

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.01 – МКР. 1644«С»2021.10.07. 12ПЗ

ЗЯБЛОВА ОЛЕКСІЯ РОМАНОВИЧА

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.5-57.088:633.854.78

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету _____
агробіологічного
Допускається до захисту
Завідувач кафедри рослинництва _____

Оксана ТОНХА

Світлана КАЛЕНСЬКА

«_____» 2021 р. «_____» 2021 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ»

Спеціальність 201 «Агрономія»
Освітня програма Агрономія
Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Гарант освітньої програми,
д. с.-г. наук, с. н. с. Д. В. ЛІТВІНОВ

Керівник магістерської кваліфікаційної

роботи д. с.-г. наук, професор

С. М. КАЛЕНСЬКА

Виконав _____
О. Р. ЗЯБЛОВ

КИЇВ - 2021

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри рослинництва
доктор с.-г. наук, професор
С. М. КАЛЕНСЬКА

«28» вересня 2020 р.

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ

РОБОТИ СТУДЕНТУ

НУБІП України

Зяблову Олексію Романовичу

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрономія

Магістерська програма

Адаптивне рослинництво

Орієнтація освітньої програми

Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: «Інновації в технології вирощування соняшнику» затверджена наказом ректора НУБіП України від 11.10.2021 р.

№ 924 «З».

Термін подання завершеної роботи на кафедру 08.11.2021 року.

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: Гібриди соняшнику ЛГ 50510, ЛГ 5662; способи внесення ЗЗР: БПЛА (дрон-оприскувач), самохідним

оприскувачем. Грунт – чорнозем опідзолений середньосуглинковий з вмістом

гумусу 3,12%. рНКСІ 5,7–6,3, тобто слабокислий, близький до нейтральної.

Вміст легкогідролізованого азоту 94 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 123 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 102 мг/кг.

Перелік питань, що підлягають вивченню:

1. Визначити теперішній стан застосування БПЛА в технологіях вирощування соняшнику та розробити схему досліджень, опираючись на регламенти застосування ЗЗР і придатність (доцільність) внесення їх дронами.

2. Проаналізувати ґрунтові та погодні умови господарства, оцінити їх вплив на формування продуктивності посівів соняшнику, можливість проведення технологічних операцій по внесенню ЗЗР, тощо.

3. Встановити вплив технологічних факторів на ріст та розвиток рослин соняшнику, формування продуктивності посіву.

4. Обґрунтувати економічну ефективність використання БПЛА для проведення обприскування посівів соняшнику, встановити рівень рентабельності та умовно чистого прибутку за пропонованих інновацій.

Дата видачі завдання 28.09.2020 р.

Керівник магістерської роботи

С. М. КАЛЕНСЬКА

Завдання прийняв до виконання

О. Р. ЗЯБЛОВ

РЕЗЮМЕ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Інновації в технології вирощування соняшнику».

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 66 сторінках машинописного тексту, включає 20 таблиць, 4 рисунки, чотири розділи, висновки та пропозиції виробництву, список використаної літератури, що містить 50 найменувань, з них 4 латиницею, 3 додатки.

В першому розділі наведено коротке резюме по впливу різних технологічних факторів на продуктивність соняшнику, зокрема засобів захисту рослин, описано переваги використання БПЛА в технології вирощування, та їх конструктивні особливості, розглянуто основні шкідливі організми та їх вплив на урожайність.

В другому розділі охарактеризовано умови проведення досліджень, схему дослідів та внесення ЗЗР, особливості проведення обліків у вказаних умовах.

В третьому розділі описано та проаналізовано результати фенологічних спостережень та статистично обґрунтовано вплив досліджуваних факторів на продуктивність соняшнику та окремі її елементи, наведено біологічну та господарську урожайність соняшнику, втрати при збирання залежно від способу внесення ЗЗР.

В четвертому розділі обґрунтовано економічну ефективність впровадження досліджуваних елементів технології вирощування. На основі отриманих результатів сформовані аргументовані висновки та пропозиції виробництву.

БПЛА, ВТРАТИ ВРОЖАЮ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ОБПРИСКУВАННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ, РІСТРЕГУЛЯЦІЯ, УРОЖАЙНІСТЬ

ЗМІСТ

НУБІП України

ВСТУП..... 8

РОЗДІЛ 1. СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕДОВИХ

ДОСЯГНЕНЬ ТЕХНІКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

НУБІП України

..... 12

1.1. Вплив агротехнічних факторів на продуктивність посівів
соняшнику..... 12

НУБІП України

1.2. Переваги та недоліки застосування БПЛА та сенеорних технологій
в рослинництві та технологія вирощування соняшнику..... 14

1.3. Конструктивні особливості робочих органів БПЛА..... 18

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ..... 23

НУБІП України

2.1. Ґрунтово-кліматичні умови..... 23

2.2. Методологія проведення дослідження..... 27

РОЗДІЛ 3. ФЕНОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РОСТОМ ТА РОЗВИТКОМ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБКИ..... 33

НУБІП України

3.1. Польова схожість гібридів соняшнику..... 33

3.2. Фенологічні спостереження за соняшником..... 34

3.3. Ефективність проведення рістрегуляції соняшнику залежно від
способу внесення препаратів..... 37

НУБІП України

3.4. Ефективність фунгіцидів при їх внесенні БПЛА в фазу зірочки... 38

3.5. Біометричні параметри соняшнику на час збирання..... 42

3.6. Урожайність соняшнику та оцінка способу обробки посівів на
втрати соняшнику в збиральний та передзбиральний період..... 46

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИКОРИСТАННЯ БІЛА ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН.....	53
---	----

ВИСНОВКИ	56
----------------	----

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	59
ДОДАТКИ.....	65

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Соняшник займає перше місце серед олійних за посівними площами та валовими зборамив Україні, а серед всіх сільськогосподарських культур є однією з найбільш поширених. Високий рівень рентабельності соняшнику, високий попит та ціна на насіння та рослинну олію обумовлює постійне зростання посівних площ. Стабільне виробництво соняшнику можливе лише за

постійно вдосконалення технології вирощування за рахунок запровадження інновацій, як в загальному, так і в окремих технологічних процесах – сівбі,

догляді за посівами та захисті від шкідливих організмів. Генетичний потенціал соняшнику в Україні реалізується лише на 30–50 %, але не завжди той рівень врожайності, що формує рослина вдається зібрати без значних втрат. Зниження

потенціалу продуктивності відбувається протягом вегетації внаслідок пошкодження рослин шкідниками, ураження хворобами та через конкуренцію з бур'янами. Окремо на господарську урожайність (насіння, що збирається комбайном) впливає ряд чинників прямої та опосередкованої дії – рівномірність

достигання кошиків, передзбиральна вологість, крупність та виповненість насіння, акуратність при проведенні технологічних операцій. Окрім збиральних втрат (під час обмолоту) у соняшнику є перезбиральні, що виникають при

внесенні засобів захисту та десикації. Мінімізація впливу оприскувачів на посів при проведенні технологічних операцій дозволить зберегти вже сформований урожай на полі.

Акуратність при проведенні технологічних операцій дозволить зберегти вже сформований урожай на полі.

Актуальність теми досліджень. Впровадження інновацій в технологіях вирощування соняшнику є запорукою підвищення продуктивності соняшнику, реалізації його генетичного потенціалу, отримання продукції високої якості та контролю прояву негативного впливу шкідливих організмів на різних етапах

росту та розвитку рослин.

Впровадження безпілотних літальних апаратів (БПЛА) – дронів в сільському господарстві дозволяє проводити такі технологічні операції, як обприскування та десикацію в умовах, коли самохідний оприскувач буде

неефективним, або взагалі не може заїхати в поле. Окремою перевагою БПЛА є використання менших норм робочого розчину, що зменшує затрати на логістику, доставку й очищення води, стабілізацію розчину. БПЛА здатні

проводити обробки на полях та ділянках неправильної форми. Продуктивність обприскування БПЛА суттєво перевищує аналогічну у самохідних

оприскувачів і може наближатися до авіаційного обприскування літаками Ан-2.

БПЛА мають ряд переваг і над авіаобприскуванням, зокрема внесення розчину безпосередньо над посівом з мінімальним ризиком знесення робочого розчину

вітром на сусідні поля; можливість працювати на невеликих площах, менші

норми витрати палива та води.

При всіх своїх перевагах ефективність проведення обприскування посівів соняшнику та десикації посівів з використанням БПЛА в порівнянні з

традиційними використанням самохідних оприскувачів є малодослідженим,

тому тема є актуальною на часі.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Мета дослідження полягає у встановленні впливу способів внесення засобів захисту рослин у посівах соняшнику на біометричні показники,

формування елементів продуктивності, біологічної та господарської урожайності, передзбиральні втрати врожаю.

Для досягнення поставленої мети потрібно було вирішити такі завдання!

- проаналізувати сучасний стан використання БПЛА у технологія вирощування соняшнику, доцільність їх використання для внесення

ЗЗР за інтенсивних технологій;

- проаналізувати ґрунтові та погодні умови на території проведення досліджень, оцінити їх вплив на формування продуктивності посівів соняшнику та можливість застосування БПЛА для проведення обприскування посівів;

- встановити вплив технологічних факторів на ріст та розвиток рослин залежно від способу внесення ЗЗР;

• встановити біологічну та господарську врожайність, рівень передзбиральних втрат при проведенні десикації самохідним оприскувачем та БПЛА;

• обґрунтувати економічну ефективність використання інноваційних способів внесення ЗЗР (використання БПЛА) в технології вирощування соняшнику порівняно з обприскуванням самохідними оприскувачами.

