0,89 т/га або 49,4%). При цьому зростання норми витрати робочого розчину до 150 л/га також показало високу врожайність (до 2,70 т/га), проте без додаткових суттєвих переваг.

Виявлено позитивний вплив досліджуваних факторів на формування висоти рослин соняшника. Максимальну висоту рослин (147 см, +23 см до контролю) зафіксовано при використанні робочого розчину 100 л/га з дозою гербициду 20 г/га та прилипачем Тренд 90. Підвищення цього показника забезпечує кращі умови для формування продуктивності культури.

Встановлено значну ефективність застосування досліджуваних препаратів у боротьбі з бур'янами, особливо за високих норм витрати робочого розчину (100–200 л/га). Найнижчий рівень забур'яненості (4–9 шт./м²) отримано при застосуванні гербициду в дозі 40 г/га з прилипачем Естерліп, що забезпечувало активне пошкодження та загибель бур'янів, створюючи сприятливі умови для росту і розвитку соняшника.

Досліджувані агротехнічні прийоми суттєво впливали на якісні характеристики насіння, зокрема масу 1000 насінин. Найвищий приріст маси 1000 насінин зафіксовано при використанні норми робочого розчину 150 л/га, гербициду в дозі 30 г/га з прилипачем Тренд 90 (48,2 г, що на 8,9 г перевищує контроль).

Встановлено позитивний вплив використання гербициду та прилипачів на структурні елементи врожаю соняшника, зокрема діаметр кошика та вихід насіння. Максимальний вихід насіння з кошика (65,8%) зафіксовано при дозі гербициду 20 г/га з прилипачем Тренд 90 та нормі робочого розчину 7 л/га.

РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ МІКРОДОБРИВ НА ФОРМУВАННЯ БІОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЕЛЕМЕНТІВ СТРУКТУРИ УРОЖАЮ, ПРОДУКТИВНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

4.1. Вплив мікродобрив на біометричні показники соняшнику

Застосування мікродобрив має значний вплив на біометричні показники соняшнику, що підтверджується рядом наукових досліджень українських авторів. Дослідження свідчать про те, що внесення мікроелементів сприяє покращенню ростових процесів рослин, що, у свою чергу, впливає на формування високих і стабільних врожаїв.

Дослідження, проведені на Дніпропетровщині, показали, що використання мікродобрив Моно–Бор та GumiSil–В позакореневим методом у фазі 8–10 листків соняшнику призводить до збільшення діаметра стебла на 6,7–9,6% порівняно з контролем. Також при цьому збільшується кількість листків на рослині–до 22,8 штук, що суттєво впливає на фотосинтетичну активність і загальний розвиток рослини [1].

Проведені експерименти в умовах Запорізької області підтвердили позитивний ефект від застосування мікродобрив, зокрема Новал, яке сприяє збільшенню діаметра кошика на 0,2–0,5 см та підвищує масу насіння на одну рослину. Зазначені зміни свідчать про поліпшення умов для розвитку генеративних органів і формування продуктивності культури [2].

Результати досліджень, проведених Полтавським державним аграрним університетом, також свідчать про збільшення площі листової поверхні та діаметра стебла внаслідок застосування комплексних мікродобрив. Встановлено, що додаткове позакореневе підживлення карбамідом у поєднанні з мікроелементами забезпечує збільшення площі листя, а також позитивно впливає на загальний стан рослин соняшнику [3].

Таким чином, узагальнення проведених досліджень дає підстави стверджувати, що застосування мікродобрив має позитивний вплив на такі біометричні показники соняшнику, як діаметр стебла, кількість листків, площа листової поверхні, а також розмір генеративних органів, зокрема діаметр

кошика. Це забезпечує покращення умов розвитку соняшнику та сприяє підвищенню його продуктивності.

У ході досліджень було встановлено суттєвий вплив різних видів мікродобрив на основні біометричні показники рослин соняшнику. Найважливішими показниками є висота рослин та площа листкової поверхні, що визначають потенційну врожайність культури.

Отримані результати, представлені у таблиці 4.1, свідчать про значне збільшення висоти рослин соняшнику у фазу повного цвітіння за умови застосування мікродобрив порівняно з контрольним варіантом, середній показник якого становив 151 см.

Таблиця 4.1

Вплив мікродобрив на висоту рослин соняшника у фазу повного цвітіння, см

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Роки досліджень				середнє	+/- до контролю
		2022	2023	2024			
Контроль	–	162	163	128	151		
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	170	182	139	164	13	
	2,0	170	187	140	166	15	
	3,0	175	189	146	170	19	
Торфовіт В/Мо	1,0	171	187	142	167	16	
	1,25	169	189	141	166	15	
	1,5	169	190	141	167	16	
Торфовіт Zn/N	0,5	168	189	140	166	15	
	1,0	168	190	140	166	15	
	1,5	172	188	144	168	17	

Застосування Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 1,0 л/га збільшувало висоту соняшника до 164 см, що на 13 см вище контролю. Підвищення дози до 2,0 л/га сприяло додатковому зростанню середньої висоти рослин до 166 см (+15 см до контролю), а найвища ефективність цього препарату відзначена при дозі 3,0 л/га – 170 см, що перевищувало контроль на 19 см. Слід відзначити стабільне зростання позитивного ефекту Торфовіт Хелат Комплекс зі збільшенням дози застосування.

Використання Торфовіт В/Мо також призводило до суттєвого підвищення висоти рослин. При дозі 1,0 л/га середня висота соняшника становила 167 см, що перевищує контроль на 16 см. Збільшення дози до 1,25 л/га не призводило до значного приросту (166 см), однак при дозуванні 1,5 л/га спостерігався стабільний позитивний ефект із середнім показником 167 см (+16 см до контролю). Найбільше значення висоти за роками досліджень зафіксовано у 2023 році при дозі 1,5 л/га (190 см).

Препарат Торфовіт Zn/N показав ефективність вже при найменшій дозі 0,5 л/га, забезпечуючи середню висоту рослин на рівні 166 см (+15 см порівняно з контролем). При підвищенні дозування до 1,0 л/га середні показники зберігались на тому ж рівні – 166 см (+15 см до контролю), проте максимальне збільшення висоти рослин за роками дослідження (до 190 см) було досягнуто саме при цій дозі у 2023 році. Найефективнішою для Торфовіт Zn/N виявилась доза 1,5 л/га, яка забезпечила середню висоту соняшника 168 см, що на 17 см вище за контроль.

Узагальнюючи наведені дані, слід підкреслити позитивний вплив усіх досліджуваних мікродобрив на ріст соняшника, при цьому ефективність залежала як від виду препарату, так і від застосованої дози. Найбільш суттєвий приріст середньої висоти рослин соняшника отримано при застосуванні Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га (+19 см до контролю). Враховуючи отримані результати, можна рекомендувати саме цю дозу для максимального підвищення ростових показників соняшника.

Застосування мікродобрив Торфовіт Хелат Комплекс, Торфовіт В/Мо та

Торфовіт Zn/N значно вплинула на формування площі листкової поверхні соняшника у фазу повного цвітіння протягом 2022–2024 років (табл. 4.2). У контрольному варіанті середня площа листкової поверхні за три роки досліджень становила 36,14 тис. м²/га. Внесення мікродобрих суттєво покращувало цей показник порівняно з контролем.

Таблиця 4.2

Площа листкової поверхні у фазу повного цвітіння залежно від досліджуваних факторів і їх варіантів, тис. м²/га

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Роки досліджень				середнє	± до контролю
		2022	2023	2024			
Контроль	–	34,46	42,99	30,98	36,14	–	
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	42,66	52,24	44,26	46,39	10,24	
	2,0	44,23	61,19	48,36	51,26	15,12	
	3,0	48,30	61,69	49,23	53,07	16,93	
Торфовіт В/Мо	1,0	47,37	47,23	48,11	47,57	11,43	
	1,25	41,49	52,60	48,66	47,58	11,44	
	1,5	37,98	61,89	48,56	49,48	13,33	
Торфовіт Zn/N	0,5	37,59	47,20	48,04	44,28	8,13	
	1,0	34,85	57,33	48,12	46,77	10,62	
	1,5	47,20	60,87	48,46	52,18	16,03	

Найбільш значний вплив на збільшення площі листкової поверхні продемонстрував препарат Торфовіт Хелат Комплекс. При мінімальній дозі (1,0 л/га) середня площа листкової поверхні зросла до 46,39 тис. м²/га, що

перевищувало контроль на 10,24 тис. м²/га. Подальше збільшення дозування до 2,0 л/га ще більше посилювало ефект, забезпечуючи показник площі листкової поверхні 51,26 тис. м²/га, що на 15,12 тис. м²/га вище контролю.

При застосуванні Торфовіт В/Мо було виявлено чітку залежність ефективності від дози препарату. Внесення цього препарату у дозі 1,0 л/га сприяло збільшенню площі листкової поверхні до 47,58 тис. м²/га (+11,44 тис. м²/га до контролю). Підвищення дози до 1,25 л/га зберегло цей показник на аналогічному рівні (47,58 тис. м²/га). Найвища ефективність Торфовіт В/Мо була зафіксована при дозі 1,5 л/га – середній показник площі листкової поверхні досяг 49,48 тис. м²/га (+13,33 тис. м²/га до контролю). Максимальний показник за роками досліджень був зафіксований саме за цієї дози (61,89 тис. м²/га у 2023 році).

Використання препарату Торфовіт Zn/N також позитивно впливало на площу листкової поверхні рослин соняшника. При мінімальній дозі (0,5 л/га) середній показник становив 44,28 тис. м²/га, що на 8,13 тис. м²/га більше, ніж у контрольному варіанті. Підвищення дози до 1,0 л/га зумовило значний приріст площі листків, з максимальним значенням 60,87 тис. м²/га у 2023 році. При цьому середня площа листкової поверхні за весь період дослідження зростає до 52,18 тис. м²/га, що на 16,03 тис. м²/га перевищує контрольний показник.

Узагальнюючи результати аналізу, встановлено, що всі досліджувані мікродобрива Торфовіт (Хелат Комплекс, В/Мо та Zn/N) позитивно впливають на формування площі листкової поверхні рослин соняшника, однак найбільший приріст цього показника було забезпечено застосуванням Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 2,0 л/га (+15,12 тис. м²/га) та Торфовіт Zn/N у дозі 1,5 л/га (+16,03 тис. м²/га), що свідчить про ефективність цих доз для підвищення асиміляційного потенціалу рослин.

4.2. Вплив мікродобрив на елементи структури урожаю соняшнику

Застосування мікродобрив є важливим агротехнічним заходом, що суттєво впливає на формування елементів структури врожаю соняшнику. Аналіз

закордонних досліджень показує, що мікродобрива позитивно впливають на такі показники, як діаметр кошика, маса 1000 насінин, кількість насінин у кошику та загальна продуктивність рослин [1].

Дослідження, проведені в Іспанії, показали, що застосування мікродобрив, зокрема борвмісних препаратів, сприяло збільшенню діаметра кошика соняшнику та кількості насінин у ньому. Це пояснюється роллю бору в процесах запилення та формування насіння [2].

У Туреччині було встановлено, що позакореневе підживлення соняшнику мікродобривами, які містять цинк і марганець, призводило до збільшення маси 1000 насінин. Це пов'язано з участю цих мікроелементів у метаболічних процесах та синтезі білків, що впливає на розвиток насіння [3].

На підставі аналізу вітчизняних досліджень встановлено, що мікродобрива позитивно впливають на основні структурні компоненти врожаю, такі як діаметр кошика, маса 1000 насінин, кількість насінин у кошику, та показники продуктивності рослин.

Зокрема, результати досліджень, проведених у Дніпропетровській області, свідчать, що позакореневе внесення мікродобрив на основі бору (Моно-Бор) у поєднанні з гуміновим препаратом (GumiSil-B) у фазі 8–10 листків забезпечувало збільшення діаметра кошика соняшнику на 7–10%, кількості насінин у кошику на 10–15%, а маса 1000 насінин підвищувалася на 6–12% порівняно з контролем. Ці зміни призвели до зростання врожайності на 4–5 ц/га в порівнянні з варіантом без застосування мікродобрив [1].

У дослідженнях, виконаних в умовах Запорізької області, було встановлено, що застосування мікродобрива з вмістом бору та молібдену сприяло покращенню наливу насіння та збільшенню маси 1000 насінин на 5–9% порівняно з контролем. Також відзначено зростання кількості насіння у кошику на 8–12% за рахунок підвищення життєздатності пилку та кращого запилення [2].

За результатами досліджень, що проводилися у Полтавській області, позакореневе підживлення мікродобривами на основі цинку та марганцю

призводило до збільшення кількості повноцінних насінин у кошику та, відповідно, підвищення потенційної врожайності соняшнику. При цьому також відзначалося покращення якості насіння за рахунок кращого забезпечення рослин необхідними мікроелементами на етапах цвітіння і наливу [3].

Результати досліджень впливу різних мікродобрив серії Торфовіт на масу 1000 насінин соняшника упродовж 2022–2024 років викладені в таблиці 4.3. За середніми показниками за три роки досліджень було виявлено позитивний вплив усіх препаратів порівняно з контрольним варіантом (без застосування мікродобрив), середня маса насіння в якому становила 49,07 г.

Таблиця 4.3

**Маса 1000 насінин соняшника залежно від застосування
мікродобрив, г**

Мікродобри ва	Доза використан ня, л/га	Роки досліджень				± до контрол ю
		2022	2023	2024	середнє	
Контроль	–	37,10	73,00	34,60	48,23	–
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	39,87	76,22	36,65	50,91	2,68
	2,0	39,91	76,17	36,74	50,94	2,71
	3,0	40,21	76,38	36,83	51,14	2,91
Торфовіт В/Мо	1,0	40,02	75,71	37,07	50,93	2,70
	1,25	39,84	75,70	36,89	50,81	2,58
	1,5	39,75	75,63	36,87	50,75	2,52
Торфовіт Zn/N	0,5	39,74	75,62	36,88	50,74	2,51
	1,0	39,67	75,59	36,84	50,70	2,46
	1,5	40,14	76,05	36,84	51,01	2,78

Найсуттєвіше збільшення маси 1000 насінин було зафіксовано при застосуванні Торфовіт Хелат Комплекс. Встановлено чітку залежність між дозою препарату та цим показником. При застосуванні 1,0 л/га середня маса насінин зросла до 50,91 г, що на 2,68 г більше контролю. Подальше збільшення дози до 3,0 л/га підвищувало середню масу 1000 насінин до 51,14 г, що перевищувало контроль на 2,91 г і було максимальним показником серед усіх досліджуваних варіантів.

Застосування Торфовіт В/Мо також забезпечило приріст маси 1000 насінин. Найменша доза (1,0 л/га) забезпечила середній показник 50,93 г, що перевищує контроль на 2,70 г. Подальше підвищення доз застосування препарату (до 1,25 і 1,5 л/га) практично не впливало на збільшення цього показника, демонструючи стабільні результати: відповідно 50,81 та 50,75 г (на 2,79 г більше, ніж у контролі).

При внесенні Торфовіт Zn/N позитивний вплив на масу 1000 насінин також відзначено вже за мінімальної дози (0,5 л/га), яка забезпечила середню масу насінин 50,74 г (+2,51 г до контролю). Збільшення дози препарату до 1,0 л/га мало незначний вплив на приріст цього показника (50,70 г, +2,46 г до контролю). Водночас підвищення дози до 1,5 л/га дозволило досягти середньої маси насіння на рівні 51,01 г (+2,78 г порівняно з контролем).

У результаті проведеного аналізу встановлено, що максимальний позитивний вплив на формування маси 1000 насінин соняшника забезпечував препарат Торфовіт Хелат Комплекс при дозі 3,0 л/га (приріст 2,91 г до контролю). Водночас навіть за мінімальних досліджуваних доз усі варіанти мікродобрив демонстрували суттєвий позитивний вплив на цей важливий показник якості врожаю соняшника.

Отримані дані (табл. 4.4) свідчать про позитивний вплив досліджуваних препаратів на основні елементи продуктивності соняшника порівняно з контролем, такі як діаметр кошика та вихід зерна з нього.

У контрольному варіанті загальний діаметр кошика становив у середньому 14,8 см, із яких озернена частина займала 12,5 см, а пустотіла – 2,3 см. При цьому

вихід зерна в контрольному варіанті був на рівні 58,2%.

Таблиця 4.4

Діаметр кошика та вихід насіння з кошика залежно від застосування мікродобрив

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Діаметр кошика, см			Вихід насіння з кошика, %
		всього	пустої середини	озерненої частини	
Контроль		14,8	2,3	12,5	58,2
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	15,2	2,5	12,6	58,6
	2,0	15,2	2,5	12,6	60,2
	3,0	15,5	2,4	13,1	63,6
Торфовіт В/Мо	1,0	14,9	2,7	12,2	58,3
	1,25	15,1	2,6	12,5	59,4
	1,5	15,1	2,6	12,5	59,4
Торфовіт Zn/N	0,5	15,2	2,5	12,7	58,9
	1,0	15,2	2,4	12,8	60,3
	1,5	15,4	2,4	13,0	62,8

Застосування Торфовіт Хелат Комплекс показало позитивний вплив на досліджувані параметри. При дозах 1,0 та 2,0 л/га загальний діаметр кошика збільшився до 15,2 см, а озернена частина – відповідно до 12,6 см при незначному збільшенні пустотилої частини до 2,5 см. Найвищий вихід зерна зафіксований при дозі 3,0 л/га (63,6%), що перевищує контроль на 5,4%. Таким чином, ця доза є оптимальною за показником продуктивності соняшника.

Внесення Торфовіт В/Мо забезпечило незначне збільшення діаметра

кошика порівняно з контролем. При дозі 1,0 л/га діаметр кошика зріс до 14,9 см, з яких озернена частина становила 12,2 см, пустотіла – 2,7 см, а вихід зерна склав 58,3%, що практично відповідало контролю. Дози 1,25 та 1,5 л/га сприяли збільшенню озерненої частини до 12,5 см при збереженні діаметра кошика на рівні 15,1 см, що забезпечило зростання виходу зерна до 59,4% (+1,2% до контролю).

Препарат Торфовіт Zn/N також сприяв покращенню досліджуваних параметрів. При мінімальній дозі (0,5 л/га) загальний діаметр кошика зріс до 15,2 см, озернена частина становила 12,7 см, а пустотіла – 2,5 см. При цьому вихід зерна був зафіксований на рівні 58,9% (+0,4% до контролю). Найбільший ефект серед досліджуваних доз був при дозуванні 1,5 л/га, коли озернена частина кошика досягала 13,0 см, а вихід зерна зріс до 62,8%, що перевищило контрольний варіант на 4,6%.

Отже, отримані результати свідчать про позитивний вплив усіх досліджуваних мікродобрив на формування структурних елементів урожаю соняшника. Найефективнішими за впливом на вихід зерна виявилися Торфовіт Zn/N (1,5 л/га) та Торфовіт Хелат Комплекс (2,0 л/га та вище), що може бути рекомендовано для використання в технології вирощування соняшника.

4.3. Вплив мікродобрив на врожайність та якість насіння соняшнику

Мікродобрива відіграють ключову роль у підвищенні врожайності та поліпшенні якості насіння соняшнику, оскільки забезпечують рослини необхідними мікроелементами, що впливають на їхній ріст, розвиток і стійкість до несприятливих факторів. Внесення мікродобрив сприяє активізації фізіологічних процесів у рослинах, таких як фотосинтез, дихання, водний обмін, а також покращує засвоєння макроелементів, що безпосередньо впливає на продуктивність культури [9].

Одним із головних аспектів застосування мікродобрив є їхній позитивний вплив на біохімічні процеси, що забезпечують ріст і розвиток соняшнику.

Зокрема, мікроелементи, такі як залізо (Fe), марганець (Mn), мідь (Cu), цинк (Zn), бор (B), молібден (Mo) і кобальт (Co), відіграють критично важливу роль у синтезі ферментів, утворенні білків та вуглеводів, що в кінцевому підсумку впливає на продуктивність рослин. Дефіцит цих елементів може призводити до уповільнення росту, ослаблення кореневої системи, зниження стійкості до захворювань і несприятливих погодних умов, а також до зменшення врожайності та погіршення якості насіння [23].

Залізо необхідне для нормального функціонування фотосинтетичних процесів, оскільки воно входить до складу ферментів, що забезпечують транспорт електронів у хлоропластах. Марганець бере участь у регулюванні водного обміну та активізує ряд ферментів, які впливають на синтез амінокислот і білків. Мідь сприяє покращенню структури клітинних мембран, що підвищує стійкість соняшнику до хвороб, а також бере участь у процесах формування пилку. Цинк є важливим елементом для синтезу ауксинів – фітогормонів, що стимулюють ріст кореневої системи та покращують засвоєння води і поживних речовин [36].

Бор, у свою чергу, відіграє критично важливу роль у процесах цвітіння, формування зав'язі та розвитку насіння. Його дефіцит може призводити до зниження рівня запилення, що суттєво впливає на кількість і якість отриманого врожаю. Молібден необхідний для азотного обміну, оскільки входить до складу ферментів, що беруть участь у процесах фіксації атмосферного азоту та синтезу амінокислот. Кобальт, хоч і потрібен у мінімальних кількостях, впливає на азотний обмін і загальну стійкість рослин до стресових факторів.

Вплив мікродобрив на соняшник проявляється не лише у збільшенні врожайності, але й у покращенні якісних характеристик насіння. Правильне забезпечення рослин мікроелементами сприяє підвищенню вмісту олії у насінні, покращенню його біохімічного складу, зокрема співвідношення жирних кислот, що є важливим показником якості продукції. Також застосування мікродобрив позитивно впливає на схожість і життєздатність насіння, що є критично важливим для наступного циклу вирощування культури [145].

Отримані дані по врожайності соняшника за період досліджень 2022–2024 років підтверджують позитивну реакцію культури на застосування досліджуваних препаратів порівняно з контрольним варіантом, середня урожайність якого за роки досліджень становила 2,64 т/га (табл. 4.5).

Таблиця 4.5

Вплив мікродобрів на урожайність соняшнику, т/га

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Роки досліджень				середнє	+/- до контролю
		2022	2023	2024			
Контроль	–	2,56	3,30	2,05	2,64		
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	2,77	3,27	2,14	2,73	0,09	
	2,0	2,81	3,41	2,23	2,82	0,18	
	3,0	3,11	3,58	2,47	3,05	0,42	
Торфовіт В/Мо	1,0	2,92	3,42	2,29	2,88	0,24	
	1,25	2,74	3,56	2,27	2,86	0,22	
	1,5	2,65	3,66	2,28	2,86	0,23	
Торфовіт Zn/N	0,5	2,64	3,59	2,24	2,82	0,19	
	1,0	2,57	3,67	2,24	2,83	0,19	
	1,5	3,04	3,45	2,37	2,95	0,32	
НІР ₀₅ , т/га, для мікродобрива		0,09	0,12	0,08	–	–	
для дози використання		0,10	0,10	0,10			

Застосування препарату Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 1,0 л/га забезпечувало незначний приріст урожайності (2,73 т/га, що на 0,09 т/га більше контролю). Зі збільшенням дози до 2,0 л/га позитивний ефект підвищувався, середня врожайність зросла до 2,82 т/га (+0,18 т/га). Найвища ефективність препарату була зафіксована за максимальної дози 3,0 л/га, де середня врожайність досягла 3,05 т/га, що суттєво перевищувало контроль на 0,42 т/га.

Застосування Торфовіт В/Мо також мало позитивний вплив на продуктивність соняшника. При мінімальній досліджуваній дозі (1,0 л/га) було отримано середню урожайність 2,88 т/га, що на 0,24 т/га вище контрольного варіанта. Подальше підвищення дози до 1,25 л/га і 1,5 л/га практично не впливало на збільшення врожайності – 2,86 т/га в обох варіантах, що на 0,22–0,23 т/га перевищувало контроль.

Препарат Торфовіт Zn/N також позитивно вплинув на врожайність культури. Найменша доза (0,5 л/га) дала середню врожайність на рівні 2,82 т/га (+0,19 т/га порівняно з контролем). Аналогічний приріст урожайності був отриманий і при дозі 1,0 л/га – 2,83 т/га (+0,19 т/га). Максимальний приріст урожайності (2,95 т/га, +0,32 т/га порівняно з контролем) досягнутий при застосуванні цього препарату в дозі 1,5 л/га.

Найефективнішим серед досліджуваних препаратів був Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га), який забезпечив найвищий приріст урожайності (+0,42 т/га до контролю). Також суттєвий вплив зафіксований для Торфовіт Zn/N (1,5 л/га) та Торфовіт В/Мо (1,0 л/га), які можуть бути рекомендовані для впровадження у виробничу практику з метою збільшення продуктивності соняшника.

Враховуючи показники найменшої істотної різниці ($HP_{0,05}$) за роками досліджень, встановлено достовірний вплив виду та дози мікродобрив на продуктивність соняшника.

Найбільш вагоме підвищення вмісту олії було досягнуто за внесення мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс. При дозі 1,0 л/га середня олійність склала 49,78%, що на 1,30% вище контролю. Подальше збільшення дози до 2,0 л/га сприяло зростанню середнього показника до 50,19%, що перевищувало

контроль вже на 1,71%. Максимальний приріст олійності отримано за використання дози 3,0 л/га (50,40%), що свідчить про ефективність цього препарату у вищих дозах для поліпшення якісних показників урожаю (табл. 4.6).

Застосування Торфовіт В/Мо також позитивно вплинуло на олійність соняшника. Найкращий результат досягнутий при дозі 1,0 л/га, яка забезпечила середній вміст олії 50,09%, що на 1,61% вище контрольного варіанта. При дозах 1,25 та 1,5 л/га відзначено незначні зміни олійності (відповідно 49,77% та 48,83%), однак вони залишались стабільно вищими за контрольний варіант (відповідно +1,29% та +0,35%).

Таблиця 4.6

Вплив мікродобрив на олійність насіння соняшнику, %

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Роки досліджень				± до контролю
		2022	2023	2024	середнє	
Контроль	–	47,58	49,46	48,40	48,48	–
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	47,13	52,50	49,70	49,78	1,30
	2,0	48,32	52,14	50,11	50,19	1,71
	3,0	49,14	51,74	50,32	50,40	1,92
Торфовіт В/Мо	1,0	48,33	51,93	50,01	50,09	1,61
	1,25	47,55	52,06	49,69	49,77	1,29
	1,5	47,15	50,59	48,75	48,83	0,35
Торфовіт Zn/N	0,5	47,71	51,04	49,26	49,34	0,86
	1,0	48,13	51,15	49,52	49,60	1,12
	1,5	48,40	51,51	49,84	49,92	1,44

Препарат Торфовіт Zn/N показав менш виражений, але стабільний позитивний вплив на олійність насіння. Найнижча досліджувана доза (0,5 л/га) забезпечила середній показник олійності на рівні 49,34% (+0,86% до контролю). Доза 1,0 л/га дещо підвищила цей показник до 49,60% (+1,12% до контролю). Найефективнішою виявилась доза 1,5 л/га, яка забезпечила олійність на рівні 49,92% (+1,44%), що свідчить про доцільність саме такого дозування для покращення якості насіння соняшника.

Таким чином, аналіз отриманих даних дозволяє констатувати, що застосування мікродобрив серії Торфовіт сприяє зростанню олійності насіння соняшника. Найвищий ефект отримано за максимальних досліджуваних доз препаратів Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га) і Торфовіт Zn/N (1,5 л/га), що робить їх найбільш перспективними для впровадження у технологію вирощування цієї культури з метою підвищення якісних характеристик урожаю.

Встановлено позитивний ефект застосування досліджуваних препаратів щодо підвищення виходу олії, порівняно з контролем, де середнє значення показника за три роки склало 1,28 т/га (табл. 4.7).

Найбільш виражений позитивний ефект продемонстрував препарат Торфовіт Хелат Комплекс. Уже при дозі 1,0 л/га середній вихід олії становив 1,36 т/га, що на 0,08 т/га більше контролю (1,28 т/га). Подальше збільшення дози до 2,0 л/га посилювало позитивний ефект, збільшуючи вихід олії до 1,42 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,14 т/га. Максимальний ефект препарату відзначено дозі 3л/га, що забезпечило максимальний вихід олії (1,54 т/га, + 0,26 т/га до контролю) з групи ділянок, де застосовувався Торфовіт Хелат Комплекс.

Застосування Торфовіт В/Мо також позитивно впливало на вихід олії. Найбільш результативною виявилася доза 1,0 л/га, яка забезпечила вихід олії на рівні 1,44 т/га, що перевищувало контроль на 0,16 т/га. Подальше збільшення дози до 1,25 л/га не дало суттєвих результатів – 1,43 т/га (+0,15 т/га порівняно з контролем). Однак подальше збільшення дози до 1,5 л/га не мало позитивного впливу, оскільки середній вихід олії становив 1,40 т/га, що відповідає зменшенню від рівня нижчих доз.

Таблиця 4.7

Вплив мікродобрив на вихід олії з насіння соняшнику, т/га

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Роки досліджень				середн є	+/- до контрол ю
		2022	2023	2024			
Контроль	–	1,22	1,63	0,99	1,28		
Торфовіт Хелат Комплекс	1,0	1,31	1,72	1,06	1,36	0,08	
	2,0	1,36	1,78	1,12	1,42	0,14	
	3,0	1,53	1,85	1,24	1,54	0,26	
Торфовіт В/Мо	1,0	1,41	1,78	1,15	1,44	0,16	
	1,25	1,30	1,85	1,13	1,43	0,15	
	1,5	1,25	1,85	1,11	1,40	0,12	
Торфовіт Zn/N	0,5	1,26	1,83	1,10	1,40	0,12	
	1,0	1,24	1,88	1,11	1,41	0,13	
	1,5	1,47	1,78	1,18	1,48	0,19	

Використання Торфовіт Zn/N забезпечувало стабільне підвищення виходу олії порівняно з контролем. При дозі 0,5 л/га середній вихід становив 1,40 т/га (+0,12 т/га до контролю). Підвищення дози препарату до 1,0 л/га зумовило незначне зростання цього показника до 1,41 т/га (+0,13 т/га). Найвищий результат було отримано за максимальної досліджуваної дози (1,5 л/га), яка забезпечила середній вихід олії 1,48 т/га, що перевищує контрольний варіант на 0,19 т/га, і є одним із найкращих результатів серед усіх варіантів дослідження.

Таким чином, застосування мікродобрив серії Торфовіт позитивно впливає

на вихід олії з насіння соняшника. Найбільший ефект забезпечує препарат Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га, що дозволяє рекомендувати його як найбільш ефективний для підвищення продуктивності культури за цим показником.

Висновки до РОЗДІЛУ 4:

Застосування мікродобрих суттєво впливає на формування біометричних показників соняшнику, забезпечуючи підвищення висоти рослин до 170 см та збільшення площі листової поверхні до 53,07 тис. м²/га при використанні Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га.

Використання мікродобрих сприяє покращенню елементів структури врожаю, зокрема маса 1000 насінин встановлено, що забезпечував препарат Торфовіт Хелат Комплекс при дозі 3,0 л/га (приріст 2,91 г до контролю).

Максимальна врожайність соняшнику (3,06 т/га) та вміст олії (50,40 %) отримані за використання мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га.

Ефективність застосування мікродобрих проявляється також у збільшенні виходу олії з насіння, що свідчить про їх перспективність для інтенсивного вирощування соняшнику.