Об'єкт дослідження – процес формування продуктивності посівів соняшнику за різних способів внесення засоби захисту рослин; формування біологічної та господарської урожайності соняшнику залежно від способу десикації.

Предмет дослідження – гібриди соняшнику ЛГ 50510, ЛГ 5662, способи внесення засобів захисту рослин – обприскування самохідним оприскувачем JohnDeereM4040, БПЛА XAG 2020 XP, висота рослин, маса насіння з кошика, урожайність, втрати при збиранні, економічна ефективність технології вирощування

Методи досліджень. При виконанні дослідження застосовувалися загальнонаукові та спеціальні методи. Зокрема, *метод польового досліду* для оцінки впливу факторів в виробничих умовах, *лабораторні методи* – для встановлення якісних та кількісних характеристик елементів продуктивності соняшнику (вологість, вміст сухої речовини, тощо), *статистичні методи*:

дисперсійний, факторний аналіз, порівняльно-розрахунковий, тощо

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що вперше в умовах Лівобережного Лісостепу встановлено:

• Вплив способу внесення морфорегуляторів та засобів захисту посівів за допомогою БПЛА на формування біометричних показників та продуктивність посівів соняшнику

НУБІП України

- вплив способів внесення засобів захисту рослин і десиканту на біологічну та господарську урожайність соняшнику, проаналізовано вплив факторів та взаємодій на втрати насіння при збиранні.

НУБІП України

- Обґрунтовано економічну ефективність використання БПЛА для внесення засобів захисту в інтенсивних технологіях вирощування соняшнику.

Публікації. За темою магістерської роботи опубліковано тези доповідей.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 1

СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПЕРЕДОВИХ ДОСЯГНЕНЬ ТЕХНІКИ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

Посівні площі соняшнику в Україні в останні роки досягли відмітки 6 млн. га, а при теперішньому рівні врожайності за валовим виробництвом насіння соняшнику країна посідає перше місце в світі. Середня урожайність соняшнику по країні перевищує 2 т/га, суттєво різниться від сезону до сезону.

Наприклад, в 2020 році середня урожайність становила 2,06 т/га насіння, що було найнижчим показником за останні п'ять сезонів. Основною причиною коливань урожайністю соняшнику була і буде вологозабезпеченість території.

Щодо якості рослинної олії соняшнику то вона суттєво відрізняється від набору гібридів, умов вирощування та успішності контролю шкідливих організмів в посівах.

1.1. Вплив агротехнічних факторів на продуктивність посівів соняшнику

Окрім типових засобів захисту рослин в посівах соняшнику набувають поширення рістрегулюючі препарати синтетичного або природного походження для управління ростовими та продукційними процесами. Ці препарати за низьких концентрацій змінюють ростові процеси рослин та підвищують адаптацію до умов навколишнього середовища, але в високих концентраціях можуть згубно впливати на рослини.

Регулятори росту підвищують стійкість до несприятливих чинників природного або антропогенного походження: низькі чи надмірно високі температури, дефіцит вологи та інші прояви осмотичного стресу, токсичний вплив пестицидів, пошкодження шкідниками та подолання наслідків ураження хворобами [Лихочвор].

Численні дослідження показують, що рострегулюючі препарати різної природи є найдешевшим та високоефективним засобом підвищення продуктивності посівів. Разом з тим в рослинництві давно поширені препарати «подвійної дії», що проявляють характеристики декількох різних класів пестицидів.

Соняшник відноситься до тих культур, які формують високу висоту посіву за короткий проміжок часу, тому розробка ефективного рістрегулятора, який би обмежував ріст рослини у висоту була питанням часу. Компанія BASF розробила регулятор росту Архітект, що є сумішшю декількох діючих речовин, які відносяться до класу ациклогексидіонів та етребілуринів. Цей препарат окрім рістрегулюючих властивостей має і фунгіцидні – дозволяє контролювати септоріоз, альтернаріоз, іржу, фомоз, фомопіс та склеротиніоз в посівах соняшнику. Фізіологічний вплив Архітекту на рослину соняшнику

проявляється у зменшенні висоти рослини за рахунок потовщення стебла і укорочення відстані між листками. Це дозволяє змінити архітектоніку рослини та оптимізувати поглинання і транспортування води і поживних речовин, як наслідок підвищити посухостійкість, стійкість до високих температур і підвищити врожайність. За рахунок перерозподілу сухих речовин суттєво зростає маса кореневої системи, що відображається на живленні рослини.

Як і в багатьох культурах морфорегулятори ефективні лише в короткий період часу, що в соняшника припадає на фазу 8–10 справжніх листків, а запізнення, або завчасне внесення бажаного ефекту не дасть. Погодні умови також відіграють важливу роль, оскільки препарат за вологості повітря нижче 40 % знижує ефективність, а ґрунтова посуха не дає повною мірою реалізувати його потенціал. Також морфорегулятор не рекомендується вносити при температурі повітря вище 24 °С, оскільки як і більшість пестицидів, вони перестають діяти. Загалом позитив від застосування Архітекту за результатами польових досліджень компанії BASF становив в середньому 20 % приросту врожайності, як в умовах низької так і високої продуктивності рослин.

При застосуванні морфорегуляторів першою ознакою є зменшення висоти рослини, яке в окремих випадках може досягати 30 %. Втім максимальний ефект буде лише при вчасному внесенні, а чим пізніше від оптимальної фази застосовується препарат, тим менша його ефективність, а в фазу бутонізації, коли кошир досягає діаметру більше 5 см, то ефект взагалі буде відсутній. Втім, як вже зазначалось ефективність рострегуляторів буде залежати від ґрунтово-кліматичних умов та запасів продуктивної вологи в ґрунті. При дефіциті вологи в ґрунті регулятор не буде працювати, а висота рослини буде меншою, через нестачу вологи для власне ростових процесів.

1.2. Переваги та недоліки застосування БПЛА та сенсорних технологій в рослинництві та технологія вирощування соняшнику

Сучасні технології вирощування сільськогосподарської продукції ґрунтовані на зменшенні витрат матеріальних ресурсів, із збереженням ефективності виконання окремих операцій, поєднанні декількох операцій в єдиний цикл, тощо. Методи точного землеробства дозволяють не лише проводити кількісну та якісну оцінку фітосанітарного стану посівів (ураження хворобами, шкідниками, формування карт з різними показниками), встановлювати їх внутрішню мінливість, але й безпосередньо використовувати їх для проведення та контролю технологічних операцій (Brisco B. et al., 1998; Peña-Barragan J.M. et al., 2010).

Безпілотні літальні апарати вже тривалий час використовуються для моніторингу хвороб та шкідників в посівах сільськогосподарських культур. Ці пристрої мають різні конструкції: БПЛА з фіксованим крилом, дрони-коптери, що мають 4, 6 або 8 гвинтів, тощо. Основна різниця між ними полягає в вантажопідйомності, дальності та довготривалості польоту. Передові досягнення в розвитку елементів живлення та батарей дозволили підвищити автономність таких пристроїв для використання їх не лише моніторингу, але й внесенню препаратів у невеликих нормах в декілька кілограм.

НУБІП УКРАЇНИ

Використовувати БПЛА для моніторингу стану посіву соняшнику можна від часу сівби до збирання врожаю без обмежень, що приєутті іншим способам моніторингу. БПЛА можуть бути оснащені спектральними камерами, які здатні знімати ряд показників – від вегетаційних індексів до аналізу заселеності певними шкідниками. Вчені (Доля) виділяють 4 якісно різних етапи в моніторингу стану посіву соняшнику, які мають різну мету та завдання (рис. 1.1).



Рис.1.1. Етапи дистанційного моніторингу стану посівів соняшнику

[Доля, с. 107]

НУБІП УКРАЇНИ

Після сівби можна проводити моніторинг якості проведення цієї технологічної операції на рівних зона та викривленнях рельєфу, а при появі сходів встановлювати польову схожість, густоту стояння та ураження фітофагами. Такий спосіб моніторингу в поєднанні з супутниковими картами дозволяє виявити неоднорідності в формуванні структури посіву на які потрібно звернути увагу в першу чергу.

Ефективність використання БПЛА залежить від вхідних даних та способу реалізації. Наприклад, густоту стояння визначають за допомогою камер, що знімають у світло-зеленому та жовтому спектрі видимого світла, тобто формують окремі плями, які потім конвертуються в «фізичні одиниці» (Azsefa, 2016; Testa, Reynier and Blandino 2016). У випадку коли структура посіву не

відповідає «стандарту», тобто рослини переросли, листки сусідніх рослин контактують та перекривають один одного точність візуалізації та встановлення густоти стояння буде знижуватись, включно з повною непрезентабельністю результату. Зазвичай прояв таких ефектів спостерігається

в «експериментальних» посівах, де конфігурація розміщення рослини та норми висіву є нетиповими для культури, тобто техніка потребує інших підходів до налаштування, збору та аналізу даних.

Моніторинг пошкодження рослин хворобами має багато спільного з методикою визначення забезпеченості на посівах. Азот входить до складу

хлорофілу, тому існує тісна кореляція між вмістом хлорофілу та концентрацією азоту. Хлорофіл – це зелений пігмент, концентрацію якого дуже добре визначають камери в вузькому діапазоні, тому при невеликому коригуванні під

конкретну культуру можна отримати результати по забезпеченні рослин азотом на великих масивах поля (Han, Hedrickson and Ni 2001). Зменшення концентрації

хлорофілу є наслідком впливу хвороб, проявом плямистостей, або інших стресів, що відображається в картах наростання листкового індексу, хлорофілу, тощо.