Отримані результати досліджень свідчать про доцільність включення мікродобрих у технологію вирощування соняшнику з метою підвищення продуктивності та покращення якісних показників врожаю. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на визначення оптимальних доз мікродобрих з урахуванням економічної ефективності їх застосування у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

5.1 Економічна ефективність застосування різних доз гербіцидів, норм робочих розчинів та прилипачів

Ефективне вирощування соняшника передбачає використання сучасних технологічних прийомів, спрямованих на підвищення продуктивності культури та оптимізацію виробничих витрат. Однак упровадження нових елементів технології має ґрунтуватися не лише на агротехнічній доцільності, а й на детальному економічному аналізі їхньої ефективності. Застосування інноваційних рішень у технологічному процесі має сприяти підвищенню рентабельності вирощування культури за рахунок зниження енергоємності виробництва без втрати рівня врожайності.

Оцінка економічної ефективності здійснюється шляхом комплексного аналізу виробничих витрат та очікуваних результатів. У розрахунках враховуються всі прямі матеріальні витрати, зокрема: витрати на насіннєвий матеріал, включаючи високопродуктивне насіння, оброблене стимуляторами росту та засобами захисту, витрати на мінеральні та органічні добрива, що забезпечують оптимальне живлення рослин у різні фази розвитку, витрати на засоби захисту рослин (гербіциди, фунгіциди, інсектициди), необхідні для мінімізації втрат урожаю через бур'яни, хвороби та шкідників, витрати на паливно–мастильні матеріали, пов'язані з виконанням технологічних операцій, таких як обробіток ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю, витрати на оплату праці працівників, задіяних у технологічному процесі, та нарахування на соціальні фонди, зокрема виплати у фонд соціального страхування та пенсійний фонд, амортизаційні відрахування на техніку, обладнання та споруди, які використовуються у виробництві, витрати на поточний ремонт техніки та інфраструктури господарства.

Детальний аналіз цих складових дозволяє оцінити вплив технологічних нововведень на собівартість виробництва та визначити оптимальні шляхи

зниження витрат без негативного впливу на врожайність і якість продукції. Раціональне використання ресурсів, оптимізація технологічних процесів та впровадження енергоощадних технологій сприяють підвищенню прибутковості вирощування соняшника та підвищенню економічної стійкості агропідприємств.

Застосування різних доз гербіцидів, норм робочих розчинів та прилипачів призводило до значного варіюванню виробничих витрат в технології вирощування соняшника в той же час і впливало на зміну продуктивності (табл. 5.1).

Загальні витрати в технологічному циклі вирощування соняшника в товаристві з обмеженою відповідальністю «Агрос +» Дніпровського району Дніпропетровської області станом на 01.01.2022 маркетингового року склали 23678 грн/га (контрольний варіант без застосування гербіциду). Вартість препаратів: гербіцид (Експрес Голд) – 5320 грн/кг, прилипачі: Тренд 90 – 180 грн/л, Естерліп – 205 грн/л, внесення робочого розчину штанговим оприскувачем – 102 грн/га, дроном – 210 грн/га, вода – 30,2 грн/м³, доставка води – 40 грн/м³, середня реалізаційна ціна насіння соняшника 17800 грн.

Аналіз наведених даних підтверджує (табл. 5.1), що досліджувані фактори суттєво впливають на економічні результати вирощування порівняно з контролем (рентабельність 64,3%, умовно чистий прибуток – 23886 грн/га).

При нормі витрати робочого розчину 7 л/га (внесення за допомогою дрону), яка є найбільш економічною щодо витрат, найвища ефективність була отримана з гербіцидом 20 г/га та прилипачем Тренд 90. За цієї комбінації умовно чистий прибуток становив 23886 грн/га, а рентабельність досягла 99,5%, що на 64,2 процентних пункти вище, ніж у контролі.

Використання норми робочого розчину 50 л/га знижувало економічну ефективність порівняно з мінімальною нормою. Максимальний показник чистого прибутку (21313 грн/га) при цій нормі був забезпечений гербіцидом у дозі 20 г/га з Тренд 90, проте рентабельність знизилася до 89,2%, що на 10,3 відсоткових пункти менше порівняно з мінімальною нормою.

Таблиця 5.1

**Економічна ефективність застосування різних доз гербіцидів, норм
робочих розчинів та прилипачів**

Норма робочого розчину, л/га	Доза гербіциду	Прилипач	Урожайність насіння, т/га	Реалізаційна ціна, грн/т	Витрати на препарати, внесення, воду, грн/га	Виробничі витрати всього, грн/га	Вартість валової продукції, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	Відхилення +/- відсоткових пунктів
Контроль			1,8	17800	–	23678	32040	8362	35,3	–
7	20	Тренд 90	2,69	17800	318	23996	47882	23886	99,5	64,2
	30		2,67	17800	371	24049	47526	23477	97,6	62,3
	40		2,63	17800	426	24104	46814	22710	94,2	58,9
50	20	Тренд 90	2,54	17800	221	23899	45212	21313	89,2	53,9
	30		2,46	17800	274	23952	43788	19836	82,8	47,5
	40		2,28	17800	327	24005	40584	16579	69,1	33,7
50	20	Естерліп	2,24	17800	231	23909	39872	15963	66,8	31,4
	30		2,36	17800	276	23954	42008	18054	75,4	40,1
	40		2,38	17800	329	24007	42364	18357	76,5	41,2
100	20	Тренд 90	2,53	17800	233	23911	45034	21123	88,3	53,0
	30		2,45	17800	287	23965	43610	19645	82,0	46,7
	40		2,31	17800	340	24018	41118	17100	71,2	35,9
100	20	Естерліп	2,44	17800	236	23914	43432	19518	81,6	46,3
	30		2,52	17800	290	23968	44856	20888	87,2	51,8
	40		2,33	17800	343	24021	41474	17453	72,7	37,3
150	20	Тренд 90	2,68	17800	246	23924	47704	23780	99,4	64,1
	30		2,7	17800	299	23977	48060	24083	100,4	65,1
	40		2,28	17800	352	24030	40584	16554	68,9	33,6
150	20	Естерліп	2,53	17800	250	23928	45034	21106	88,2	52,9
	30		2,62	17800	304	23982	46636	22654	94,5	59,2
	40		2,48	17800	357	24035	44144	20109	83,7	48,4
200	20	Тренд 90	2,67	17800	258	23936	47526	23590	98,6	63,2
	30		2,61	17800	312	23990	46458	22468	93,7	58,3
	40		2,65	17800	365	24043	47170	23127	96,2	60,9
200	20	Естерліп	2,6	17800	264	23942	46280	22338	93,3	58,0
	30		2,5	17800	318	23996	44500	20504	85,5	50,1
	40		2,43	17800	371	24049	43254	19205	79,9	44,5

За норми робочого розчину 100 л/га найвищу економічну ефективність (умовно чистий прибуток – 21123 грн/га та рентабельність – 88,3%) забезпечила комбінація гербіциду 20 г/га з Тренд 90. Цей варіант демонстрував добрий баланс між витратами та врожайністю.

Використання робочого розчину 150 л/га виявилось найефективнішим з точки зору економічних показників. Максимальний умовно чистий прибуток (24083 грн/га) і найвищий рівень рентабельності (100,4%) отримано при дозі гербіциду 30 г/га з прилипачем Тренд 90. Інші варіанти цієї норми також продемонстрували стабільно високі показники рентабельності (83,7–90,0%).

При максимальній нормі робочого розчину (200 л/га) найвищий умовно чистий прибуток (23590 грн/га) забезпечила комбінація гербіциду 20 г/га з прилипачем Тренд 90 (рентабельність – 98,6%). Інші варіанти цієї норми також були економічно ефективними, проте показники були дещо нижчими.

Таким чином, оптимальною з економічної точки зору є комбінація норми робочого розчину 150 л/га з дозою гербіциду 30 г/га та прилипачем Тренд 90, що забезпечує максимальний умовно чистий прибуток і рентабельність. Водночас, використання мінімальної норми робочого розчину (7 л/га), яка є зручною для внесення за допомогою дронів, також продемонструвало високу економічну ефективність (рентабельність – до 99,5%), що може бути особливо актуальним для сучасних технологій у виробничих умовах.

5.2 Економічна ефективність внесення мікродобрив на посівах соняшника

Застосування мікродобрив у технології вирощування соняшника є важливим елементом підвищення продуктивності культури та покращення економічних показників виробництва. Соняшник має високі потреби в мікроелементах, серед яких бор, цинк, марганець, мідь та молібден відіграють ключову роль у забезпеченні нормального розвитку рослин. Дефіцит цих елементів призводить до зниження врожайності, погіршення якості насіння,

зменшення стійкості рослин до стресових факторів та погіршення засвоєння основних макроелементів живлення. В умовах інтенсивного землеробства ефективне застосування мікродобрив дозволяє компенсувати нестачу життєво важливих елементів та сприяє збалансованому живленню культури.

З економічної точки зору застосування мікродобрив сприяє підвищенню врожайності культури, що безпосередньо впливає на збільшення прибутковості вирощування. Дослідження підтверджують, що внесення мікродобрив забезпечує приріст урожаю на 8–15% залежно від агрокліматичних умов та агрохімічних характеристик ґрунту. Крім того, підвищення коефіцієнта засвоєння макроелементів дозволяє оптимізувати норми внесення основних добрив, що веде до зменшення виробничих витрат без втрати врожайності. Покращення якісних показників продукції, зокрема підвищення вмісту олії в насінні, підвищує його конкурентоспроможність на ринку та забезпечує додатковий економічний ефект. Водночас застосування мікродобрив сприяє зміцненню імунітету рослин та підвищенню їх стійкості до несприятливих погодних умов, що зменшує втрати урожаю.

Аналіз економічної ефективності свідчить про високу доцільність використання мікродобрив у технології вирощування соняшника. Незначна частка витрат на їхнє внесення, що складає близько 2–5% від загальних виробничих витрат, у поєднанні зі збільшенням урожайності та поліпшенням якості продукції забезпечує підвищення загальної рентабельності виробництва. Додатковий економічний ефект досягається завдяки оптимізації витрат на основні мінеральні добрива, зниженню потреби в застосуванні захисних заходів та підвищенню ефективності використання ресурсів. Таким чином, впровадження мікродобрив у технологію вирощування соняшника є економічно обґрунтованим і сприяє підвищенню ефективності аграрного виробництва.

Застосування різних видів мікроелементів та їх доз застосування призводило до значного варіювання виробничих витрат в технології вирощування соняшника в той же час і впливало на зміну як продуктивності так і економічної ефективності (табл. 5.2).

Загальні витрати в технологічному циклі вирощування соняшника в товаристві з обмеженою відповідальністю «Агрос +» Дніпровського району Дніпропетровської області станом на 01.01.2022 маркетингового року склали 23977 грн/га (контрольний варіант без мікродобрив, але з додержанням всіх інших технологічних операцій). Вартість мікродобрив: Торфовіт Хелат Комплекс – 350 грн/л, Торфовіт В/Мо – 288 грн/л, Торфовіт Zn/N – 198 грн/л, прилипач: Тренд 90 – 180 грн/л, внесення робочого розчину штанковим оприскувачем – 102 грн/га, вода – 30,2 грн/м³, доставка води – 40 грн/м³, середня реалізаційна ціна насіння соняшника 17800 грн.

Таблиця 5.2

**Економічна ефективність внесення мікродобрив на посівах
соняшника**

Мікродобрива	Доза використання, л/га	Урожайність насіння, т/га	Реалізаційна ціна, грн/т	Витрати на внесення, мікродобрив, грн/га	Виробничі витрати всього, грн/га	Вартість валової продукції, грн/га	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності, %	Відхилення +/- відсоткових пунктів
Контроль	–	2,64	17800	–	23977	46992	23015	96,0	–
Торфовіт	1,0	2,73	17800	490	24467	48594	24128	98,6	2,6
Хелат	2,0	2,82	17800	840	24817	50196	25380	102,3	6,3
Комплекс	3,0	3,05	17800	1190	25167	54290	29124	115,7	19,7
Торфовіт	1,0	2,88	17800	428	24405	51264	26860	110,1	14,1
В/Мо	1,25	2,86	17800	500	24477	50908	26432	108,0	12,0
	1,5	2,86	17800	572	24549	50908	26360	107,4	11,4
Торфовіт	0,5	2,82	17800	239	24216	50196	25981	107,3	11,3
Zn/N	1,0	2,83	17800	338	24315	50374	26060	107,2	11,2
	1,5	2,95	17800	437	24414	52510	28097	115,1	19,1

У контрольному варіанті без застосування мікродобрив (табл. 5.2) отримано середню урожайність насіння соняшника на рівні 2,64 т/га, при цьому умовно чистий прибуток становив 23016 грн/га за рівня рентабельності 96,0%.

Застосування мікродобрив Торфовіт Хелат Комплекс позитивно впливало на економічні показники. Зокрема, за дози 3,0 л/га було отримано найвищий приріст врожайності (до 3,05 т/га), а умовно чистий прибуток зріс до 29124 грн/га, що забезпечило рентабельність на рівні 115,7%. Зменшення дози до 1,0–2,0 л/га забезпечило також позитивний, але менший ефект (рентабельність 98,6–102,3%), що перевищувало контрольний варіант відповідно на 2,6–6,3 процентних пунктів.

Внесення Торфовіт В/Мо також продемонструвало високу економічну ефективність. Максимальний рівень рентабельності (110,1%) отримано за дози 1 л/га, що на 14,1 процентних пунктів більше контролю. Також, найвищий умовно чистий прибуток (26860 грн/га) досягнуто за цієї ж дози (1 л/га), що робить саме цю комбінацію економічно найбільш привабливою серед варіантів застосування даного виду мікродобрив.

Застосування мікродобрива Торфовіт Zn/N забезпечило найбільш суттєве підвищення економічних показників за дози 1,5 л/га, де умовно чистий прибуток сягнув 28097 грн/га з рентабельністю 115,1%. Це дозволило збільшити рівень рентабельності на 19,1 процентних пунктів порівняно з контролем. При менших дозах цього препарату ефективність була нижчою, проте стабільно перевищувала контрольний варіант (рентабельність на рівні 107,2–107,3%).

Таким чином, аналіз представлених даних дозволяє констатувати позитивний вплив застосування мікродобрив на економічні показники вирощування соняшника. Найбільш ефективними за комплексом економічних параметрів є варіанти з використанням мікродобрива Торфовіт Zn/N у дозі 1,5 л/га та Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га. Ці варіанти забезпечують максимальний рівень умовно чистого прибутку і рентабельності та можуть бути рекомендовані для широкого впровадження у виробничу практику з метою підвищення прибутковості вирощування соняшника.

Висновки до РОЗДІЛУ 5.

1. Оптимальною з економічної точки зору є комбінація норми робочого розчину 150 л/га з дозою гербіциду 30 г/га та прилипачем Тренд 90, що забезпечує максимальний умовно чистий прибуток і рентабельність. Водночас, використання мінімальної норми робочого розчину (7 л/га), яка є зручною для внесення за допомогою дронів, особливо за не сприятливих умов для внесення за допомогою штангового оприскувача, також продемонструвало високу економічну ефективність (рентабельність – до 99,5%).

2. Найбільш ефективними за комплексом економічних параметрів є варіанти з використанням мікродобрива Торфовіт Zn/N у дозі 1,5 л/га та Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га.

ВИСНОВКИ

Досліджувані фактори, такі як норма витрати робочого розчину, доза гербіциду та тип прилипача, мали істотний вплив на формування врожайності та якісні показники насіння соняшника. Оптимальні комбінації зазначених факторів забезпечили суттєве підвищення врожайності соняшника порівняно з контрольним варіантом.

Встановлено, що найвищі показники врожайності насіння соняшника отримані при мінімальній нормі робочого розчину (7 л/га внесення за допомогою дрона) у комбінації з гербіцидом у дозі 20 г/га і прилипачем Тренд 90, що забезпечило урожайність на рівні 2,69 т/га (приріст до контролю – 0,89 т/га або 49,4%). При цьому зростання норми витрати робочого розчину до 150 л/га також показало високу врожайність (до 2,70 т/га), проте без додаткових суттєвих переваг.

Аналіз площі листової поверхні продемонстрував суттєве збільшення цього показника порівняно з контролем (29,19 тис. м²/га). Найкращі результати були зафіксовані при застосуванні робочого розчину у нормі 7 л/га з дозами гербіциду 20–30 г/га з прилипачем Тренд 90 (до 42,29 тис. м²/га, приріст до 13,10 тис. м²/га).

Виявлено позитивний вплив досліджуваних факторів на формування висоти рослин соняшника. Максимальну висоту рослин (147 см, +23 см до контролю) зафіксовано при використанні робочого розчину 100 л/га з дозою гербіциду 20 г/га та прилипачем Тренд 90. Підвищення цього показника забезпечує кращі умови для формування продуктивності культури.

Встановлено значну ефективність застосування досліджуваного препарату у контролюванні бур'янів, особливо за високих норм витрати робочого розчину (100–200 л/га). Найнижчий рівень забур'яненості (4–9 шт./м²) отримано при застосуванні гербіциду в дозі 40 г/га з прилипачем Естерліп, що забезпечувало активне пригнічення та загибель бур'янів, створюючи сприятливі умови для росту і розвитку соняшника.

Аналіз коефіцієнта водоспоживання свідчить, що внесення гербіцидів з прилипачем значно знижує цей показник порівняно з контролем. Найкращі результати отримано при нормі робочого розчину 7 л/га з дозою гербіциду 20 г/га та Тренд 90, що зменшило витрати води на 530 м³/т насіння порівняно з контролем. Це підтверджує високу економічну та екологічну ефективність застосованих технологій.

Досліджувані агротехнічні прийоми суттєво впливали на якісні характеристики насіння, зокрема масу 1000 насінин. Найвищий приріст маси 1000 насінин зафіксовано при використанні норми робочого розчину 150 л/га, гербіциду в дозі 30 г/га з прилипачем Тренд 90 (48,2 г, що на 8,9 г перевищує контроль).

Встановлено позитивний вплив використання гербіциду та прилипачів на структурні елементи врожаю соняшника, зокрема діаметр кошика та вихід насіння. Максимальний вихід насіння з кошика (65,8%) зафіксовано при дозі гербіциду 20 г/га з прилипачем Тренд 90 та нормі робочого розчину 7 л/га.

Доведено економічну доцільність застосування малооб'ємного обприскування гербіцидом Експрес Голд за допомогою агродронів. Використання цього методу дозволило досягти максимального рівня рентабельності 99,5%, що на 64,2 відсоткових пункти вище за контроль.

Встановлено суттєвий вплив мікродобрив на формування урожайності соняшника. Найефективнішими за впливом на біометричні показники рослин (висота, діаметр кошика, площа листкової поверхні) виявились мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га та Торфовіт Zn/N у дозі 1,5 л/га. Середня урожайність насіння під їх впливом зросла на 0,31–0,42 т/га порівняно з контролем.

Підтверджено позитивний вплив мікродобрив на масу 1000 насінин соняшника. Максимальний показник (51,14 г, що на 2,91 г більше контролю) отримано при внесенні препарату Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га), що свідчить про підвищення товарної якості продукції.

Встановлено позитивний вплив мікродобрив на олійність насіння соняшника. Найвища середня олійність (50,4%, що на 1,92% вище контролю) була зафіксована у варіанті з використанням препарату Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га), що є важливим показником для промислового перероблення насіння.

Найбільший вихід олії з насіння соняшника (1,54 т/га, приріст 0,26 т/га до контролю) отримано за використання Торфовіту Хелат Комплекс (3,0 л/га), що свідчить про доцільність його використання у виробництві.

Встановлено, що використання мікродобрив істотно підвищує економічні показники вирощування соняшника. Максимальний рівень рентабельності 115,7% (приріст на 19,7 в.п.) було отримано при застосуванні Торфовіт Хелат Комплекс (3,0 л/га), що підтверджує економічну доцільність його використання.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

В умовах Північного Степу України з метою отримання сталих урожаїв насіння соняшника високої якості на рівні до 3,0 т/га та стабілізації її валових зборів з ефективними показниками економічної ефективності виробництва слід рекомендувати при проведенні захисту соняшника від бур'янів за умови застосування гербіциду Експрес Голд використовувати норму робочого розчину 150 л/га і дозу гербіциду 30 г/га в поєднанні з прилипачем Тренд 90, за умови використання малооб'ємного обприскування із застосуванням агродрону – 7 л/га та 20 г/га відповідно.

На підставі результатів проведених досліджень виробництву рекомендовано включати до технології вирощування соняшника мікродобрива Торфовіт Хелат Комплекс у дозі 3,0 л/га та Торфовіт Zn/N у дозі 1,5 л/га, оскільки їх застосування сприяє суттєвому підвищенню урожайності культури на 0,31–0,42 т/га порівняно з контролем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://www.fao.org>
2. Станкевич С. В., Назаренко М.М., Положенець В.М. Гербіциди і десиканти та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2022. 188 с.
3. Станкевич С. В., Балан Г. О. Технічні засоби застосування пестицидів: навч. посібник; Одес. держ. аграр. ун–т, Держ. біотехнол. ун–т. Житомир: ПП "Рута", 2023. С. 164–174.
4. Станкевич С. В., Положенець В.М. Інсекто–акарициди та технічні засоби їх застосування: навч. посіб. Житомир: ПП Рута, 2022. 208 с.
5. Пестициди і технічні засоби їх застосування / За ред. М.Д. Євтушенка, Ф.М. Марютіна. Вид. 2–ге, перероб. і доп. Харків: Майдан, 2015. 480 с.
6. Туренко В.П., Білик М.О., Станкевич С.В. Сучасні пестициди і технічні засоби їх застосування: навч. посіб. Житомир: Видавництво «Рута», 2023. 564 с.
7. Mezzalana, F. La scoperta della biodiversità botanica del mondo. In *Illustrazioni Dall'epoca Delle Esplorazioni Geografiche; Biblioteca internazionale "La Vigna"*: Vicenza, Italy, 2018; pp. 1–25.
8. Putt, E.D. Early history of sunflower. *Sunflower Technol. Prod.* 1997, 35, 1–19.
9. Semelczi–Kovacs, A. Acclimatization and dissemination of the sunflower in Europe. *Acta Ethnogr. Acad. Sci. Hung.* 1975, 24, 47–88. (In German).
10. Russo, G.L. (Ed.) Final Report and Scientific Handbook of the Specific Support Action–MAC–Oils–Mapping and Comparing Oils, Sixth Framework Programme–Priority 5–Food Quality and Safety; Institute of Food Sciences–National Research Council: Avellino, Italy, 2009.
11. Mihaljčević, M.; Muntañola–Cvetković, M.; Petrov, M. Further studies on the sunflower disease caused by *Diaporthe (Phomopsis) helianthi* and possibilities of breeding for resistance. In *Proceedings of the 10th International Sunflower Conference, Surfers Paradise, Australia, 14–18 March 1982*; pp. 157–159.

12. Fusari, C.M.; Di Rienzo, J.A.; Troglia, C.; Nishinakamasu, V.; Moreno, M.V.; Maringolo, C.; Quiroz, F.; Álvarez, D.; Escande, A.; Hopp, E.; et al. Association mapping in sunflower for sclerotinia head rot resistance. *BMC Plant Biol.* 2012, *12*, 1–13.
13. García-Vila, M.; Fereres, E.; Prieto, M.H.; Ruz, C.; Soriano, M.A. Sunflower. In *Crop Yield Response to Water*; FAO Irrigation and Drainage: Rome, Italy, 2012; p. 66.
14. IPCC; Pachauri, R.K.; Meyer, L.A. (Eds.) Climate Change 2014: Synthesis Report. In Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change; Core Writing Team, IPCC: Geneva, Switzerland, 2014; p. 151.
15. Flagella, Z.; Rotunno, T.; Tarantino, E.; Di Caterina, R.; De Caro, A. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing date and the water regime. *Eur. J. Agron.* 2002, *17*, 221–230.
16. Ebrahimian, E.; Seyyedi, S.M.; Bybordi, A.; Damalas, C.A. Seed yield and oil quality of sunflower, safflower, and sesame under different levels of irrigation water availability. *Agric. Water Manag.* 2019, *218*, 149–157.
17. Alberio, C.; Izquierdo, N.G.; Aguirrezábal, L.A.N. Sunflower crop physiology and agronomy. In *Sunflower*; AOCS Press: Champaign, IL, USA, 2015; pp. 53–91.
18. Departments of Agronomy and Plant Genetics, Entomology and Plant Pathology, University of Minnesota, St. Paul, MN 55108. URL: <https://agronomy.cfans.umn.edu/>
19. Berglund, D.R. (2007) Sunflower Production, North Dakota Agricultural Experiment Station and North Dakota State University Extension Service Extension Publication A-1331 (EB-25 Revised). North Dakota State University, Fargo.
20. Юркевич Є. О., Валентюк Н. О., Когут І.М., Євич В. С. Високоолеїновий соняшник – інноваційний шлях подальшого сталого розвитку органічного

- землеробства південного регіону та збереження родючості ґрунтів. Таврійський науковий вісник. Херсон : Херсонський державний аграрно–економічний університет, 2022. Вип. 125. С. 104–110. URL: <http://lib.osau.edu.ua/jspui/handle/123456789/3731>
21. EarthDaily Agro URL: <https://earthdailyagro.com>
 22. Michelle, S. Annual Sunflower *Helianthus annuus* L. United State Department of Agriculture URL: <http://www.parc.gov.pk/index.php/en/csi/137–narc/crop–sciences–institutue/718–sunflower>
 23. The National Sunflower Association. Growth Stages of Sunflower. URL: <https://www.sunflowernsa.com/growers/growth–stages/>
 24. Debaeke, P., Bedoussac, L., Bonnet, C., Mestries, E., Seassau, C., Gavaland, A., ... & Justes, E. (2017). Sunflower crop: environmental–friendly and agroecological. *OCL Oilseeds and fats crops and lipids*, 23(4), 12–p.
 25. Iowa State University Extension and Outreach. Alternative Agriculture. URL: https://www.extension.iastate.edu/alternativeag/cropproduction/pdf/sunflower_crop_guide.pdf
 26. Mathews. J., Imvula P. SUNFLOWERS and its stages of development. URL: <https://www.grainsa.co.za/sunflowers–and–its–stages–of–development>
 27. *Journal of Critical Reviews* ISSN– 2394–5125 Vol 7, Issue 6, 2020
 28. Чехова І. В. Формування та розвиток ринку олійних культур: теорія, методологія, практика: монографія. Київ: Аграрна наука, 2021. 144 с. ISBN 978–966–540–520–7
 29. Донських А.С. Підвищення конкурентоспроможності виробництва насіння соняшнику: дис. канд. екон. наук. ДДАЕУ. Дніпропетровськ, 2017. 191 с.
 30. Кьостер У. Основи аналізу аграрного ринку; наук. ред. пер. О. Нів’євський. Київ: АДЕФ–Україна, 2012. 486 с.
 31. Петришин Л.П. Співвідношення цінових тенденцій на світовому та національному агропродовольчих ринках. Причорноморські економічні студії. 2016. Вип. 6. С. 97–101.

32. Сало О. С. Підвищення ефективності вирощування основних олійних культур. АПВ Харківської області. 2010. Вип. 7. С. 294–300.
33. J.M. Bruniard et al. Inheritance of imidazolinone–herbicide resistance in sunflower. *Helia*, 2001
34. K.A. Howatt et al. Herbicide–resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to soil residues of ALS–inhibiting herbicides. *Weed Technol*, 2006.
35. Шувар І. А. Екологічні основи зниження забур'яненості агрофітоценозів Львів: Новий Світ – 2000, 2008. 496 с.
36. Косолап М. П., Бондарчук І. Л., Гайбура В. В. Проблема забур'яненості посівів зернових колосових культур. *Зерно*. 2007. № 4 (13). С. 64–66.
37. Куничак Г. І., Гуцуляк Т. М. Застосування 2–фазного обробітку ґрунту в боротьбі з бур'янами на сої. *Агроном*. 2016. № 1 (51).
38. Окрушко С. Є. Вивчення впливу гербіцидів на забур'яненість та урожайність соняшнику. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 106–111.
39. Тоцький В. М. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на формування продуктивності соняшнику. *Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2014. Вип. 20. С. 204–209. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpiok_2014_20_28.
40. Орлов О. Десикація в сучасній агротехніці соняшнику. *Пропозиція*. 2013. No 9. – С. 92–95.
41. Ткаліч Ю.І. Оцінка біологічної та господарської ефективності гербіцидів в посівах соняшнику. *Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. No 26. 2018. с. 98–107
42. Шевченко М. С. Бур'яни та гербіциди в сучасному землеробстві степової зони. *Хранение и переработка зерна*. 2005. No 5 (70). С. 20–23.
43. Ткаліч І. Д., Шевченко М. С., Дідик М. З. Гербіциди в посівах соняшнику. *Агроогляд*. – No 3/18. 2003. С. 8–11.
44. Шевченко М. С., Жарій В. О. Засміченість посівів соняшнику. *Захист рослин*. 2001. – No 10. С. 15–17.
45. Черенков А. В., Шевченко М. С., Ткаліч І. Д. та ін. Рекомендації по

- вирощуванню соняшника. Дніпропетровськ, 2013. – 15 с.
46. Рудік О. Л., Лавренко С. О., Лавренко Н. М., Рудік Н. М. Регулювання присутності бур'янів в сучасних агрофітоценозах. Херсон: ОЛДІ–ПЛЮС, 2020. 100 с.
47. Бабенко А.І. Вплив забур'яненості на урожай та якість насіння соняшнику. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2017. № 2(69). С. 90–98.
48. Циков В.С., Матюха Л.П. Бур'яни: шкодочинність і система захисту. Дніпропетровськ: Енем, 2006. 86 с.
49. Сторчоус І.М., Бакай І.Д., Нагорний В.І. Потенційна засміченість орного шару ґрунту в різних ґрунтово–кліматичних зонах України. Проблеми бур'янів і шляхи зниження забур'янення орних земель: матеріали 4–ої науково–теоретичної конференції Українського наукового товариства гербологів. Київ: Колобіг, 2004. С. 104–106.
50. Солоденко А. Е., Фаїт В. І. Маркери гена ANAS1 для використання в селекції соняшника на стійкість до гербіцидів. Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. 2015. Вип. 3 (36). С. 71–75.
51. Дідур І.М., Циганський В.І. Удосконалення технологічних прийомів вирощування соняшника в умовах Лісостепу Правобережного. Сільське господарство та лісівництво. 2021. 4 (23). С. 16–24.
52. Бабенко А.І. Вплив забур'яненості на урожай та якість насіння соняшника Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2017. Вип. 269 С. 90–98.
53. Pimtner D., Burgese M. Soil Erosion Threatens Food Production. Agriculture. 2013. №3. P. 443–463.
54. Vezzani F. M., Bearel M. H. The importance of plants to development and maintenance of soil structure, mikrobialcommunities and ecosystem functions. Soil and Tillage Research. 2018. Vol. 175. P. 139–149.
55. International Sunflower Association, ISA. URL: <https://www.isasunflower.org/>

56. Kolkman, J.M., Slabaugh, M.B., Bruiard, J.M., Berry, S., Bushman, S.B., Olungu, C., Maes, N., Abratti, G., Zambelli, A., Miller, J.F., Leon, A. and S. J. Knapp. Acetohydroxyacid synthase mutations conferring resistance to imidazolinone of sulfonylurea herbicides in sunflower. *Theor. and Applied Genetics*. 2004. 109:1147–1159.
57. Gabard, J.M. and J.P. Huby. Sulfonylurea-tolerant sunflower line M7. U.S. Patent. 2004. 6,822,146 B2.
58. Green, J.M. Outlook on weed management in herbicide-resistance crops: need for diversification. *Outlooks on Pest Management*. 2011. 22:100–104
59. Green, J. M. and M.D.K. Owen. Herbicide-resistant crops: Utilities and limitations for herbicideresistant weed management. *J. Agric. Food Chem*. 2011. 59:5819–5829.
60. Tan S., Evans R.R., Dahmer M.L., Singh B.K., Shaner D.L. Imidazolinone tolerant crops: history, current status and future. *Pest Management Science*. 2005: 61: 246–257.
61. Francischini A.C., Santos Gizelly G., Constantin J., Ghiglione H., Velho G.F., Guerra N., Braz G.B.P. Efficacy and selectivity of herbicides from the imidazolinone group applied in post-emergence of monocotyledon weeds on CL sunflower culture. *Planta Daninha*. 2012. 30: 843–851.
62. Al-Khatib K., Baumgartner J., Peterson D., Currie R. Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). *Weed Science*. 1998. 46: 403–407.
63. Al-Khatib K., Miller J.F. Registration of four genetic stocks of sunflower resistant to imidazolinone herbicides. *Crop Science*. 2000. 40: 869–870.
64. Pfenning M., Palfay G., Guillet T. The CLEARFIELD® technology – A new broad-spectrum post-emergence weed control system for European sunflower growers. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 21 (Special Issue). 2008. 649–653.
65. Santos G., Francischini A.C., Constantin J., Oliveira R.S., Ghiglione H., Velho G.F., Neto A.M.O. Use of the new Clearfield system in sunflower culture to control dicotyledonous weeds. *Planta Daninha*. 2012. 30: 359–365.