Зменшення площі листової поверхні в періоди, коли вона інтенсивно наростає свідчить про пошкодження листогризучими шкідниками. Використання такого підходу дозволяє встановити зараженість на початкових етапах та відкоректувати систему захисту посівів.

Підходи для встановлення чисельного та якісного складу бур'янового

компоненту посіву відрізняються, оскільки небажана рослинність також містить хлорофіл. Проте самі БПЛА, як і сенсори постійно удосконалюються, що дозволяє застосовувати нові методи, що базуються на більш точних показниках (, Ачасов, Сваин, Pfeifer J.). Як показує практика, створення карт

забур'яненості для конкретного поля з наступним контролем небажаної рослинності за допомогою БПЛА дозволяє зменшити витрату гербіцидів проти найбільш поширених бур'янів до 60 % [Guetero], а проти злакових взагалі до 90 % [Guo]. Скорочення використання пестицидів пов'язане з переходом від

суцільного внесення до точкового, тобто лише в зонах виявленого поширення бур'янів зі змінною нормою використання засобів захисту, відповідно до чутливості бур'яну.

Новітні дослідження по ефективності БПЛА базуються на використанні дорогої техніки, проте певні висновки та досягнення можна використовувати за наявності дешевших аналогів. Загалом окрім отримання знімків необхідно їх правильно опрацювати та перетворити в GIS-карти для подальшого застосування в сільському господарстві. Оскільки програмне забезпечення для подібних операцій є дорогавартісним та пропрієтарним (вузькоспеціалізованим), то розвиток технологій точного землеробства в Україні відстає від технологічно-розвинених країн.

Для встановлення якісного складу бур'янів знімки поверхні поля мають відповідати ряду показників – однакові умови освітлення, типовість ділянок, видимість під культурними рослинами. Визначення бур'янів, що знаходяться під рослиною є неможливим, а використання БПЛА з непевним успіхом дозволяє визначити лише види в міжряддях. Різка зміна освітленості може призвести до зміни інтенсивності забарвлення поверхні на знімках знятих БПЛА, що ускладнює ідентифікацію рослинності, тому з розвитком нейронних мереж стає поширеним використання «штучного інтелекту» для «навчання» системи розпізнавання культурної рослини та бур'янів. Застосування цих методів дозволить в цілому здешевити технологію розпізнавання знімків, оскільки можна використовувати звичайні камери замість спеціалізованих спектральних камер (Ачасов, Седов).

З розвитком технологій БПЛА все частіше використовують для внесення засобів захисту та добрив. Дрони одночасно з внесенням ЗЗР можуть сканувати поверхню, вносити необхідну кількість діючого розчину з врахуванням відстані до поверхні ґрунту, особливостей розвитку культури та погодних умов. Навігаційні та контролюючі системи дозволяють змінювати норму внесення динамічно, щоб забезпечити його рівномірність. Високоєфективні БПЛА є дорогавартісними, але їх використання повністю окуплюється, оскільки їх

продуктивність досягає п'яти-кратних показників традиційних самохідних оприскувачів з одночасною зміною параметрів внесення <https://www.xa.com/en/>.

Приготування робочих розчинів для внесення БПЛА відрізняється від подібного для класичного оприскування, оскільки норми витрати відрізняються в декілька разів. В робочих розчин для звичайного оприскування вносяться поверхнево активні речовини (ПАР), що покращують контакт крапель з поверхнею рослини. Оскільки кількість корисного вантажу, що може переносити дрон суттєво обмежена, то «транспортування» прилипає є необґрунтованим, тому інженерами був розроблений зовсім інший підхід, що базується на «розбиванні» краплі до мілко дисперсного стану в якому вона може проникнути відразу в породи рослини. Такий підхід є основою ультрамалооб'ємного оприскування (УМО), коли норма витрати робочого розчину становить від 0,5 до 5–7 л/га [Діордієв].

1.3. Конструктивні особливості робочих органів БПЛА

Використання дронів для внесення засобів захисту рослин стало можливим завдяки використанню вискооефективних комплектуючих – швидкозношуваних батарей високої ємності та ефективних знарядь внесення розчинів. В перших поколіннях БПЛА для внесення ЗЗР використовувалися форсунки (рис. 1.2), які мали мало конструктивних відмінностей, порівняно з аналогами на самохідних оприскувачах.

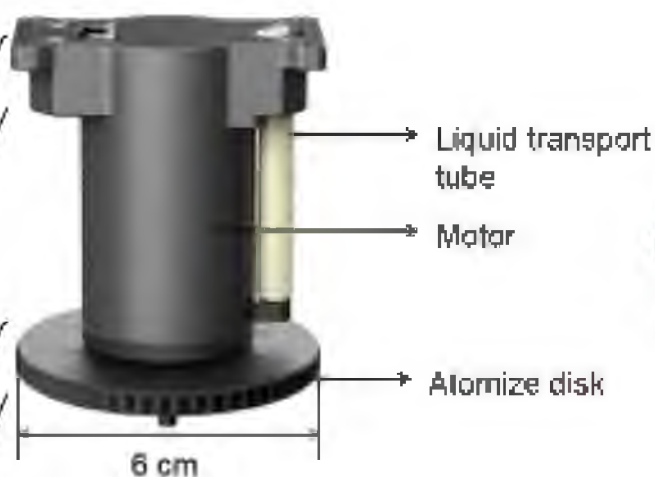


Рис. 1.2. Атомайзер (зліва) та форсунка (справа), як конструктивні елементи дрона-оприскувача

Форсунки для дронів дозволяли стримувати дрібнішу краплину робочого розчину, що дозволило зменшити його витрату на одиницю площі, проте їх конструкція не дозволяла вносити сипучі матеріали, гранули та насіння. Для вирішення цієї проблеми інженери розробили атомайзери спеціальні елементи для внесення ЗЗР, що в своєму складі мість високооборотний мотор, який розбиває робочий розчин на мілкодисперсні краплі, а атомайзерний диск сприяє рівномірному їх розкиданню.

Використання атомайзерів дозволяє отримати краплі розміром 85–550 мкм, тоді як в класичних форсунках її розмір буде 130–300 мкм. Перевагою атомайзерів є те, що розмір крапель однаковий весь час оприскування, бо регулюється швидкістю обороту ротора двигуна в атомайзері. Менша розмір краплі дозволяє вносити засоби захисту рослин без втрат через скочування краплі по рослині, а діюча речовина відразу потрапляє в породи.

Окрім внесення рідких засобів захисту атомайзери можуть вносити гранульовані добрива та засоби захисту з продуктивністю, яка недоступна звичайним розкидачам. Втім основним недоліком атомайзеру є висока вартість порівняно з форсунками, навіть при більшому строці служби.

1.4. Основні шкідливі організми в посівах соняшнику та їх вплив на продуктивність

Соняшник належить до Айстрових, тому має великий спектр хвороб та шкідливих організмів, що поширені на представниках цієї родини. Велика кількість бур'янів належить до цієї родини і може бути середовищем для розвитку та поширення збудників хвороб на посіви культурних рослин. Окрім того на даний час залишається проблема контролю падалиці соняшнику, що є додатковим джерелом надходження патогенів. Загалом в Україні поширено більше 80 збудників грибних, бактеріальних та вірусних хвороб соняшнику та проявляють неінфекційні хвороби.

Найбільш шкодочинними і поширеними хворобами в Україні є біла гниль соняшнику (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) deBary) і сіра гниль (*Botrytis cinerea* Pers.:Fr). Масовий прояв цих хвороб може знизити урожайність

до 50–65 % в роки з високою кількістю опадів. В останні десятиліття на

території України почав масово проявлятися фомопсис

(*Diaporthe helianthi* Munt), що може вражати рослину протягом всього періоду

росту. Втрати врожаю будуть залежати від час інфікування: якщо це сталося до

цвітіння, то зниження врожаю може досягати 50 %, а при інфекцію в фазу

цвітіння, або молочної стиглості відповідно буде зниження в межах 20–30 % та

10–20 %. Окрім прямих втрат врожаю суттєво знижуватимуться якісні показники насіння – маса 1000 насінин, вихід та якість олії. Потенційно небезпечними в окремі роки залишаються такі хвороби як фомоз

(*Phoma macdonaldii* Boerema), іржа (*Puccinia helianthi* Schwein), борошниста роса

(*Erysiphe cichoracearum* DC), переноспороз (*Plasmopara halstedii* Berl. et De Toni) та

деякі інші хвороби, що розвиваються локально, але суттєво впливають на урожайність окремих ділянок поля.

Вплив сірої та білої гнилі проявляється у зниженні олійності соняшнику

до 10 %, підвищенні кислотності олії в декілька разів, зменшенні кількості

біологічно активних речовин, вітаміні та нутрієнтів. Олія, отримана з насіння з

посіви масово уражених білою та сірою гниллю за якісними показниками не може використовуватись на харчові цілі, тому реалізується як технічна, тобто

рентабельність виробництва та чистий прибуток суттєво знижуються через

недобір врожаю та зменшення реалізаційної ціни. Особливо помітний

економічний ефект буде в посівах високоолійного соняшнику, що потребує іншого підходу до системи удобрення, просторового розміщення посівів, а

товарне насіння має вищу реалізаційну ціну порівняно з класичним

соняшником.

Роль бур'янів в посівах соняшнику проявляється в конкуренції за фактори життя, зокрема за вологу та поживні елементи з ґрунту, а на початкових етапах і за світло. Окрім того бур'яни можуть бути проміжними хазяїнами патогенів

соняшнику, тому їх контроль є важливою ланкою технології вирощування. Падалиця соняшнику, навіть на сусідніх полях обумовлює поширення цих патогенів на культурні рослини, а при наявності вовчку в посівах може призвести до збільшення кількості його насіння, появи нових рас та розвитку толерантності.

Разом зі збільшенням частки соняшнику в структурі посівних площ збільшилась кількість і частота прояву певних шкідників. На думку багатьох вчених [васильєв, фокін] в посівах соняшнику в Україні шкодять близько 24 видів комах, тоді як за результатами інших шкочинним є 60–70 видів

фітофагів [ляшук, петренко, вигера, лукомец, фелоренко] серед яких домінуючими є багатоїдні комахи. Шкідливість шкідників залежить від часу пошкодження посівів та групи до яких вони належать: шкідники сходів, стебел, листя, кошиків та насіння [Рожкован]. За результатами цих вчених ентомофауна

в посівах соняшнику різниться залежно від років, регіону та технології захисту посівів, а такою фази розвитку рослини та власне шкідника [сіроус].

З огляду на вище сказане, роль інноваційних технологій в виробництві соняшнику, а особливо в системі захисту посівів є основним шляхом підвищення урожайності культур, збереженні потенціалу продуктивності протягом вегетації та запорукою отримання продукції високої якості, і як наслідок – високого рівня чистого прибутку.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУВБІП України

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Полеві дослідження проводилися в 2020–2021 роках на базі господарства, що розташоване в с. Велика Писарівка Охтирського району Сумської області. Господарство характеризується високим рівнем матеріально-ресурсного забезпечення, високою якістю та ефективністю виконання технологічних операцій в посівах сільськогосподарських культур. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових та олійних культур, а частка соняшнику в економіці господарства є великою.

2.1. Грунтово-кліматичні умови

Грунтполя для проведення дослідження – чорнозем опідзолений середньосуглинковий з вмістом гумусу 3,12 %. $pH_{\text{кст}} 5,7-6,3$, тобто слабокислий, близький до нейтральної. Вміст легкоїдролізованого азоту 94 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору – 123 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 102 мг/кг. За комплексом ознак ґрунт придатний для вирощування соняшнику і характеризується середньою природною родючістю.

Клімат регіону проведення дослідження – помірно-континентальний. За багаторічними даними найвища температура протягом року фіксується у липні $+22,8^{\circ}\text{C}$. Тривалість безморозного періоду становить 135–145 дні. В середньому в районі річна сума опадів становить близько 550 мм, з них 57 % випадає з квітня по вересень, а найбільше в червні та липні. Регіон в цілому є сприятливим для росту та розвитку соняшнику, хоча і не типовий. За багаторічними спостереженнями останні весняні заморозки проявляються в першій декаді травня, а перші осінні заморозки в районі спостерігаються в третій вересня.

В роки проведення дослідження середньомісячна температура в квітні та травні була суттєво нижчою за багаторічне значення. Середньомісячна температура квітня (табл. 2.1) в 2020 році становила $8,8^{\circ}\text{C}$, а в 2021 році $8,2^{\circ}\text{C}$,

що на 1,4 і 2,0°C менше за багаторічне значення, тому сівбу соняшнику змістили на більш пізній час, ніж зазвичай.

Температура протягом травня 2020 року була на рівні 13,5 °C з незначними відхиленнями протягом місяця, тоді як в 2021 році за температури 15,8°C амплітуда коливань була більш суттєвою. Як наслідок ріст соняшнику на початкових етапах (розвиток листків) між посівами різних років відрізнявся.

Таблиця 2.1

Середньомісячна температура повітря за 2019–2021 рр., °C*

Місяць	Рік			Середнє за 3 роки	Середнє багаторічне
	2019	2020	2021		
Квітень	10,6	8,8	8,2	9,2	10,2
Травень	17,6	13,5	15,8	15,5	16,8
Червень	23,7	22,1	20,5	22,1	21,1
Липень	20,8	22,7	24,7	22,7	22,8
Серпень	21,1	20,9	23,8	21,9	22,2
Вересень	16,2	18,4	13,4	16,0	15,9

*За даними метеостанції № 34302 (м. Богодухів)

Температура повітря в літні місяці також відрізнялася. У 2020 році температура червня та липня становила відповідно 22,1 і 22,7 °C, тоді як в серпні знижувалася до 20,9 °C. В 2021 році ситуація відрізнялася, о в червні температура становила 20,5°C, що нижче багаторічного значення, а липні зростала до 24,7 °C, але потім несуттєво знижувалася в серпні до 23,8 °C. Оскільки накопичення сухих речовин і формування врожаю у соняшника закінчується до початку вересня, то температурний режим вересня впливає лише на висушування кошиків та насіння в полі. В 2020 році середньодобова температура вересня становила 18,4°C, що дозволило швидко досушити посів соняшнику після десикації до збиральних кондицій, а в 2021 році жаркий

період різко змінився на прохолодний в середині вересня, тому навіть за середньомісячного показника $13,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ процес висихання рослинної маси сповільнювався несуттєво.

Для оцінки типовості умов конкретного місяця розраховувалися коефіцієнт суттєвості за загально прийнятою методикою. Умови місяця є типовими, без суттєвих відхилень якщо коефіцієнт суттєвості за модулем не перевищує 1,0. Умови року не типові, якщо за модулем від вище 1,0, але нижче 2,0, а в випадку перевищення 2,0 умови наближені до рідкісних, тобто аномальні.

Розрахований коефіцієнт відхилення температури повітря (рис. 2.1) вказує на те, що в роки проведення дослідження літні місяці в 2020 році були типовими, проте умови квітня та травня були нетиповими з суттєво нижчою температурою, що могло відобразитися на рості рослин соняшнику на початкових етапах, тоді як на час досягання та збирання соняшнику умови були нетипово теплими, що сприяло висиханню насіння в полі і знизувало операційні витрати на вирощування.

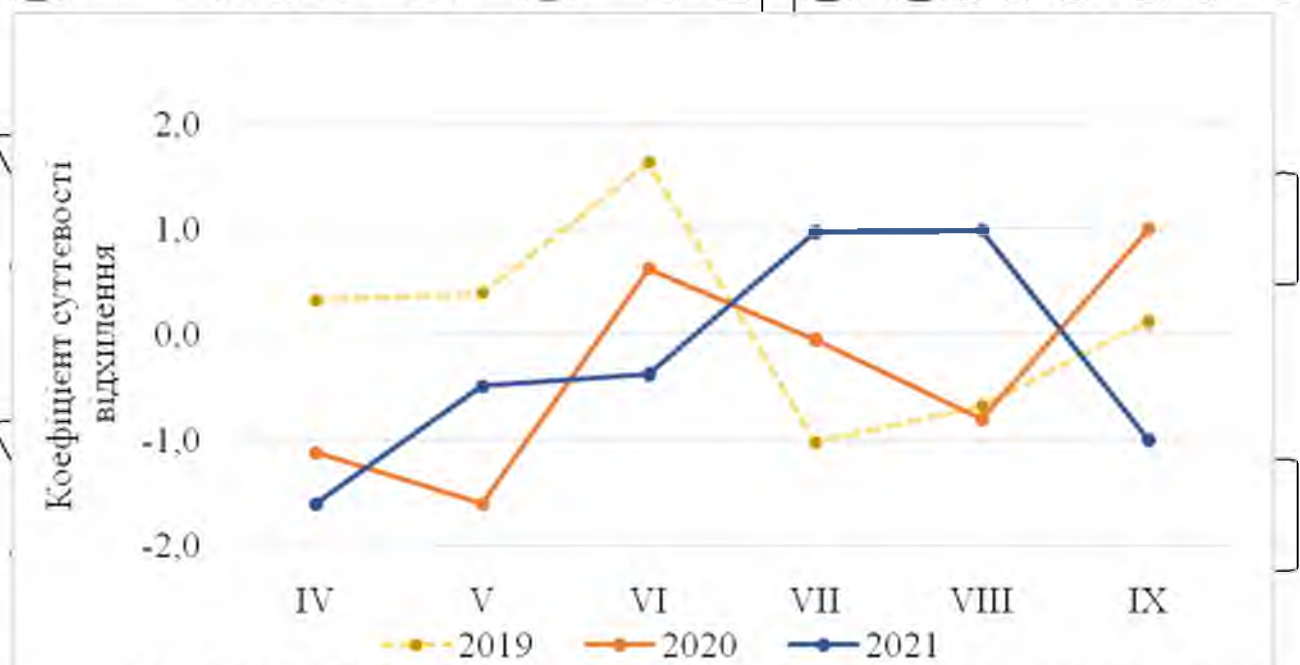


Рис. 2.1 Коефіцієнти суттєвості відхилень температури повітря підчас вегетації соняшнику, 2019-2021 рр.

В 2021 році наростання середньодобових температур було більш рівномірним, тому в травні та червні умови були типовими порівняно з багаторічним, при відносно прохолодному квітні, що було нетиповим для регіону. В липні та серпні коефіцієнт суттєвості відхилень становив 1,0, що свідчить про нетиповість таких високих температур для регіону (24 °C), а як наслідок може впливати на ріст і розвиток соняшнику, проте в вересні умови навпаки є нетипово прохолодними, що може вплинути на пізньостиглі гібриди соняшнику.