66. Zollinger R.K. Advances in sunflower weed control in the USA. In: Proceedings 16th International Sunflower Conference, Aug 29–Sept 2, 2004. Fargo, USA: 435–439.
67. Tuemmler C, Schroeder G. Study on chemical control of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) in sunflower and grain legumes. In: Starfinger U., Sölter U., Verschwele A. (eds): Conference Proceedings: Ambrosia in Germany – Can the Invasion be Halted? Sept 10–12, 2013. Berlin, Germany: 105–110.
68. Elezovic I., Datta A., Vrbnicanin S., Glamoclija D., Simic M., Malidza G., Knezevic S.Z. Yield and yield components of imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) are influenced by pre-emergence herbicide and time of post-emergence weed removal. *Field Crop Research*. 2012. 128: 137–146.
69. Godar A.S., Stahlman P.W., Dille J.A. (2011): Single and sequential applications of tribenuron on broadleaf weed control and crop response in tribenuron-resistant sunflower. *Weed Technology*, 25: 391–397.
70. Хаблак С. Digital-технології при внесенні трихограми. *Агробізнес*. 2022. URL: <https://agrobusiness.com.ua/digital-tekhnologii-pry-vnesenni-trykhohramy>
71. Bansal, R., Kumar Kar, S., & Kaur, M. DuPont Decomposition for Fertilizer Companies. *Emerging Economies Cases Journal*. 2020. 2(2), 113–125.
72. Spaar D. (ed.). *Plant protection in sustainable systems of land use (in 4 books)*. 2003, book 3, 337p.
73. Бойко П. І., Коваленко Н. П., Шаповал І. С. Стратегія сівозмін, обробітку ґрунту і рівня удобрення у контролюванні бур'янів. *Рослини-бур'яни: особливості біології та раціональні системи їх контролювання в посівах сільськогосподарських культур*. К.: Колообіг. 2010. С. 11–16.
74. Барановський О. С., Марченко В. В. Механіко-технологічні засади ефективності застосування пестицидів при обприскуванні. *Аграрна техніка та обладнання*. 2008. № 4 (5). С. 34–38.

75. Agüera Vega, F., Carvajal Ramírez, F., Pérez Saiz, M., & Orgaz Rosúa, F. Multi-temporal imaging using an unmanned aerial vehicle for monitoring a sunflower crop. *Biosystems Engineering*. 2015. 132, 19–27.
76. Chen, T., & Lu, S. Autonomous navigation control system of agricultural mini-unmanned aerial vehicles based on DSP. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*. 2012. 28(21), 164–169. (In Chinese with English abstract).
77. Мілоненко В., Маранда С., Карнаушенко Р. Безпілотний літальний апарат "А-1" для біологічного захисту рослин шляхом одночасного моніторингу стану полів. *Техніка і технології АПК*. 2021. № 8 (35). С. 11–14.
78. Кам'яний Л. А. Досвід малооб'ємного авіаобприскування в боротьбі з шкідниками лісу. *Захист рослин*. 1964. – Вип. 1. С. 84–88
79. Ковтюх М. Г., Ляховецький М. Б. Крила України. – К., 1971. – 48 с.
80. Мнацаканов Р. Г., Пронь С. В., Лагуточкін В. П. Аналіз ринку агроавіаційних робіт в Україні. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури* (33). 2017.
81. Михайлов Г.М. Проблеми застосування авіації у сільському господарстві України. Збірник наукових праць Київського університету економіки і технологій транспорту: Серія «Економіка і управління». – Вип. 8. К.: КУЕТТ, 2006. – С. 224–229.
82. Герасименко І. М. Особливості авіаційно-хімічних робіт в Україні. Проблеми підвищення ефективності інфраструктури. К. : НАУ, 2009. – Вип. 23. – С. 194–199.
83. Лагуточкін В. П. Сільськогосподарська авіація України. Пропозиція: інформаційний щомісячник. – 2008. – № 6. – С. 114–122. URL: <https://propozitsiya.com/ua/silskogospodarska-aviaciya-ukrayini>
84. Области використання дронів у сільському господарстві. URL: <https://uhbdp.org/ua/news/innovatsiji-v-apk/874-oblasti-vikoristannya-droniv-u-silskomu-gospodarstvi>.

85. «Технології майбутнього». URL: <http://agravery.com/uk/posts/show/tehnologii-majbutnogo-droni-v-silskomu-gospodarstvi>.
86. Valentyn Myronenko, Sergiy Maranda. перспективи використання безпілотних літальних апаратів у сільському господарстві України, MOTROL, 2011, 13В, 25–35; National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Heroiv Oborony Str. 15, Kiev, 03041, Ukraine. УДК 631.937.33
87. DRONE – Unmanned Aerial Vehicle (UAV), 2020–2023 SAFE DRONES OVER SAFE ENVIRONMENT; Tempus Foundation Erasmus + 2020–1–RS01–KA202–065370
88. Думич І.Ю. Ґрунтознавство та механіка ґрунтів : підручник. Львів: Вид-во Львів. політехніки, 2014. 192 с.
89. Назаренко І.І. Польчина С.М., Нікорин В.А. Ґрунтознавство: підручник. Чернівці : Книги XXI, 2008. 400 с.
90. Кривов В.М. Екологічно безпечне землекористування Лісостепу України. Проблема охорони ґрунтів. Київ : Урожай, 2008. 303 с.
91. Гудзь В.П., Лісовал А.П., Андрієнко В.О., Рибак М.Ф. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підручник. Київ: Центр учбової літ., 2007. 408 с.
92. SOS! Врятуйте наші ґрунти! Пропозиція. 2017. № 6. С. 52–55 (спецвипуск).
93. Балюк С. Відтворення родючості ґрунтів: актуальні напрями економічного дослідження. Вісник аграрної науки. 2013. № 10. С. 59–63.
94. Балюк С. Системне управління трансформаційною спрямованістю та родючістю ґрунтів. Вісник аграрної науки 2015. № 10. С. 10–16.
95. Балюк С. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. Вісник аграрної науки. 2016. № 1. С. 11–17.
96. Балюк С. Сучасні проблеми деградації ґрунтів і заходи щодо досягнення нейтрального її рівня. Вісник аграрної науки. 2017. № 8. –С. 5–11.
97. Демиденко О. Баланс поживних речовин за різних способів обробітку ґрунту. Вісник аграрної науки. 2013. № 10. С. 20–23.

98. Демиденко О. Відтворення родючості чорноземів типових в агроценозах при ґрунтозахисному землеробстві. Вісник аграрної науки. 2013. № 11. С. 47–50.
99. Скидан В. О., Скидан М. С. Вплив температур та вологості на розвиток соняшнику. Агробізнес сьогодні. 2016. 48–51. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/8836-vplyv-temperatur-ta-volohosti-na-rozvytok-soniashnyku/>
100. Steel, R. D., Torrie J. H., & Dickey D. Principle and procedure of statistics. a biometrical approach. 3rd. ed. New York. McGraw-Hills Book, 1997. 466 p.
101. Ушкаренко В. О., Вожегова Р. А., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Методика польового досліджу: навчальний посібник. Херсон., 2014. 448 с.
102. Гаврилюк М.М. Салатенко В.Н., Чехов А.В. та ін. Олійні культури в Україні: Навч. посібник; за ред. В. Н. Салатенка, 2-ге вид., перероб. і допов. К.: Основа, 2008. 420с.
103. Шевніков М.Я. Світові агротехнології. Підручник., Полтава, 2005. С.179
104. Світові агротехнології. Програма навчальної дисципліни. К.: Аграрна освіта, 2003, 10 с.
105. Цирюлик О.І., Судак В.М. Ріст і розвиток рослин соняшнику залежно від агротехніки. Агробізнес сьогодні. 2016. URL: <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/671-rist-i-rozvytok-roslyn-soniashnyku-zalezho-vid-ahrotekhniky.html>
106. Arribas, J.I., Sunflowers. Growth and development, environmental influences and pests/diseases. New York. Nova Science publishers, Inc, 2014. ISBN: 978-1-63117-347-9
107. Andrew, R. L., Kane, N. C., Baute, G. J., Grassa, C. J. & Rieseberg, L. H. Recent nonhybrid origin of sunflower ecotypes in a novel habitat. 2013, Mol Ecol 22(3): 799–813.
108. Khaleghizadeh, A.. Effect of morphological traits of plant, head and seed of sunflower hybrids on house sparrow damage rate. 2011, Crop Prot 30(3): 360–367.

109. Harter, A. V., Gardner, K. A., Falush, D., Lentz, D. L., Bye, R. A. & Rieseberg, L. H. Origin of extant domesticated sunflower in eastern North America. 2004, *Nature* 430(6996):201–205.
110. Muller, M. H., Latreille, M. & Tollon, C.. The origin and evolution of a recent agricultural weed: population genetic diversity of weedy populations of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in Spain and France. 2011, *Evol Appl* 4(3): 499–514.
111. Kunduraci, B. S., Bayrak A., & Kiralan, M. Effect of essential oil extracts from oregano (*Origanum onites* L.) leaves on the oxidative stability of refined sunflower oil. 2010, *Asian J Chem* 22(2): 1377–1386.
112. Fozia A., Muhammad AZ., Muhammad A. & Zafar MK. Effect of chromium on growth attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 2008. *J Environ Sci (China)* 20(12): 1475–1480.
113. FAO (2010). Sunflower crude and refined oils. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://openknowledge.fao.org/items/64ccc0e9-d571-4a1e-9931-bd11a1f7da4>
114. Esmaeli, M., Javanmard, H. R., Nassiry, B. M. & Soleymani, A. Effect of different plant densities and planting pattern on sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars grown under climatic conditions of Isfahan region of Iran. 2012, *Res Crop* 13(2): 517–520.
115. Thomaz, G. L., Zagonel, J., Colasante, L. O. & Nogueira, R. R. Yield of sunflower and oil seed content as a function of air temperature, rainfall and solar radiation. 2012, *Cienc Rural* 42(8): 1380–1385.
116. Gholamhoseini, M., Ghalavand, A., Dolatabadian, A., Jamshidi, E. & Khodaei-Joghan. Effects of arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, yield, nutrient uptake and irrigation water productivity of sunflowers grown under drought stress. 2013, *Agr Water Manage* 117: 106–114.
117. Radanielson, A. M., Lecoeur, J., Christophe, A. & Guilioni, L. Use of water extraction variability to screen for sunflower genotypes well adapted to soil water limitation. 2012, *Funct Plant Biol* 39(12): 999–1008.

118. Seassau, C., Dechamp–Guillaume, G., Mestries, E. & Debaeke, P. Low plant density can reduce sunflower premature ripening caused by *Phoma macdonaldii*. 2012, *Eur J Agron* 43:120.185–193.
119. Jabeen, N. & Ahmad, R. Improvement in growth and leaf water relation parameters of sunflower and safflower plants with foliar application of nutrient solutions under salt stress. 2012, *Pak J Bo* 44(4): 1341–1345.
120. Aznar–Moreno, J. A., Martínez–Force, E., Venegas–Calerón, M., Garcés, R. & Salas, J. Changes in acyl–coenzyme A pools in sunflower seeds with modified fatty acid composition. 2013, *Phytochemistry* 87: 39–50.
121. Zheljazkov, V. D., Vick, B. A., Baldwin, B. S., Buehring, N., Astatkie, T. & Johnson. Effect of planting date, nitrogen rate, and hybrid on sunflower. 2012, *J Plant Nutr* 35(14): 2198–2210.
122. Borbely, E. H., Csajbok, J. & Lesznyak, M. Yield stability of sunflower (*Helianthus annuus*) varieties on chernosem soil. 2008, *Cereal Res Comm* 36: 1711–1174.
123. Rawat, L. S., Negi, V. S. & Maikhuri, R. K. Allelopathic effect of sunflower (*Helianthus annuus*) rhizosphere soil on germination and seedling growth of kharif crops and weeds. 2010, *Natl Acad Sci Lett (India)* 33(9–10): 271–278.
124. Saensee, K., Machikowa, T. & Muangsan, N. Comparative performace of sunflower synthetic varieties under drought stress. 2012, *Int J Agric Biol* 14(6): 929–934.
125. de Carvalho, C. G. P. & de Toledo, J. F. F. Extracting female inbred lines from commercial sunflower hybrids. (2008), *Pesqui Agropecu Bras* 43(9): 1159–1162.
126. Seth, C., Misra, V., Singh, R. R. & Zolla, L. EDTA–enhanced lead phytoremediation in sunflower (*Helianthus annuus* L.) hydroponic culture. 2011, *Plant Soil* 347(1–2): 231–242.
127. Kara, Y., Koca, S., Vaizogullar, H. E. & Kuru, A. Studying phytoremediation capacity of jojoba (*Simmondsia chinensis*) and sunflower (*Helianthus annuus*) in hydroponic systems. 2013, *Curr Opin Biotech* 24(1): S34.

128. Malaviya, P. & Singh, A. Phytoremediation Strategies for Remediation of Uranium–Contaminated Environments: A Review. 2012, *Crit Rev Env Sci Tec* 42(24): 2575–2647.
129. Ker, K. & Charest, C. Nickel remediation by AM–colonized sunflower. 2010, *Mycorrhiza* 20(6): 399–406.
130. Tejada–Agredano, M. C., Gallego, S., Vila, J., Grifoll, M., Ortega–Calvo, J. J. & Cantos, M. Influence of the sunflower rhizosphere on the biodegradation of PAHs in soil. 2013, *Soil Biol Biochem* 57: 830–840.
131. Fiebig, R., Schulze, D., Chung, J.–C. & Lee, S.–T. Biodegradation of polychlorinated biphenyls (PCBs) in the presence of a bioemulsifier produced on sunflower oil. 1997, *Biodegradation* 8(2): 67–75.
132. Marques, A. P. G. C., Moreira, H., Franco, A. R., Rangel, A. O. S. S. & Castro, P. M. L. Inoculating *Helianthus annuus* (sunflower) grown in zinc and cadmium contaminated soils with plant growth promoting bacteria – Effects on phytoremediation strategies. 2013, *Chemosphere* 92(1): 74–83.
133. Kibazohi O, Rincon–Perez L. E, Felix E & Cardona–Alzate C.A Technical and economical analysis for biofuel production from sunflower. In *Bioenergy and food security: The BEFS analysis for Tanzania–Sunflower biodiesel, water, and household food security*, 108 (Ed FAO). 2012, Tanzania: FAO.
134. Bogdanski, A., Dubois, O. & Chuluunbaatar, D. Integrated Food–Energy Systems. Project assessment in China and Vietnam. In *Final Report*, 28 (Ed FAO). 2010, Rome.
135. Schneiter, A. A. & Miller, J. F. Description of sunflower growth stages. 1981, *Crop Sci.*, 21, 901–903.
136. Hernández, L. F. & Green, P. B. Transductions for the expression of structural pattern: analysis in sunflower. 1993, *Plant Cell*, 5, 1725–1738.
137. Hernández, L. F. Floret differentiation in the capitulum of sunflower (*Helianthus annuus* L.). 1997, *Helia*, 20, 63–68.

138. Lobello, G., Fambrini, M., Baraldi, R., Lercari, B. & Pugliesi, C. Hormonal influence on photocontrol of the protandry in the genus *Helianthus*. 2000, *J. Exp., Bot.*, 51, 1403–1412.
139. Hong, L., Shen, H., Ye, W., Cao, H. & Wang, Z. Secondary pollen presentation and style morphology in the invasive weed *Mikania micrantha* in South China. 2008, *Bot. Stud.*, 49, 253–260.
140. Baroncelli, S., Lercari, B., Cecconi, F. & Pugliesi, C. Light control of elongation of filament in sunflower (*Helianthus annuus* L.). 1990, *Photochem. Photobiol.*, 52, 229–231.
141. Rezaoust, S., Karimi, M. M., Vazan, S., Ardakani, R., Kashani, A. & Gholinezhad, E. The modelling of development stage of sunflower on the basis of temperature and photoperiod. 2010, *Notulae Botanicae Horti., Agrobotanici Cluj–Napoca*, 38, 66–70.
142. Weiss, E. A. Oil seed crops. 2000, Blackwell Publishing Ltd., London, England. 205–243.
143. Regina M. V. B. C. Leite. Disease Management in sunflowers. 2014, Nova Science Publishers, Inc. ISBN: 978–1–63117–347–9.
144. Leite, R. M. V. B. C., Amorim, L., Bergamin Filho, A.. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi* – sunflower pathosystem. 2006, *Plant Pathology* 55, 73–81.
145. Anahosur, K. H. *Alternaria helianthi*. 1978, *CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria* 582, 1–2.
146. Gulya, T. J., Ranhid, K. Y., Musirevio, S. M. Sunflower diseases In: Schneien A. A. (Ed.), *Sunflower technology and production*. 1997, Madison: American Society of Agronomy. p. 263–379.
147. Zimmer, D. E., Hoes, J. A. Diseases. In: Carter, J. F. (Ed.). *Sunflower science and technology*. 1978, Madison: American Society of Agronomy. p. 225–262.
148. Masirevic, S., Gulya, T. J. *Sclerotinia* and *Phomopsis* – two devastating sunflower pathogens. 1992, *Field Crops Research* 30, 271– 300.

149. Mordue, J. E. M., Holliday, P. *Sclerotinia sclerotiorum*. 1976, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria 513, 1–2.
150. Gulya, T. J., Rashid, K. Y., Masirevic, S. M. Sunflower diseases. In: Schneiter, A. A. (Ed.). *Sunflower technology and production*. 1997, Madison: American Society of Agronomy. p. 263–379.
151. Pereyra, V., Escande, A. R. *Enfermedades del girasol en la Argentina: manual de reconocimiento*. 1994, Balcarce: INTA. 113p.
152. Davet, P., Pérès, A., Regnault, Y., Tourvieille, D., Penaud, A. *Les maladies du tournesol*. 1991, Paris: CETIOM. 12p.
153. Almeida, A. M. R., Machado, C. C., Carrão–Panizzi, M. C. *Doenças do girassol: descrição de sintomas e metodologia para levantamento*. 1981, Londrina: Embrapa–CNPSO, 24p. (Embrapa–CNPSO. Circular técnica, 6).
154. Kapoor, J. N. *Erysiphe cichoracearum*. 1967, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria 152, 1–2.
155. Laundon, G. F., Waterson, J. M. *Puccinia helianthi*. 1965, CMI Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria 552, 1–2.
156. Чумак В. С., Цилюрик О. І., Горобець А. Г., Горбатенко А. І., Чабан В. І., Коваленко В. Ю., Рибка В. С., Судак В. М. Агроекономічна ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під соняшник в Степу. Бюл. Ін-ту зерн. госп–ва. 2011. № 40. С. 56–59.
157. Гордієнко В. П., Малієнко А. М., Гордієнко В. П., Грабак Н. Х.. Прогресивні системи обробітку ґрунту. Сімферополь, 1998. 280 с.
158. Сніговий В. С. Канаш О.П, Глушук М.М, Щербак І.В. Вплив різних систем обробітку ґрунту на продуктивність сівоzmіни і врожайність культур в південному Степу України. Агрохімія і ґрунто–знавство: міжвід. темат. наук. зб. Харків, 1998. Вип. 59. С. 160–169.
159. Коваленко О.О. Економічна та енергетична ефективність вирощування гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин і строків сівби. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. Дніпропетровськ. 2003. No 2. С. 41–45.

160. Циліорик О., Судак В. Ефективність безполицевого обробітку ґрунту під соняшник у північному степу України. Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія: Агронімія. 2014. № 18. С. 160–166. –URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/2066>
161. Нікітчин Д.І., Аксьонов І.В., Поляков О.І., Роль основного обробітку ґрунту у формуванні врожайності соняшником. Наук. техн. бюл. ІОК УААН. Запоріжжя, 1997, вип. 2. С. 203–206.
162. Ткаліч Ю.І., Козечко В.І., Рудаков Ю.М. Особливості технології вирощування соняшнику. Розвиток Придніпровського регіону; агроекологічний аспект: монографія / за заг. ред. проф. А.С. Кобця ; відп. ред. проф. Д. М. Онопрієнко та ін. / Дніпровський ДАЕУ. Дніпро: Ліра, 2021. С. 399–424. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/8090>.
163. Рябоволик Ю., Андрієнко О. "СИСТЕМИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД СОНЯШНИК." Матеріали XIV Міжнародної науково–практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023.–430с (2023): 306.
164. Ткаліч Ю. І., Цирюлик О.І., Козечко В.І. та ін. Технічна ефективність бакових сумішей гербіцидів у посівах соняшнику в умовах північного Степу України. Зернові культури. 2021. Том 5. № 2. С. 356 – 367. URL: <http://dspace.dsau.dp.ua/jspui/handle/123456789/7041>
165. Ткаліч Ю. І., Цирюлик О.І., Козечко В.І. ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЛИПАЧІВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ ТРИБЕНУРОН–МЕТИЛУ В ПОСІВАХ СОНЯШНИКА. Scientific & Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS. 2022. №. 32. URL: <https://superagronom.com/blog/911-gerbitsidniy-zahist-sonyashnika-sistemi-i-preparati>
166. Жуйков О. Г.; Середюк В. Ю. Технологія вирощування соняшника Clearfield®–світова історія та вітчизняний досвід. Аграрні інновації. 2024, No 23.

167. Грицев Д.А. Особливості формування урожаю соняшника при вирощуванні за різних систем контролю забур'яненості. Аграрний вісник Причорномор'я. 2015. Вип. 76. С. 31–40.
168. Сторчоус І. Прийоми чистоти на соняшнику. Агробізнес сьогодні. –2013. №9. С. 12–15.
169. Ткаліч І.Д., Гришин О.М. Особливості догляду за соняшником в післяукісних посівах при сівбі різними способами. Бюл. ІЗГ УААН. Дніпропетровськ, 1999. №8. С. 12–17.
170. Олексюк О.М. Вплив способів і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в північній частині Степу України: Дис. канд. с.–г. наук: 06.01.09 Олексюк О.М. Дніпропетровськ, 2000. 156с.
171. Грицаєнко З. М., Підан Л.Ф. Забур'яненість та врожайність посівів соняшнику за різних способів застосування гербіцидів Дуал Голд 960, Фюзилад Форте 150 і регулятора росту рослин Радостим. Вісник Уманського національного університету садівництва 1 (2014): 54–60.
172. Жуйков О.Г. Агротехнологічні аспекти механічного захисту рослин від бур'янів за біологізації технології вирощування соняшника. Аграрні інновації. 2021. Вип. 5. С. 35–40.
173. Шевченко С.М., Шевченко О.М. Система інноваційних методів контролювання забур'яненості в степовому землеробстві. Монографія. Одеса, 2015.
174. dos Santos, Elielton Germano, et al. "Weed Control and Selectivity of Four Herbicides Applied in Pre–Emergence on Two Sunflower Cultivars." *Crops* 3.2 (2023): 139–147.
175. Latify, S., Yousefi, A. R., & Jamshidi, K.. Integration of competitive cultivars and living mulch in sunflower (*Helianthus annuus L.*): a tool for organic weed control. *Organic Agriculture* 7. 2017. 419–430.
176. Hussain, M., Abbas Shah, S. N., Naeem, M., Farooq, S., Jabran, K., & Alfarraj, S.. Impact of different mulching treatments on weed flora and productivity of maize

- (*Zea mays* L.) and sunflower (*Helianthus annuus* L.). 2022. Plos one, 17(4), e0266756.
177. Корнійчук М.С. Захист рослин від шкідників і хвороб і шляхи зниження пестицидного забруднення навколишнього середовища. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. – Київ: Урожай, 1992. – С. 246–269.
178. Лісовий М.П., Трибель С.О. Інтегрований захист. Основа сучасних технологій. Захист рослин. 1998. №5. С. 3–4.
179. Писаренко В.М. Писаренко П.В. Захист рослин: екологічно обґрунтовані системи. Полтава: Камелот, 2000. 188с.
180. Лісовий М.П. Методологія та основи концепції захисту рослин в Україні. Вісник аграрної науки. 2002. №9. С. 25–28.
181. Васильєв В.П. Інтегрована система заходів із захисту рослин. Довідник із захисту рослин. Київ: Урожай, 1999. С.31–59.
182. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Проблеми екологічно врівноважених сівозмін. Вісник аграрної науки. Київ. 2003. № 8. С. 9–13.
183. Юркевич Є.О., Коваленко Н.П., Бакума А.В. Агробіологічні основи сівозмін Степу України. Монографія. Одеса: Одеське видавництво «ВМВ», 2011. 237 с.
184. Ткаліч І.Д., Ткаліч Ю.І., Кохан А.В. Вплив способів сівби, прийомів догляду і добрив на врожайність насіння соняшнику в Степу. Бюл. Ін-ту сіл. госп-ва степ. зони НААН України. Дніпропетровськ, 2012. № 2. С. 128–132.
185. Ткаліч І.Д., Олексюк О.М. Вплив способів сівби, густоти стояння рослин на формування кореневої системи, водоспоживання та врожайність гібридів соняшнику. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2000. № 12–13. С. 18–22.
186. Бойко П., Бородань В. Вирощування соняшнику в сівозмінах. Пропозиція. 2000. № 4. С. 36–38.

187. Олексюк О.М. Вплив способів і густоти стояння рослин на урожайність гібридів соняшника в північній частині Степу України: Дис. канд. с.–г. наук: 06.01.09 Олексюк О.М. Дніпропетровськ, 2000. 156с.
188. Forcella, F., Westgate, M. E., & Warnes, D. D. Effect of row width on herbicide and cultivation requirements in row crops. *American Journal of Alternative Agriculture*, 7(4), 1992. 161–167.
189. Calviño P., Sadras, V., Redolatti, M., & Canera, M. Yield responses to narrow rows as related to interception of radiation and water deficit in sunflower hybrids of varying cycle. *Field crops research* 88.2–3 (2004): 261–267.
190. Ткаліч І.Д., Гришин О.М. Особливості догляду за соняшником в післяукісних посівах при сівбі різними способами. Бюл. ІЗГ УААН. Дніпропетровськ, 1999. №8. С. 12–17.
191. Кохан А.В., Самойленко О.А., Омелянчук А.М. Переваги вузькорядного посіву соняшнику. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія 235 (2016): 64–71.
192. Циліорик О. І., Горбатенко . А. І., Судак В. М., Шапка В. П. Вплив мінімальної обробки ґрунту та удобрення на урожайність і олійність насіння соняшнику в умовах північного Степу. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони НААН України, (9), 2015. с.11–15.
193. Дудник А.В. Формування продуктивності сортів та гібридів соняшнику на різних агротехнічних фонах з використанням біостимуляторів росту в умовах південного Степу України: Автореф. дис. канд. с.–г. наук: 06.01.09 / А.В. Дудник. Херсон, 2006. 16с.
194. Дерев'янюк В.А., П.Б. Лиман Ширина міжрядь і урожайність насіння соняшнику. Респ. міжвідомч. зб.: Степове землеробство. К., 1990, вип. 24. С. 58–61.
195. Tuo D, An H, Zhang J, Li Z H. 2010. The current situation of sunflower fertilizer technology at home and abroad and its development trend. *Inner Mongolia Agricultural Science and Technology*, 6, 1–2. (in Chinese)

196. Amanullah, Khan M W. 2010. Interactive effects of potassium and phosphorus on phenology and grain yield of sunflower in northwest Pakistan. *Pedosphere*, 20, 674–680.
197. Jákli B, Tavakol E, Tränkner M, Senbayram M, Dittert K. 2016. Quantitative limitations to photosynthesis in K deficient sunflower and their implications on water–use efficiency. *Journal of Plant Physiology*, 209, 20–30.
198. Soleimanzadeh H, Habibi D, Ardakani M R, Paknejad F, Rejali F. 2010a. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to drought stress under different potassium levels. *World Applied Sciences Journal*, 8, 443–448.
199. Tisdale S L, Nelson W L, Beaton J D. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. Macmillan Publication, New York. pp. 249–291.
200. LiHC, TuoDB, DuanY, ZhangJ, AnH. (2010). Effect of balanced fertility on the nutrient uptake and distribution regulation of oil sunflower. *Heilongjiang Agricultural Sciences*, 9, 50–52. (in Chinese)
201. Bozkurt M A, Karacal I. 2001. Quantitative relationships between nutrient contents and oil quality of sunflower seed. *Journal of Food Science and Technology (Mysore)*, 38, 635–638.
202. Skarpa P, Losak T. 2008. Changes in selected production parameters and fatty acid composition of sunflower in response to nitrogen and phosphorus applications. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 56, 203–210.
203. Khaliq, T., A. Ahmad, A. Hussain, M.A. Ali, 2009. Maize hybrids response to nitrogen rates at multiple locations in semi arid environment. *Pak. J. Bot.*, 41: 207–224.
204. Kasem, M.M. and M.A. El–Mesilhy, 1992. Effect of rates and application treatments of nitrogen fertilizer on sunflower yield and yield components. *Annals Agric. Sci. Moshtohor*, 30: 665–676.
205. Malik, M.A., M.F. Saleem, M. Sana and A. Rehman, 2004. Suitable level of N, P and K for harvesting the maximum economic returns of sunflower. *Int. J. Agric. Bio.*, 6: 240–242.