За надходженням опадів протягом вегетації соняшнику в різні роки умови також суттєво різнилися, бо спостерігалася різниця в загальному обсязі опадів та розподілі їх протягом вегетації (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Місячна кількість опадів за 2019–2021 рр., мм

Місяць	Рік			Середнє за 3 роки	Середнє багаторічне
	2019	2020	2021		
Квітень	40	22	42	35	37
Травень	68	137	52	85	56
Червень	18	68	112	66	57
Липень	64	107	27,3	66	67
Серпень	8	9	21	12	42
Вересень	29	1	22	17	54
Сумарно за квітень–вересень	227	341	276	281	313

*За даними метеостанції № 34302 (м. Богодухів)

Кількість опадів в регіоні в 2020 році була суттєво вищою, ніж в багатьох регіонах України. В 2020 році сумарна кількість опадів з квітня по вересень становила 341 мм, що на 28 мм (8,9 %) перевищує середнє багаторічне

значення, проте в окремі місяці їх надходження перевищувало багаторічне значення на 50 % та більше, що викликало перезволоження ґрунту, могло спричинити розвиток грибних хвороб в посівах соняшнику.

В травні 2020 року надходження опадів становило 137 мм, що на 144 % перевищує середнє багаторічне значення, тобто викликало значне перезволоження в період від формування листків до фази бутонізації. Подібна ситуація спостерігалася в липні цього року, коли місячна кількість становила 107 мм при нормі 67 мм, тобто перевищення становило майже 60 %. Наслідком такої кількості опадів є створення оптимальних умов для поширення грубних хвороб за неякісної обробки посівів фунгіцидами. В свою чергу кількість опадів в серпні була надзвичайно низькою, тому живлення рослин відбувалося за рахунок накопичених запасів вологи в ґрунті.

В 2021 році кількість опадів за період вегетації соняшнику була суттєво нижчою за багаторічну норму і становила 276 мм, що на 12% менше. В квітні та травні сума опадів майже не відрізнялася від багаторічного значення, тоді як в червні випала майже двократна норма опадів (112 мм проти 57 мм в середньому), що призвело до перезволоження ґрунту та ускладнення руху обприскувачів по полю. Оскільки цей період є критичним відносно захисту посівів від грибних хвороб, то затримка з обробками може призвести до поширення хвороб та суттєвому зниженню урожайності та якості продукції. Втім, з липня по вересень щомісячна сума опадів становила 21–27 мм, що вдвічі менше, тобто формування врожаю соняшника в цей період залежало від ефективності використання ґрунтових запасів доступної вологи.

Проведений аналіз погодних умов свідчить про можливість отримання високого врожаю соняшнику належної якості, за умов усунення негативного впливу перезволоження в окремі періоди розвитку.

2.2. Методологія проведення дослідження

Для оцінки впровадження нових технологій внесення засобів захисту на посівах соняшнику закладався двофакторний дослід у виробничих умовах за

наведеною схемою (табл. 2.3). Досліджувалося два класичні гібриди (Фактор А) компанії Limagrain – ЛГ 50510 та ЛГ 5662, що належать до середньостиглої групи та способи внесення засобів захисту: традиційним самохідним опрыскувачем та інноваційний – обприскування безпілотними літальними апаратами (дронами). Приготування та норма внесення робочих розчинів була типовою для кожного способу, але витрата засобів захисту в перерахунку на 1 га поля була однаковою.

Таблиця 2.3

Схема польового дослід з дослідження способів внесення ЗЗР

Фактор А: гібрид соняшнику	Фактор В: спосіб внесення засобів захисту
A1. ЛГ 50510	B1. Обприскування посівів самохідним опрыскувачем JohnDeereM4040 (контроль)
A2. ЛГ 5662	B2. Обприскування посівів дроном XAGXP 2020

Характеристика гібридів (оригінагор Limagrain, Франція):

ЛГ 50510. Середньоранній гібрид, середньорослинний, стійкий до нових рас переноспору, стійкість до рас вовчка А–G. Середня висота рослин 160 см, Середній діаметр кошика 17,5 см, Середня маса 1000 насінин – 68 г.

ЛГ 5662. Середньостиглий гібрид з потенціалом урожайності 5–5,5 т/га. Середня висота рослин 147 см. Середній діаметр кошика 15,6 см. Маса 1000 насінин – 70 г.

Характеристика апаратів для внесення засобів захисту рослин:

JohnDeere M4040. Самохідний опрыскувач з баком 4000 л. Висота від поверхні ґрунту до шасі (кліренс) 170 см. Довжина стріли опрыскувача до 36 м. Робоча швидкість від 0 до 30 км/год.

ХАГ ХР 2020 (SNZ-18000A). Агрегується баком до 20 л, або підставкою 12/16 л. Максимальна норма витрати розчину 7,2 л/хв. Швидкість польоту до 12 м/с. Розмір краплини 85–550 мкм. Ширина розпилення робочого розчину 4,5 м при точному розпиленні та 7,0 м при швидкому. Максимальна продуктивність до 17,7 га/год.

Через специфіку використання широкозахватної техніки та швидкості внесення ЗЗР за допомогою БЦЛА загальна площа однієї ділянки досліду становила 1,8 га (36*500 м), потім ділянка розбивалася на 4 облікові ділянки (повторення) площею 750 м², де проводилися фенологічні спостереження та визначення ураженості хворобами. Ділянки відмічалися маркерами та весь період спостереження не змінювалися. Перед збиранням облікових ділянок завчасно збирався урожай за їх межами, а потім проводили обмолот облікових ділянок.

Попередником соняшнику була пшениця озима. Обробіток ґрунту – звичайний зяблевий – лушення стерні та оранка на зяб плугом Kuhn Master3 на глибину 24-26 см. Весною проводилося закриття вологи LEMKEN System-Korund, а передпосівну культивуацію System-Kompaktor на глибину 4-6 см. Система удобрення передбачала внесення N₁₂₀ у формі безводного аміаку навесні, внесення 200 кг/га нітроамфоски 8:19:29 (N₁₆K₃₈P₅₈) та рядкового внесення 100 кг/га YaraMila NPK 8-24-24 +5SO₃(N₈P₂₄K₂₄). Безводний аміак зв'язується з ґрунтовим вбирним комплексом і поступово мінералізується, що робить його доступним для культури протягом всього періоду вегетації, тому підживлення не проводяться.

Сівбу проводили сівалкою Horsch Maestro 24 SW на глибину 4-6 см, коли температура ґрунту становила +6...+8 °С. Норма висіву 60 тис. насінин/га, що забезпечило передзбиральну густоту в межах 55 тис. шт./га., спосіб сівби – широкорядний 70 см, пунктирний (відстань між насінинами 24 см).

Збирання соняшнику для визначення господарської урожайності насіння проводили зернозбиральним комбайном New Holland SX8090 обладнаний

спеціальною соняшниковою жниваркою Capello Helianthus 07500 (ширина захвату 7,5 м)
 Склад бакової суміші для кожного внесення ЗЗР наведений в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Інтегрований захист соняшнику по стадіям розвитку

Внесення засобів захисту	Стадії розвитку за шкалою ВВСН	Препарат, норма внесення (складові бакової суміші)	Норма витрати, л/га
Перше внесення – дощодове	Проростання (ВВСН 0–9)	<ul style="list-style-type: none"> • ПреміумГолд (S-метолахлор, 312,5 г/л, тероутилазин, 187,5 г/л)– • Міура (хізалофоп-П-етил 125 г/л) 	3,5 0,8
Друге внесення – 2-3 пара справжніх листків	Розвиток листків (ВВСН 14–16)	<ul style="list-style-type: none"> • Пледж ЗП (флуміоксазин, 511 г/кг) • стабілізатор рН – 	0,08 0,12
Третє внесення – зірочка	Бутонізація (ВВСН 51–59)	<ul style="list-style-type: none"> • ТеспорфутрН+ • Імпакт К (фунгіцид) • Архітект (морфо-фунгіцид) • Турбо (аміно-хелатний комплекс) • стабілізатор рН 	0,9 1,5 0,75 0,12
Четверте внесення: десикація посівів	Достигання (ВВСН 81–86)	<ul style="list-style-type: none"> • Самум форте 374 в.р.к. (дикватдибромід, 374 г/л) • стабілізатор рН 	1,0 0,12

На кожній ділянці досліду проводилося обприскування посівів згідно наведеної схеми інтегрованого захисту соняшнику. Передбачалося 4 строки внесення засобів захисту в період від сівби до збирання соняшнику, з них 3 опціонально передбачали варіант з використанням БПЛА (дрон):

- I. Досхолове внесення гербіциду – тільки оприскувач
- II. Обприскування в фазу 4–5 листків – оприскувач і БПЛА
- III. Обприскування в фазу бутонізації – оприскувач і БПЛА
- IV. Десикація посівів – оприскувач і БПЛА.

Для оцінки придатності внесення фунгіцидів в посівах соняшнику проводився додатковий дослід. Схема досліду передбачала внесення чотирьох найбільш поширених препаратів з різними діючими речовинами для захисту рослин соняшнику від хвороб. Препарати застосовувалися на посівах гібриду ЛГ 5662 в фазу бутонізації («зірочка») за допомогою БПЛА XAG 2020 XR з атомайзерами. Препарати та їх норма внесення представлена в таблиці 2.5.

Елементи технології вирощування були аналогічні до польового досліду №1 у варіанті внесення засобів захисту за допомогою БПЛА. Основна відмінність полягала у заміні фунгіциду у третє внесення на конкретний із схеми досліду №2.