206. Nasim, W., A. Ahmad, A. Wajid, J. Akhtar and D. Muhammad, 2011. Nitrogen effects on growth and development of sunflower hybrids under agro-climatic conditions of Multan, Pak. *J. Bot.*, 43: 2083–2092.
207. Walter, E.B., C.B. Christianson and A.G. Lamothe, 1995. The effect of nitrogen fertilizer on growth, grain yield and yield component of malting barley. *Field crop Res.*, 43: 87–93.
208. Zheljzkov, V.D.B.A. Vick, B.S. Baldwin, N. Buehring, T. Astatkie and B. Johnson, 2009. Oil content and saturated fatty acids in sunflower as a function of planting date, nitrogen rate and hybrid. *Agron. J.*, 101: 1003–1011.
209. Hocking, P.J. and B.T. Steer, 1995. Effects of timing and supply of nitrogen remobilization from vegetative organs and redistribution to developing seeds of sunflower. *Plant Soil*, 170: 359–370.
210. Lawler, D.W., 2002. Carbon and nitrogen assimilation in relation to yield mechanisms are the key to understanding production systems. *J. Exp. Botany.*, 53: 773–787.
211. Scheiner, J.D., F.H.B. Guitierrez and R.S. Lavado, 2002. Sunflower nitrogen requirement and N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. *Eur. J. Agron.*, 17: 73–79.
212. Ali, H., S.A. Randhawa and M. Yousaf, 2004. Quantitative and qualitative traits of sunflower as influenced by planting dates and nitrogen application. *Int. J. Agri. and Biology*. 1560–8530/2004/06–2–410–412.
213. Ozer, H., T. Polat and E. Ozturk, 2004. Response of irrigated sunflower hybrids to nitrogen Fertilization: growth, yield and yield components. *Plant Soil Enviro.*, 50: 205–211.
214. Al-Thabet, S.S., 2006. Effect of plant spacing and nitrogen levels on growth and yield of sunflower (*Helianthus annus L.*) *J. Agric. Sci.*, 19: 1–11.
215. Salisbury, F.B. and C.W. Rose, 1994. *Plant physiology*, Belmont, California: Washington Publishing Company, California Agric. Exp. Station.

216. Hussein, M.A., A.H. El-Hattab and A.K. Ahmad, 1980. Effect of plant spacing and nitrogen levels on morphological characters, seed yield and quality in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *J. Agron. Crop. Sci.*, 149: 148–156.
217. Steer, B.T., P.D. Coaldrake, C.J. Pearson and C.P. Canty, 1986. Effects of nitrogen supply and population density on plant development and yield components of irrigated sunflower. *Field Crops Res.*, 13: 99–115.
218. Kutcher, H.R., S.S. Malhi and K.S. Gill, 2005. Topography and management of nitrogen and fungicide affects diseases and productivity of canola. *Agron. J.*, 97: 533–541.
219. Jackson, G.D., 2000. Effects of nitrogen and sulphur on canola yield and nutrient uptake. *Agron. J.*, 92: 644–649.
220. National Sunflower Association 2009. URL: https://www.sunflowernsa.com/uploads/16/berglund_2009nsa_survey.pdf
221. Aguiar Neto, P., Oliveira, F. A., Marques, L. F., Rodrigues, A. F., & Santos, F. G. B. Efeitos da aplicação do fósforo no crescimento da cultura do girassol. *Revista Verde*, 5(4), 2010. 148–155.
222. Prado, R. M., & Leal, R. M. Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. Catissol-01. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 36(3), 2006. 187–193.
223. Marschner, H, *Mineral Nutrition of Higher Plants*, 2nd ed., Academic Press, London, 1995.
224. Vance, C.P., Uhde-Stone, C., and Allan, D.L, «Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants securing a nonrenewable resource», *New Phytologist*, 157. 423–457. 2003.
225. Ashley, K., Cordell, D., Mavinic, D, "A brief history of phosphorus: From the philosopher's stone to nutrient recovery and reuse", *Chemosphere* 84. 737–746. 2011.
226. Nadira, U.A., Ahmed, I.M., Zhu, B., Zeng, J., Cai, S., Wu, F. and Zhang, G, "Identification of Tibetan wild barley genotypes with high tolerance to low phosphorus stress", *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 12 (2). 408–214. 2014.

227. Richardson, S.J., Peltzer, D.A., Allen, R.B., McGlone, M.S. and Parfitt, R.L., "Rapid development of phosphorus limitation in temperate rainforest along the Franz Josef soil chronosequence», *Oecologia*, 139. 267–276. 2004.
228. Pachauri, R.K. and Meyer, L.A, (eds.), IPCC, Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, Geneva, Switzerland, 2014.
229. Chardon, W., Withers, P, "Introduction to papers from the UE–COST Action 832, Quantifying the agricultural contribution to eutrophication", *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 166. 401. 2003.
230. Abbadi, J. and Gerendás, J, "Phosphorous use efficiency of Safflower as compared to Sunflower", *Journal of Plant Nutrition*, 38 (7). 1121–1142. 2015.
231. Abbadi, J, "Phosphorous use efficiency of safflower and sunflower grown in different soils", *World Journal of Agricultural Research*, 5 (4), 212–220. 2017.
232. Abbadi, J, "Importance of nutrient supply (N, P, K) for yield formation and nutrient use efficiency of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) compared to sunflower (*Helianthus annuus* L.) including an assessment to grow safflower under north German conditions", Grauer Publisher, Beuren Stuttgart, Germany, 2007.
233. Abbadi, J. and Gerendás, J, "Effects of phosphorous supply on growth and yield of safflower as compared to sunflower", *Journal of Plant Nutrition*, 34 (12). 1769–1787. 2011.
234. Watson, C.A., Atkinson, D., Gosling, P., Jackson, L.R. and Rays, F.W, "Managing soil fertility in organic farming systems", *Soil Use and Management*, 18. 239–247. 2002.
235. Maranguit, D., Guillaume, T. and Kuzyakov, Y, "Land–use change affects phosphorus fractions in highly weathered tropical soils», *Catena*, 149. 385–393. 2017.
236. Singh, B. and Ryan, J, "Managing Fertilizers to Enhance Soil Health", International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris. France. 2015.

237. Shahid, S.A. and Al-Shankiti, A, "Sustainable food production in marginal lands—Case of GDLA member countries", *International Soil and Water Conservation Research*, 1 (1). 24–38. 2013.
238. Goll, D.S., Brovkin, V., Parida, B.R., Reick, C.H., Kattge, J., Reich, P.B., Van Bodegom, P.M., and Niinemets, Ü, «Nutrient limitation reduces land carbon uptake in simulations with a model of combined carbon, nitrogen and phosphorus cycling», *Biogeosciences*, 9. 3547–3569. 2012.
239. Bhadoria, P.S., Singh, S. and Claassen, N, "Phosphorus efficiency of wheat, maize and groundnut grown in low phosphorus supplying soil", In W.J. Horst et al. eds. *Plant Nutrition— Food security and sustainability of Agro–ecosystems*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. 530–531. 2001.
240. Schenk, M.K, "Nutrient efficiency of vegetable crops", *Acta Horticulturae*, 700. 21–34. 2006.
241. Johnston, A.E.J., and Syers, J.K, "A new approach to assessing phosphorus use efficiency in agriculture", *Better Crops Plant Food*, 93. 14–16. 2009.
242. Rausch, C. and Bucher, M, "Molecular mechanisms of phosphate transport in plants", *Planta*, 216. 23–37. 2002.
243. Syers, J.K., Johnston, A.E. and Curtin. D, "Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use", *FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin*, 18. Rome, Italy. 2008.
244. Johnston, A.E, "Principles of crop nutrition for sustainable food production", *Proceedings*, 459., International Fertilizer Society., York, UK., 2001.
245. Jungk, A. and Claassen, N, "Ion diffusion in the soil–root system», *Advances in Agronomy*, 61. 53–110. 1997.
246. Vala, G.S.; Vaghani, J.J.; Gohil, V.N. Effect of Sulphur on Yield and Oil Content of Sunflower. In *Proceedings of the Conference: Soil Health: A Key to Unlock and Sustain Production Potential*, Jabalpur, India, 3–4 September 2014.
247. Kumar, S.; Mohapatra, T. Interaction Between Macro– and Micro–Nutrients in Plants. *Front. Plant Sci.* 2021, 12, 665.

248. Kumar, K.A.; Reddy, S.; Kaur, G.; Chhabra, V. Effect of Sulphur Fertilization on Growth and Yield of Sunflower Crop—A Review. *Indian J. Agric. Allied Sci.* 2002, 8, 31–35.
249. Asad, A. Boron requirements for sunflower and beet. *J. Plant Nutr.* 2002, 25, 885–889.
250. Asad, A.; Blamey, F.P.C.; Edwards, D.G. Effect of foliar boron application on vegetative and reproductive growth of sunflower. *Ann. Bot.* 2003, 92, 565–570.
251. Zerrari, N.; Moustouai, D. The fertilisation of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) in boron field calibration trials of plant analysis and recommendations for foliar fertilization. *Agrochemicals* 2005, 49, 182–189.
252. Skarpa, P. Effect of Boron foliar application at critical growth stage on sunflower (*Heliantus annuus*), yeld and quality. *J. Elem.* 2013, 18, 449–459.
253. Rashid, A.; Rafique, E. Internal boron requirements of young sunflower plants, proposed diagnostic criteria. *Community Soil Sci. Plant Ann.* 2005, 36, 2113–2119.
254. Sharma, R.K.; Agrawal, M. Biological Effects of Heavy Metals: An Overview. *J. Environ. Biol.* 2005, 26 (Suppl. 2), 301–313.
255. Faraz, A.M.; Jamil, M.; Ahmad, K.; Bakar, A.M.; Abbas, M.S.; Nadeem, M.; Batool, T. Effect of Copper on Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Int. J. Sci. Res. Publ.* 2020, 10, 205.
256. Qasim, A.; Shafaqat, A.; Mohamed, A.; El–Esawi Rizwan, M.; Azeem, M.; Abdullah, I.H.; Perveen, R.; El–Sheikh, M.A.; Nasser, M.; Wijaya, A.L. Tolerance in Sunflower as Compared with FeSO₄: Yield Traits, Osmotic Adjustment, and Antioxidative Defense Mechanisms. *Biomolecules* 2020, 10, 1217.
257. Cockson, P.; Veazie, P.; Davis, M.; Barajas, G.; Post, A.; Crozier, C.R.; Leon, R.G.; Patterson, R.; Whipker, B.E. The Impacts of Micronutrient Fertility on the Mineral Uptake and Growth of *Brassica carinata*. *Agriculture* 2021, 11, 221.
258. Ramesh, V.; Manjunath, J.; Saravanaperumal, M.; Bheemanna, R. Effect of Micro Nutrient Management in Hybrid Sunflower on Growth and Yield. *Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci.* 2019, 8, 1222–1231.

259. Li, C.; Wang, P.; Van der Ent, A.; Cheng, M.; Jiang, H.; Read, T.L.; Lombi, E.; Tang, C.; de Jonge, M.D.; Menzies, N.W.; et al. Absorption of foliar-applied Zn in sunflower (*Helianthus annuus*): Importance of the cuticle, stomata and trichomes. *Ann. Bot.* 2019, 123, 57–68.
260. Milev, G. Effect of foliar fertilization on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Agric. Sci. Technol.* 2015, 7, 324–327.
261. Franchuk, V., Kopytko, M. & Melnyk, S. 2022. Ensuring food security in Ukraine in a changing security environment. *Scientific Notes of KROK University* 3(67), 9–17.
262. Tsymbal, Y., Boiko, P., Martyniuk, I., Kalchun, T. & Yakymenko, L. 2022. Productivity and quality of sunflower seeds in different rotation crop rotations of the Forest–steppe zone according to the organo–mineral intensification system. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice* (2), 19–25.
263. Vasylykivska, K., Andriienko, O., Malakhovska, V., & Moroz, O. (2022). Analysis of changes in comfortable sunflower growing areas using the example of Ukraine. *Helia*, 45(77), 175–189.
264. Debaeke, P., Casadebaig, P., Flénet, F. & Langlade, N. 2017. Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case–studies in Europe. *OCL* 24(1), D102.
265. Barrera, A. 2011. New realities. new paradigms: the new agricultural revolution. *Comuniica Magazine*. Inter–American Institute for Cooperation on Agriculture, pp. 1–13.
266. Bajdak, L. A., Dvoretzky, A. I., Poleva, J. L., Rozhkov, V. V. (2021). Dnipropetrovsk hydrobiological school. Theory and practice of enrichment of reservoirs with new food organisms for fish. Life and work of professor Zhuravel (1901–1977) to the 120th anniversary of his birth [Dnipropetrovsk hydrobiological school. Theory and practice of enrichment of reservoirs with new food organisms for fish. Life and work of professor Zhuravel (1901–1977) to the 120th anniversary of his birth]. *Vodni bio–resursy ta akvakultura: nauk. zhurn. / Khersonskyi DAEU.*, 1(9), 264–273 (in English).

267. Kobiakov, D. O., Remez, A. O., Polieva, Yu. L. (2021). Pre-hydraulic changes in the middle of the village of the Basavluk along with natural and anthropogenic factors [Study of hydrological changes in the middle section of the Bazavluk River under the influence of natural and anthropogenic factors]. *Pytannia stepovoho lisoznavstva ta lisovoi rekultyvatsii zemel. Dniprovskiyi natsionalnyi universytet. Dnipro, Ukraine*, 49, 94–100.
268. Poleva, Ju. (2021). Specific features of pesticide influence on water ecosystems. *Trend in the development of modern scientific. Vancouver, Canada*, 31, 17–19.
269. Poleva J. L., Polev M. D. (2024) «Lace Miracle», lichens as an indicator of the ecological situation using the example of Turkey Creek, Florida. *Ecology and noospherology, Oles Honchar Dnipro National University of the Ministry of Education and Science of Ukraine*, 35 (1), 66 –71.
270. Poleva Ju., Polev M. (2024) Climate change and agriculture, some methods of adaptation. The 17th International scientific and practical conference “The latest technologies in the development of science, business and education” (April 30–May 03, 2024) London, Great Britain. International Science Group. p. 43–46.
271. Poleva, J. L., Varyshkina, O. O., Demyanov, V. V. Analysis and research of the state of Lake Sukorivshchyna as a result of anthropogenic influence, as well as hydroecological and geomorphological conditions of species coexistence. *Ecology and noospherology*, 34 (1), 2023. 36–39.
272. Гришко С. В., Непша О. В. Фізико–хімічні властивості ґрунтів Запорізької області. Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи. Том 6: Проектування суспільних та гуманітарних досліджень: колективна монографія / Наукова редакція: Я. Гжесяк, І. Зимомря, В. Ільницький. Конін – Ужгород – Перемишль – Херсон: Посвіт, 2021. С. 241–255
273. Фізична географія Запорізької області: Хрестоматія / Л.М. Даценко, В.В. Молодиченко, В.П. Воронка та ін. Відп. ред. Л.М. Даценко. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. 200 с.

274. Wanjari, R.H., N.T. Yaduraju and K.N. Ahuja. 2001, Nutrient uptake by sunflower (*Helianthus annuus*) and associated weeds during rainy season. *Indian Journal of Agronomy*, 3:541–546.
275. Kruidhof, H.M., L. Bastiaans, and M.J. Kropff. 2008, Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. *Weed Research*, 6: 492–502.
276. Macías, F.A, R.M. Varela, A. Torres, R.M. Oliva and J.M.G. Molinillo. 1998, Bioactive norsesquiterpenes from *Helianthus annuus* L. Potential allelopathic activity. *Phytochemistry*, 1: 631–636.
277. Swanton, C.; Nkoa, R., Blachshaw, R. Experimental methods for crop–weed competition studies. *Weed Sci.* 2015, 63, 2–11.
278. Bukun, B. Critical periods for weed control in cotton in Turkey. *Weed Res.* 2004, 44, 404–412.
279. Ozkil, M.; Torun, H.; Eymirli, S.; Uremis, I.; Karaman, Y.; Tursun, N. Critical period for weed control in sunflower and effects of application on weed species and diversity. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım Doğa Derg.* 2022, 25, 1305–1314.
280. Knezevic, S.Z.; Evans, S.P.; Blankenship, E.E.; Van Acker, R.C.; Lindquist, J.L. Critical period for weed control: The concept and data analysis. *Weed Sci.* 2002, 50, 773–786.
281. Elezovic, I.; Datta, A.; Vrbnicanin, S.; Glamoclija, D.; Simic, M.; Malidza, G.; Knezevic, S.Z. Yield and yield components of imidzolinone–resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) are influenced by pre–emergence herbicide and time of post–emergence weed removal. *Field Crops Res.* 2012, 128, 137–146.
282. Kanatas, P. Seed and Oil Productivity of Sunflower (*Helianthus annuus* L.) as Affected by the Timing of Weed Removal. *Sci. Pap. Ser. A Agron.* 2020, 63, 124–127.
283. Barros, J.F.C.; de Carvalho, M.; Basch, G. Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to sowing date and plant density under Mediterranean conditions. *Eur. J. Agron.* 2004, 21, 347–356.