Таблиця 2.5

Схема польового досліду №2 з внесенням фунгіцидів у фазу зірочки

Фактор А – Препарат та норма внесення
A.1 Танос 50, ВГ – 0,6 кг/га (цимоксаніл – 250 г/кг, фамоксадон – 250 г/кг)
A.2 Імпакт К – 0,9 л/га (флутриадол – 117,5 г/л, карбендазім – 250 г/л)
A.3 Артис пдос – 0,9 л/га (міклобутаніл – 125 г/л, тебуконазол – 125 г/л, тіофанат-метил – 250 г/л)
A.4 Ямато, СЕ – 1,5 л/га (тіофанат-метил – 233 г/л, тетраконазол 70 – г/л)

В досліді проводилися наступні обліки та спостереження:

НУБІП УКРАЇНИ

1. Фенологічні спостереження (за шкалою ВВСН), відмічалися фази сходів, 2–3 пара справжніх листків, зірочки, початок та кінець цвітіння, повна стиглість насіння.

2. Польову схожість визначали на довжині рядка 14,3 м в чотирикратній повторності з розрахунку норми висіву 60 тис. шт./га

НУБІП УКРАЇНИ

3. Висоту рослин визначали в зазначені фази.

4. Площа листкового апарату способом сканування листкової поверхні та опрацювання результатів в спеціальному ПО.

5. Ураження хворобами визначали шляхом обстеження мінімум 100 рослин на кожному варіанту досліду.

НУБІП УКРАЇНИ

6. Біологічну врожайність, масу зерна з кончика та інші елементи структури визначали на кожній ділянці відбираючи по 10 рослин в захисній смузі облікової ділянки для механізованого збирання.

НУБІП УКРАЇНИ

7. Одійність насіння визначали методом інфрачервоної спектрофотометрії на аналізаторі зерна та насіння олійних культур.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 3

ФЕНОЛОГІЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА РОСТОМ ТА РОЗВИТКОМ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБКИ

3.1. Польова схожість гібридів соняшнику

Погодні умови квітня 2020 та 2021 року були схожими за температурою повітря, сівба проводилася приблизно в один строк (25 та 28 квітня відповідно), але пізніше ніж зазвичай. Швидкість появи сходів у гібридів відрізнялася, бо ЛГ 50510 проростав в середньому на 2 дні швидше, ніж ЛГ 5662. В 2020 році польова схожість (табл. 2.1) гібриду ЛГ 50510 становила 88,7%, а ЛГ 5662 – 90,8%, що суттєво різнилося між собою. Фактична густина стояння сходів була нижча планової позначки 55 тис./га, що є наслідком повільного збільшення середньодобових температур повітря і ґрунту. В 2021 році хоч різниця в появі сходів у гібридів спостерігалася, але польова схожість суттєво не відрізнялася і становила 92–93%, що дозволило отримати густоту стояння на момент сходів в межах 55,3–55,7 тис. шт./га.

Таблиця 3.1

Польова схожість гібридів соняшнику

Гібрид	Норма висіву, тис. шт/га	2020 рік		2021 рік	
		Рослин в фазу сходів, тис. шт/га	Польова схожість, %	Рослин в фазу сходів, тис. шт/га	Польова схожість, %
ЛГ 50510	60	53,2	88,7	55,7	92,8
ЛГ 5662	60	54,5	90,8	55,3	92,2
НІР ₀₅	-	-	-	-	-

3.2. Фенологічні спостереження за соняшником

Проведення обліків та моніторингу за хворобами прив'язане до настання фенологічних фаз, коли рослини істотно змінюють свій габітус та переходять на інший рівень організації організму. Як зазначалося в попередньому пункті поява сходів в обох гібридів припала на середину першої декади травня, при тому, що ЛГ 50510 в обидва роки проростав в середньому на 2 дні швидше (табл. 3.2). Різниця в середньомісячній температурі травня в 2020 та 2021 році становила близько 2,3 °С, що вплинуло на швидкість утворення справжніх листків у рослин соняшнику. Відтак в 2020 році утворення 2-3 пари справжніх листків спостерігалось 29 та 31 травня у ЛГ 50510 і ЛГ 5662 відповідно, тоді як в 2020 році відповідно 25 та 28 травня. Вища температура червня в 2020 році не дозволила компенсувати відставання порівняно з 2021 р., тому фаза зірочки у гібриду ЛГ 50510 у перший рік досліджень відмічалася 8 червня, а в другий 2 червня. Фаза зірочки у гібриду ЛГ 5662 відмічалася в середньому на 3 дні пізніше, ніж в іншого гібриду і в 2020 році наступала 11 червня, а в 2021 році – 5.06.

Таблиця 3.2

Дати настання та тривалість фенологічних фаз соняшнику

Гібрид	Сівба	Дати настання фаз							
		Сходи	2-3 пара листків	Зірочка	Початок цвітіння	Кінець цвітіння	Повна	стиглість	
2020 рік									
ЛГ 50510	25.04	5.05	29.05	8.06	1.07	17.07	2.09		
ЛГ 5662	25.04	7.05	31.05	11.06	3.07	20.07	4.09		
2021 рік									
ЛГ 50510	28.04	4.05	25.05	2.06	23.06	12.07	25.08		
ЛГ 5662	28.04	6.05	28.05	5.06	27.06	15.07	29.08		

Початок цвітіння у 2020 році у гібриду ЛГ 50510 наступав 1 липня і завершувався 17 липня, тоді як в ЛГ 5662 початок і кінець цієї фази припадали на 3 і 20 липня відповідно. В 2021 році гібриди ЛГ 50510 і ЛГ 5662 розпочали цвітіння відповідно 25 та 27 червня, а закінчили 12 і 15 липня. Фаза повної стиглості насіння в 2020 році у гібриду ЛГ 50510 припала на 2 вересня, а в ЛГ 5662 на 4 вересня, тоді як в 2021 році це відповідно було 25 та 29 вересня. Після настання стиглості обох гібридів проводили десикацію посівів.

Оскільки дати настання фенологічних фаз у гібридів відрізнялися, то доцільно провести аналіз тривалості міжфазних періодів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Тривалість міжфазних періодів у соняшнику, днів

Гібрид	Міжфазні періоди							Сходи – повна стиглість насіння
	Сівба – сходи	Сходи – 2-3 пара листків	2-3 пари листків – зірочка	Зірочка – початок цвітіння	Початок цвітіння – кінець цвітіння	Кінець цвітіння – повна стиглість		
2020 рік								
ЛГ 50510	10	24	10	23	16	47	120	
ЛГ 5662	12	24	11	22	17	46	120	
2021 рік								
ЛГ 50510	6	21	8	23	17	44	113	
ЛГ 5662	8	22	8	22	18	46	115	

Найбільш суттєва різниця в тривалості міжфазних періодів у досліджуваних гібридів була від сівби до сходів та вегетативний період розвитку рослин. Якщо з появою сходів зрозуміло, бо вона залежить від

температури повітря, то скорочення міжфазних періодів при формуванні листків, росту стебла та пришвидшенні фази зірочки у 2021 році обумовлено вищими активними температурами. Загалом тривалість вегетації від сходів до повної стиглості насіння в 2020 році у гібридів була однаковою – 120 днів (хоч різнилися дати появи сходів), то в 2021 році у гібриду ЛГ 50510 цей період скоротився до 113 днів, в ЛГ 5662 лише до 115 днів. Враховуючи швидку появу сходів і швидше досягання десикацію посівів ЛГ 50510 слід було б проводити на 4 дні раніше ніж ЛГ 5662.

Площа листової поверхні соняшнику в різних гібридів відрізнялася по рокам по кожній фазі росту. Зокрема, гібрид ЛГ 5662 формував більшу площу листової поверхні порівняно з ЛГ 50510. В фазу другої-третьої пари справжніх листків площа листя у гібриду ЛГ 5662 становила 16,8 тис. м²/га у в 2020 році та 21,2 тис м²/га в 2021 році, тоді як в ЛГ 50510 15,2 і 18,3 тис м²/відповідно. Різниця між плозою листового апарату в фазу зірочки в окремих гібридів також суттєво різнилася залежно від погодних умов: в ЛГ 50510 площа листя в 2021 становила 34,6 тис. м²/га в цю фазу, що на 11 % більше ніж в 2020 році, тоді як в ЛГ 5662 площа листя була на 18,8 % більше, ніж 2020 року.

Таблиця 3.4

Площа листової поверхні рослин соняшника

Фенологічна фаза	ЛГ 50510		ЛГ 5662	
	2020	2021	2020	2021
2-3 пара листків	15,4	18,3	16,8	21,2
Зірочка	31,0	34,6	29,8	35,4
Кінець цвітіння	43,8	46,8	44,5	49,4
Завершення формування плодів	36,5	37,4	38,9	39,6

На період завершення цвітіння площа листя була максимальною і гібриду ЛГ 50510 вона становила 43,8 тис. м²/га в 2020 році та 46,8 тис. м²/га в 2021 році, тобто різниця була менше 7%, тоді як в ЛГ 5662 в 2020 році цей показник становив 44,5 тис. м²/га, а в 2021 році зріс на 11% до 49,4 тис. м²/га.

До завершення формування плодів площа листя знизилася до 36,5 і 37,4 тис. м²/га відповідно у 2020 і 2021 році у гібриду ЛГ 50510, та до 38,9 і 39,6 тис. м²/га у гібриду ЛГ 5662.

Оскільки площа листового апарату має позитивну кореляцію з продуктивністю посівів, то відповідно ЛГ 5662 має і вищий потенціал продуктивності, а умови 2021 року в цілому забезпечують накопичення більшої кількості сухої речовини.

3.3. Ефективність проведення рістрегуляції соняшнику залежно від способу внесення препаратів

Проведення третього внесення засобів захисту рослин включало застосування ріст-регулюючих препаратів, зокрема Архітект. Цей препарат обмежує ріст рослин в висоту, що корисно при надлишку вологи в період інтенсивного росту. Ця обробка проводилася в фазу зірочки, що в 2020 році припало на другу декаду червня, а в 2021 році на першу. Умови внесення і зволоження після технологічної операції відрізнялися, бо в 2020 році в травні був надлишок зволоження, що обумовило більш пізнє внесення рострегуляторів на варіантах з використанням самохідного оприскувача, тоді як БПЛА не мав таких обмежень. В 2021 році в строк третього внесення з 3Р стан ґрунту та погодні умови дозволяли ввійти в поле одночасно, тому обробка проводилася з мінімальним відривом по настанню фенологічної фази. Ефект від внесення рістрегуляторів на висоту рослин в фазу цвітіння залежав від умов року та способу внесення (табл. 3.5).

Щодо впливу погодних умов, то в середньому висота рослин гібриду ЛГ 50510 в 2020 році становила 153 см, тоді як в 2021 році зростала до 167 см.

Подібний ефект спостерігався в гібриду ЛГ 5662, бо в 2020 році його висота була в середньому 132 см, а в наступному році зростала до 144 см.

Таблиця 3.5

Висота рослин соняшнику в фазу цвітіння, см

Гібрид	Спосіб внесення ЗЗР	Висота рослин, см	Різниця порівняно з оприскувачем
2020 рік			
ЛГ 50510	Оприскувач М4040 (к)	158	0
	БПЛА	147	-11
ЛГ 5662	Оприскувач М4040 (к)	135	-
	БПЛА	128	-7
2021 рік			
ЛГ 50510	Оприскувач М4040 (к)	168	-
	БПЛА	166	-2
ЛГ 5662	Оприскувач М4040 (к)	143	-
	БПЛА	144	1
НПР ₀₅		4	

Щодо відмінностей у висоті на ділянках залежно від способу внесення, то слід відмітити істотність різниці в 2020 році між варіантом самохідного оприскувача та БПЛА на користь останнього і несуттєвості відхилень у 2021 році. Основним фактором, що впливав на цю різницю слід відзначити вчасність виконання технологічної операції, а не якість обприскування.

3.4. Ефективність фунгіцидів при їх внесенні БПЛА в фазу зірочки

Листкові та стеблові хвороби негативно впливають на фотосинтетичну активність посіви соняшнику, бо при їх масовому поширенні зменшується

асиміляційна поверхня, знижується якість продукції та індукується пригнічення ростових процесів через інтоксикацію. Найбільш шкідливими хворобами, що проявляються у другій половині вегетації є альтернаріоз, фомоз та септоріоз (біла гниль), тому саме на цих хворобах була сконцентрована вся увага.

Спостереження проводили в два періоди: на початку серпня та перед збирання урожаю до проведення десикації. Щоразу аналізували мінімум по 100 рослин та встановлювали ураження хворобами, ділянки в перше та друге обстеження були аналогічними. Результати моніторингу представлені в таблиці 3.6. Ефективність препаратів суттєво різнилася, тому на окремих варіантах спостерігався більший розвиток альтернаріозу, фомозу та склеротиніозу (біла гниль), порівняно з іншими препаратами.

Таблиця 3.6

Ефективність фунгіцидів при їх внесенні в фазу зірочки

Фунгіцид	Ураження хворобою (%) та фаза моніторингу								
	Альтернаріоз			Фомоз			Склеротиніоз		
	початок серпня	перед збиранням	перед збиранням	початок серпня	перед збиранням	початок серпня	перед збиранням		
Танос 50, ВГ; кг/га	0,6	9,0	19,5	14,5	26,0	3,5	9,0		
Імпакт К; 0,9 л/га	2,0	12,5	10,5	21,5	1,0	3,0			
Артис плюс; 0,9 л/га	3,5	14,0	12,0	21,0	0	0			
Ямато, СЕ, 1,5 л/га	2,5	8,5	8,0	19,0	0	0			
ЦР ₀₅	3	2,5	2,0	2,5	0,5	1,0			

Альтернаріозу період спостережен на початку серпня фіксувався у всіх варіантів дослід, але якщо на ділянках з обробкою Імпакт К, Артис плюс та Ямато кількість уражених рослин становила 2,0–3,5 %, то при обробці танос 50 їх кількість була суттєво більшою (9,0 %). Перед початком збирання кількість

уражених рослин зростала на 6–10 % порівняно з попереднім обстеженням, тому найбільша ураженість зберігалася при обробці Танос 50, а найефективнішим препаратом проти альтернаріозу був Ямато.

Подібна тенденція була також при обстеженні рослин на прояв фомозу.

Найбільше ураження спостерігалось на ділянках, що оброблені Танос 50 – на початку серпня кількість уражених рослин становила 14,5 %, а до моменту збирання збільшувалася до 26 %. Суттєво менше ураження була на ділянках з обробками Імпакт К та Артис плюс, де на початку серпня відмічалось ураження фомозом відповідно 12,5 та 14,0 % рослин, а до моменту збирання їх кількість

зростала відповідно до 21,5 та 21,0 %, тобто без суттєвої різниці між препаратами. Кількість рослин, що уражені фомозом на початку серпня на ділянці з обробкою Ямато була найменшою – 8,0 %, а до початку збирання зростала до 19,0, що також несуттєво відрізнялося від застосування Імпакт К і

Артис. Препарати Артис плюс та Ямато були високоефективними проти склеротиніозу. На посівах, що оброблялися цими препаратами не спостерігалось склероцій білої гнилі в обидва періоди моніторинг. В той же час при обробці Імпакт К склеротиніоз спостерігався на 1,0 5 рослин на початку

серпня та у 3,0 % у період збирання. Препарат Танос 50 мав суттєво нижчу ефективність – 3,5 % ураження на початку серпня та 9,0 % ураження перед збиранням.

Загалом, досліджувані препарати мають високу ефективність проти наведених хвороб при їх внесенні самохідними оприскувачами, що обладнанні форсунками. В той же час різна ефективність препаратів при внесенні БПЛА може вказувати на нерівномірність їх внесення. Препарат Танос 50, ВГ мав суттєво нижчу ефективність, що може бути пов'язане з препаративною формою

– водорозчинні гранули. Тобто, препарат при розчиненні у воді утворює крупнодисперсні частинки, які неможливо внести малими нормами робочого розчину. Загалом це узгоджується з рекомендаціями виробника, щодо збільшення норми робочого розчину на 1 га.

Більше враження посівів соняшнику ЛГ 5662 на варіанті з внесенням препарату Танос 50 ВГ за допомогою БПЛА призвело до суттєвого зниження врожайності порівняно з іншими препаратами (табл. 3.7). Знижена ефективність препарату Танос 50 ВГ обумовлена формуляцією препарату – водорозчинні гранули, яка не зовсім придатна для його внесення за допомогою БПЛА з атомайзерами, оскільки через розмір краплі частки препарату можуть утворювати агрегати, що забивають атомайзери. Нерівномірне внесення препарату може вплинути на інтенсивність розвитку хвороб, що призведе до зниження врожайності. Урожайність на цьому варіанті становила в середньому 3,46 т/га, тоді як на варіанта з застосуванням рідких препаратів була в межах 3,65–3,71 т/га. Окрім зниження врожайності також спостерігалось зниження олійності насіння, внаслідок погіршення асиміляції сухих речовин.

Таблиця 3.7

Урожайність та якість насіння соняшника ЛГ 5662 залежно від внесення фунгіциду за допомогою БПЛА

Фунгіцид	Урожайність, т/га	Олійність, %
Танос 50, ВГ; 0,6 кг/га	3,46	41,6
Імпакт К; 0,9 л/га	3,68	42,6
Аргіс плюс; 0,9 л/га	3,65	42,4
Ямато, СЕ, 1,5 л/га	3,71	42,4
НІР ₀₅	0,10	0,4

Отже, не всі препарати є однаково високоефективними ефективними при внесенні їх за допомогою БПЛА порівняно з класичним способом внесення, тому при застосуванні дронів слід підбирати сумісні препарати.

З використанням отриманих показників урожайності та олійності можна побудувати графік залежності вмісту олії в насінні від урожайності (рис. 3.1) та побудувати лінію апроксимації для встановлення цього зв'язку. Якщо розвиток рослин, величина кошика, особливості утворення сім'янок протягом вегетації

Відрізняються не суттєво, то при невисокому враженні хворобами зв'язок між урожайністю та олійністю несуттєво відрізняється від норми в виробничих умовах.