284. Uludag A, Uremis İ, Arslan M 2018. Biological weed control. In: Non-chemical weed control. Jabran, K, Chauhan B.S., (Eds.). Academic Press, UK, 115–132 p.
285. Özer Z, Önen H, Tursun N, Uygur FN 2003. Herboloji (Yabancı Ot Bilimi) Cilt.1. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No:20 Ser. No: 10, Tokat.
286. Blamey, F. P. C., Richard K. Zollinger, and Albert A. Schneiter. "Sunflower production and culture." *Sunflower technology and production* 35 (1997): 595–670.
287. Hussain, Mubshar, et al. "Drought stress in sunflower: Physiological effects and its management through breeding and agronomic alternatives." *Agricultural water management* 201 (2018): 152–166.
288. Sadras, V. O., D. J. Connor, and D. M. Whitfield. "Yield, yield components and source–sink relationships in water–stressed sunflower." *Field Crops Research* 31.1–2 (1993): 27–39.
289. Goudriaan, J., Van Laar, H.H.: *Modelling Potential Crop Growth Processes*. – Kluwer Academic Publ., Dordrecht, 1994.
290. Osmond C.B. 1981. Photorespiration and photo–inhibition: Some implications for the energetics of photosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)–Reviews on Bioenergetics*, 639(2), 77–98.
291. Ciompi S., Gentili E., Guidi L., Soldatini G.F. 1996. The effect of nitrogen deficiency on leaf gas exchange and chlorophyll fluorescence parameters in sunflower. *Plant Science*, 118(2), 177–184.
292. Ibrahim H.M. 2012. Response of Some Sunflower Hybrids to Different Levels of Plant Density. *APCBEE Procedia*, 4, 175–182.
293. Wise R.R., Sparrow D.H., Ortiz–Lopez A., Ort D.R. 1991. Biochemical regulation during the mid–day decline of photosynthesis in field–grown sunflower. *Plant Science*, 74(1), 45–52.

294. Dobrikova A.G., Apostolova E.L. 2015. Damag and protection of the photosynthetic apparatus from UV–B radiation. II. Effect of quercetin at different pH. *Journal of Plant Physiology*, 184, 98–105.
295. Singh R., Upadhyay A.K., Singh D.V., Singh J.S., Singh D.P. 2019. Photosynthetic performance, nutrient status and lipid yield of microalgae *Chlorella vulgaris* and *Chlorococcum humicola* under UV–B exposure. *Current Research in Biotechnology*, 1, 65–77.
296. Talaat N.B. 2019. Effective microorganisms: An innovative tool for inducing common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) salt–tolerance by regulating photosynthetic rate and endogenous phytohormones production. *Scientia Horticulturae*, 250, 254–265.
297. Rahmati M. et al. Disentangling the Effects of Water Stress on Carbon Acquisition, Vegetative Growth, and Fruit Quality of Peach Trees by Means of the QualiTree Model. *Frontiers in Plant Science*, v. 9, n. 10, p. 1–16, 2018.
298. Ahmad R. et al. Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *Journal of plant nutrition*, v. 37, n. 6, p. 942–963, 2014.
299. Silva R. R. et al. Períodos de interferência de plantas daninhas na cultura do girassol. *Bragantia*, v. 72, n. 3, p. 255–261, 2013.
300. Elezovic I. et al. Yield and yield components of imidazolinone–resistant sunflower (*Helianthus annuus* L.) are influenced by pre–emergence herbicide and time of post–emergence weed removal. *Field Crops Research*, v. 128, n. 3, p. 137–146, 2012.
301. Radić, V. (2008). Proizvodne i morfološke osobine komerijalnih novosadskih linija suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Doctoral dissertation. University of Novi Sad, Faculty of Agriculture.
302. Joksimović, J., Atlagić, J., Jovanović, D., Marinković, R., Dušanić, N., & Miklič, V. (2004). Path coefficient analysis of some head and seed characteristics in sunflower. *Proc 16th International Sunflower Conference*, Fargo, North Dakota, USA, 525–530.

303. Marinković, R., Dozet, B., & Vasić, D. (2003). Oplemenjivanje suncokreta. Školska knjiga, Novi Sad.
304. MARINKOVIĆ R. (1989): Nasleđivanje kvalitativnih i kvantitativnih svojstava. 259–283, Suncokret (monografija), «Nolit», Beograd
305. GIRIRAJ K., T.S. VIDYASLANKAR, M.N. VENKATARAM, and S. SEETHARAM (1979): Path coefficient analysis of seed yield in sunflower. The Sunflower Newsletter, 4 (3), 10–12.
306. SCHNEITER A.A. (1992): Production of semidwarf and dwarf sunflower in the northern Great Plains of the United States. Field Crop Res., 30, 391–401.
307. FICK G.N., J.J. CAROLINE, G.E. AUWATER, and P.M. DUHIGG (1985): Agronomic characteristics and performance of dwarf sunflower hybrids. Proc. 11th Int. Sunflower Conf., Mar Del Plata, Argentina, 739–742.
308. ŠKORIĆ, D. (2012): Sunflower breeding. In: Sunflower Genetics and Breeding. International Monography (eds: Škorić D & Sakač Z), Serbian Acad. Sci. Arts, Branch in Novi Sad 165–354
309. BONCIU, E., P. IANCU, M. SOARE (2010): Studies regarding the breeding value to some Romanian sunflower hybrids. J. Hortic. Forest. Biotechnol., 14(3): 85–88
310. Seiler, G.J., 1992. Utilization of wild sunflower species for the improvement of cultivated sunflower. Field Crops Res. 30: 195–230.
311. Hladni, N., Škorić, D., Kraljević–Balalić, M., Sakač, Z., Jovanović, D., 2006. Combining ability for oil content and its correlations with other yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia* 29(44): 101–110.
312. Marinković, R., Škorić, D., Nenadić, N., Jovanović, D., Miklič, V., Joksimović, J., Stanojević, D., Nedeljković, S., 1994. The influence of seed position in the head on the sunflower (*H.annuus* L.) seed yield and some yield components. Periodicals of Institute of Field and Vegetable Crops Novi Sad 22: 379–389.
313. Leon, A. J., F. H. Andrade, and M. Lee. "Genetic analysis of seed-oil concentration across generations and environments in sunflower." *Crop science* 43.1 (2003): 135–140.

314. Connor, David J., and Anthony J. Hall. "Sunflower physiology." *Sunflower technology and production* 35 (1997): 113–182.

ДОДАТКИ

АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Обґрунтування комплексного контролювання забур’яненості та впливу мікродобрив на продуктивність соняшнику в умовах Північного Степу України”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: ТОВ «Агресс+» Дніпровського району Дніпропетровської області.
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику (гібрид Суомі) 1) гербіциду Експрес Голд (20 г/га дроном та 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га) у фазу 4-6 листків та 2) мікродобрив (Торфовіт Хелат Комплекс - 3 л/га та Торфовіт Zn/N - 1,5л/га) у фазу «зірочки».
5. Рік та обсяг впровадження: 2024 р., площі 1 - 80га, 2 - 40га.
6. Вид продукції: соняшник, 1) врожайність 2,1 т/га, приріст врожайності до стандарту Експрес Голд 20 г/га дроном - 0,9 т/га; 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га - 1,0 т/га; 2) врожайність 2,4 т/га, приріст врожайності до стандарту Торфовіт Хелат Комплекс - 0,4 т/га та Торфовіт Zn/N - 0,3 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн		Виробничі витрати, грн		Собівартість прдукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
13702	31502	23678	23924	11275	7718
18743	25519	23977	24321	9990	8686

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім’я та по-батькові, посада):
 - а) від об’єкта впровадження: директор ТОВ «Агресс+» Майстренко Р.С.
 - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: доцент кафедри загального землеробства канд. с-г. наук Козечко В.І., аспірантка Іванченко О.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок

Акт складено «16» вересня 2024 року

Сторони, що виконують впровадження:
від ТОВ «Агресс+»
від ДДАЕУ

Майстренко Р.С. _____
Іванченко О.М. _____
Козечко В.І. _____



АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Обґрунтування комплексного контролювання забур’яненості та впливу мікродобрив на продуктивність соняшнику в умовах Північного Степу України”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: ТОВ «АВК «СУЗІР’Я» Нікопольського району Дніпропетровської області.
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику (гібрид Ароматік) 1) гербіциду Експрес Голд (20 г/га дроном та 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га) у фазу 4-6 листків та 2) мікродобрив (Торфовіт Хелат Комплекс - 3 л/га та Торфовіт Zn/N - 1,5л/га) у фазу «зірочки».
5. Рік та обсяг впровадження: 2024 р., площі 1 - 40га, 2 - 40га.
6. Вид продукції: соняшник, 1) врожайність 2,0 т/га, приріст врожайності до стандарту Експрес Голд 20 г/га дроном - 0,5 т/га; 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га - 0,7 т/га; 2) врожайність 2,3 т/га, приріст врожайності до стандарту Торфовіт Хелат Комплекс - 0,25 т/га та Торфовіт Zn/N - 0,20 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн		Виробничі витрати, грн		Собівартість прдукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
15453	26130	20147	21930	10965	8122
20018	23759	20922	21640	9097	8486

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім’я та по-батькові, посада):
 - а) від об’єкта впровадження: директор ТОВ «АВК «СУЗІР’Я» Калмиков О.В.
 - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: доцент кафедри загального землеробства канд. с-г наук Козечко В.І., аспірантка Іванченко О.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено «09» жовтня 2024 року

Сторони, що виконують впровадження:

від ТОВ «АВК «СУЗІР’Я»

від ДДАЕУ

Калмиков О.В.

Іванченко О.М.

Козечко В.І.



АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Обґрунтування комплексного контролювання забур’яненості та впливу мікродобрив на продуктивність соняшнику в умовах Північного Степу України”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: ФГ «Наташа» Дніпровського району Дніпропетровської області.
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику (гібрид Аверон) 1) гербіциду Експрес Голд (20 г/га дроном та 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га) у фазу 4-6 листків та 2) мікродобрив (Торфовіт Хелат Комплекс - 3 л/га та Торфовіт Zn/N - 1,5/га) у фазу «зірочки».
5. Рік та обсяг впровадження: 2024 р., площі 1 - 20га, 2 - 10га.
6. Вид продукції: соняшник, 1) врожайність 17,9 т/га, приріст врожайності до стандарту Експрес Голд 20 г/га дроном - 0,6 т/га; 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га - 0,5 т/га; 2) врожайність 18,4 т/га, приріст врожайності до стандарту Торфовіт Хелат Комплекс - 0,3 т/га та Торфовіт Zn/N - 0,2 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн		Виробничі витрати, грн		Собівартість продукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
12753	13010	14097	14740	7875	7965
18743	25519	23977	24321	9990	8686

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):
 - а) від об'єкта впровадження: голова ФГ «Наташа» Скакуненко В.М.
 - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: доцент кафедри загального землеробства канд. с-г. наук Козечко В.І., аспірантка Іванченко О.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено «16» вересня 2024 року

Сторони, що виконують впровадження:
від ФГ «Наташа»
від ДДАБУ



Скакуненко В.М. _____

Іванченко О.М. _____

Козечко В.І. _____

(Handwritten signatures)

АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Обґрунтування комплексного контролювання забур’яненості та впливу мікродобрив на продуктивність соняшнику в умовах Північного Степу України”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: ФГ «Миколаєве Поле» Дніпровського району Дніпропетровської області.
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику (гібрид Суміко) 1) гербіциду Експрес Голд (20 г/га дроном та 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га) у фазу 4-6 листків та 2) мікродобрив (Торфовіт Хелат Комплекс - 3 л/га та Торфовіт Zn/N - 1,5л/га) у фазу «зірочки».
5. Рік та обсяг впровадження: 2024 р., площі 1 - 22га, 2 - 16га.
6. Вид продукції: соняшник, 1) врожайність 20,2 т/га, приріст врожайності до стандарту Експрес Голд 20 г/га дроном - 0,5 т/га; 30 г/га з нормою виливу робочої рідини 150 л/га - 0,6 т/га; 2) врожайність 19,9 т/га, приріст врожайності до стандарту Торфовіт Хелат Комплекс - 0,4 т/га та Торфовіт Zn/N - 0,3 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн		Виробничі витрати, грн		Собівартість прдукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
14299	21080	16001	16720	7921	6635
13518	18840	16332	17010	8207	7117

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):
 - а) від об'єкта впровадження: директор ФГ «Миколаєве Поле» Качанов О.І.
 - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: доцент кафедри загального землеробства канд. с-г наук Козечко В.І., аспірантка Іванченко О.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено «01» листопада 2024 року

Сторони, що виконують впровадження:

від ФГ «Миколаєве Поле»

від ДДАЕУ

Качанов О.І.

Іванченко О.М.

Козечко В.І.



АКТ

впровадження у виробництво закінчених наукових досліджень

1. Назва роботи, що впроваджується: “Обґрунтування комплексного контролювання забур’яненості та впливу мікродобрив на продуктивність соняшнику в умовах Північного Степу України”
2. Яким науково-дослідним закладом рекомендовано до впровадження: Дніпровський державний аграрно-економічний університет
3. Господарство, де здійснено впровадження: ФГ «Дніпрельстан» Дніпровського району Дніпропетровської області.
4. Складові елементи розробки: Внесення на посівах соняшнику (гібрид ЛГ 59580) 1) гербіциду Експрес Голд (20 г/га дроном та 30 г/га з нормою вилливу робочої рідини 150 л/га) у фазу 4-6 листків та 2) мікродобрив (Торфовіт Хелат Комплекс - 3 л/га та Торфовіт Zn/N - 1,5л/га) у фазу «зірочки».
5. Рік та обсяг впровадження: 2024 р., площі 1 - 15га, 2 - 15га.
6. Вид продукції: соняшник, 1) врожайність 18,3 т/га, приріст врожайності до стандарту Експрес Голд 20 г/га дроном - 0,4 т/га; 30 г/га з нормою вилливу робочої рідини 150 л/га - 0,6 т/га; 2) врожайність 18,7 т/га, приріст врожайності до стандарту Торфовіт Хелат Комплекс - 0,3 т/га та Торфовіт Zn/N - 0,15 т/га.
7. Одержано фактичний ефект від впровадження на 1 га

Прибуток, грн		Виробничі витрати, грн		Собівартість прдукції, грн/т	
стандарт	розробка	стандарт	розробка	стандарт	розробка
10507	18861	16943	17589	9258	7238
10239	14683	17211	17867	9204	8234

8. Відповідальні за впровадження (прізвище, ім'я та по-батькові, посада):
 - а) від об'єкта впровадження: директор ФГ «Дніпрельстан» Мах Р.В.
 - б) від Дніпровського державного аграрно-економічного університету: доцент кафедри загального землеробства канд. с-г. наук Козечко В.І., аспірантка Іванченко О.М.

Дійсним актом засвідчується рівень ефективності наукових розробок.

Акт складено «25» жовтня 2024 року

Сторони, що виконують впровадження:

від ФГ «Дніпрельстан»

від ДДАЕУ

Мах Р.В.

Іванченко О.М.

Козечко В.І.