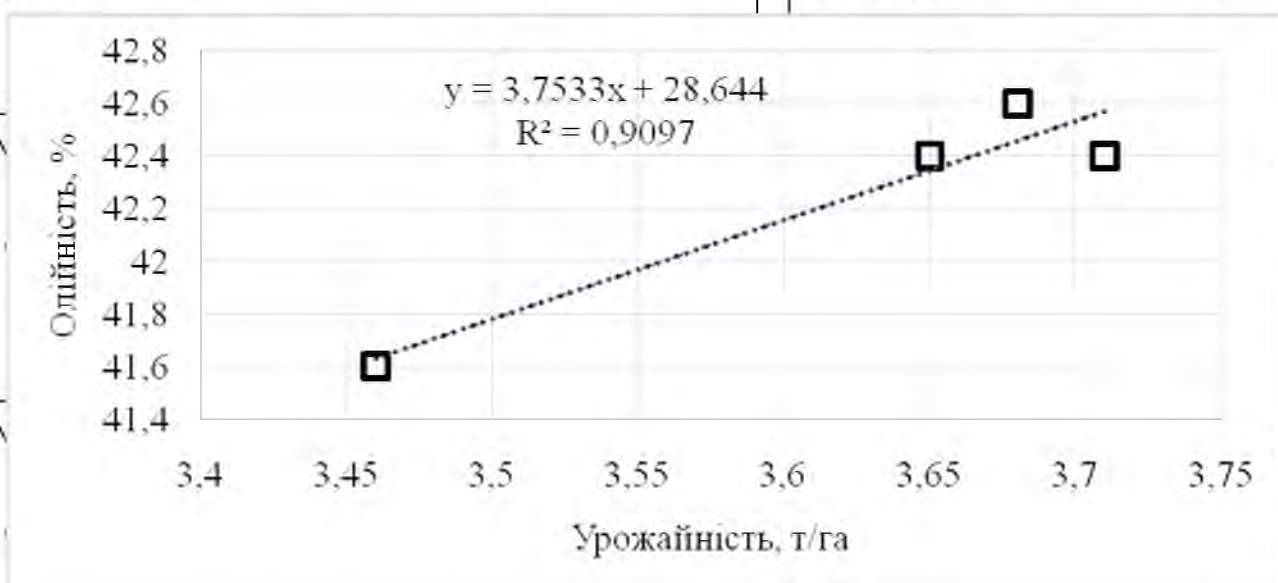


Рис. 3.1. Залежність олійності соняшнику від величини урожайності у

гібриду ЛГ 5662

Відомо, що умови в яких формується вища урожайність насіння соняшнику сприятливі для накопичення жирних кислот і рослинного жиру в насінні, тому кореляційний зв'язок буде позитивним. Описане нами регресійне рівняння $y = 3,7533x + 28,644$ вказує, що базовий вміст жиру в насінні є високим, а збільшення урожайності на 1 т/га призведе до збільшення вмісту жиру на 3,75%. Величина апроксимації $R^2 = 0,9097$ вказує на те, що зв'язок між урожайністю та олійністю є сильним, а коефіцієнт регресії становить 0,95, що свідчить про сильну взаємодію і майже функціональний зв'язок цих величин.

3.5. Біометричні параметри соняшнику на час збирання

Передзбиральна густина стояння рослин соняшнику є одним з основних елементів продуктивності, що прямо впливають на величину врожаю насіння.

Вживання рослин протягом вегетації у соняшнику є високим, оскільки рослини розміщені на певній відстані одна від одної, тому чинник внутрішньовидової конкуренції за фактори життя мінімізований. Зазвичай,

майже всі схожі рослини виживають та утворюють врожай, якщо не відбулося механічне пошкодження рослини робочими органами сільськогосподарської техніки, або масове ураження вовчком, поширення грибних хвороб та пошкодження шкідниками на початку вегетації.

За результатами проведених досліджень встановлено, що ураження хворобами не спричинило випадання рослин, тому фактична густина стояння на момент збирання майже не відрізнялася від густоти стояння на момент сходів у варіантів, де обробки проводилися БПЛА (табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Передзбиральна густина стояння соняшнику

Гібрид	Спосіб внесення ЗЗР	Густина стояння, тис. шт./га
2020 рік		
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	52,08
	БПЛА	52,78
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	53,34
	БПЛА	53,83
2021 рік		
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	55,0
	БПЛА	55,20
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	55,28
	БПЛА	55,40
НІР ₀₅		0,35

В той же час на ділянках, де обприскування посівів проводилося самохідними оприскувачами ефективна густина стояння зменшувалася, бо частина стебел полягала та обламувалися кошики, що призводило до передзбиральних втрат врожаю. В 2020 році на варіанті з використанням самохідного оприскувача густина стояння знижувалася на 0,65 тис. шт/га у гібриду ЛГ 50510 та 0,49 тис. шт/га у ЛГ 5662 порівняно з варіантом де

застосувалися БПЛА. Втім вигоптування не є єдиним фактором, що зменшувало збиральну густоту, бо частина рослин вивала через ураження хворобами та інші причини. В 2021 році у посівах гібриду не спостерігалось значущої різниці в густоті стояння за різних способів внесення ЗЗР. Загалом 2021 рік був більш сприятливим для збереження рослин соняшнику.

Маса насіння з кошика в роки досліджень становила 65,6–71,0 г у гібриду ЛГ 50510 та 67,6–73,4 г у ЛГ 5662 (тал. 3.7).

Таблиця 3.7

Маса насіння соняшнику в кошику (в перерахунку на вологість 8 %)

Гібрид	Спосіб внесення ЗЗР		Маса насіння з кошика, г
	2020 рік		
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)		65,6
	БПЛА		70,3
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)		72,8
	БПЛА		73,4
2021 рік			
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)		70,5
	БПЛА		71,0
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)		67,6
	БПЛА		69,4
НІР ₀₅			1,0

Слід відзначити, що на індивідуальну продуктивність рослини в першу чергу свій вплив мають умови цвітіння та короткий період інтенсивного росту перед ним, коли працюють ріст регулюючі препарати. Ймовірно саме строк внесення препаратів у 2020 році обумовив суттєву різницю в масі насіння з кошика у гібриду ЛГ 50510, оскільки висота рослин соняшнику була на 11 см більшою у варіанту, де третє внесення засобів захисту проводилося самохідним оприскувачем М4040 на декілька діб пізніше, ніж БПЛА. Більша висота, а

Відповідно більша маса листостебельної частини рослин обумовили менше надходження асимілянтів до насіння. В той же час маса насіння з кошика у гібриду ЛГ 5662 суттєво не відрізнялася залежно від способу внесення ЗЗР (72,8 г у варіанту з оприскувачем, 73,4 г у БПЛА).

У 2021 році, коли третє внесення ЗЗР проводили вчасно на всіх ділянках суттєвої різниці між масою насіння з кошику у гібриду ЛГ 50510 не було, а в ЛГ 5662 у варіанту з використанням БПЛА маса насіння була суттєво вищою – 69,4 г порівняно з 67,6 г у контролю.

Передзбиральну вологість насіння соняшнику (табл. 3.8). встановлювали на полі в день збирання дослідних ділянок в чотирьохкратній повторювальності (обмолочували 10 кошиків, ретельно перемішували насіння та формували рівномірну пробу для кожного повторення).

Таблиця 3.8

Передзбиральна вологість насіння соняшнику залежно від способу

десикації

Гібрид	Спосіб внесення ЗЗР	Вологість насіння, %
2020 рік		
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	12,2
	БПЛА	12,3
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	13,6
	БПЛА	13,5
2021 рік		
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	13,6
	БПЛА	13,9
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	14,3
	БПЛА	14,2
НІР ₀₅		0,5

Передзбиральна вологість дозволяє оцінити стратегію по післязбиральній доробці насіння – яку партію насіння слід сушити першою, а яка може зберігатися при активному вентиляванні.

В ході визначення вологості насіння соняшнику встановлено, що суттєвої різниці між способом внесення десиканту на цей параметр не було. В 2020 передзбиральна вологість насіння була дещо нижча ніж в 2021 році, оскільки температура повітря перед збиранням була вищою. Гібрид ЛГ 505Т0, у якого повна стиглість насіння наступала раніше також після десикації мав нижчий вміст води, ніж ЛГ 5662 – в середньому на 1,3 % в 2020 році та 0,5 % у 2021.

3.6. Урожайність соняшнику та оцінка способу обробки посівів на втрати соняшнику в збиральний та передзбиральний період.

Для визначення ефективності різних способів внесення засобів захисту рослин, як інтегральний показник використовували біологічну та господарську врожайність. Біологічну врожайність соняшнику визначали в захисних смугах дослідних ділянок по кожному варіанту та повторенню досліду на сьомий-восьмий день після внесення десиканту до початку збирання облікових ділянок.

При обрахунку біологічної врожайності враховували також ті рослини, що вилягли внаслідок руху оприскувача при десикації та рослини з обломаними кошиками, які можливо зважити та ідентифікувати як складову урожайності.

Господарську врожайність встановлювали шляхом обмолоту облікових ділянок з перерахунком на зібрану площу. Втрати при збиранні – це різниця між біологічною та господарською урожайністю. Загалом ідея використання БПЛА для десикації пов'язана з тим, що внесення ЗЗР таким чином не впливає на фізичний стан рослин, тоді як рух габаритної техніки по полю, навіть з великим кліренсом, може призвести до обламування кошиків, або вилягання окремих рослин, що призведе до передзбиральних втрат врожаю.

В ході проведених досліджень встановлено, що спосіб внесення засобів захисту рослин (включно з десикацією) підвищував біологічну урожайність посівів соняшнику (табл. 3.9).

НУБІП України

Таблиця 3.9

Біологічна і господарська урожайність, втрати при збиранні врожаю соняшника залежно від способу десикації

Гібрид	Спосіб внесення ЗЗР	Врожайність, т/га		Втрати при збиранні		Збереження врожаю порівняно з оприскувачем, %
		Біологічна	Господарська	т/га	%	
2020 рік						
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	3,42	3,21	0,21	6,1	2,6
	БПЛА	3,71	3,58	0,13	3,5	
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	3,88	3,65	0,23	5,9	3,3
	БПЛА	3,95	3,84	0,11	2,8	
Середнє		3,74	3,57	0,17	4,5	
НІР ₀₅		0,07	0,10	0,03	—	
2021 рік						
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	3,88	3,61	0,27	7,0	4,2
	БПЛА	3,92	3,81	0,11	2,8	
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	3,69	3,44	0,25	6,8	4,7
	БПЛА	3,82	3,74	0,08	2,1	
Середнє		3,83	3,65	0,18	4,7	
НІР ₀₅		0,12	0,13	0,03	—	
Середнє за 2 роки						
ЛГ 50510	ОприскувачМ4040 (к)	3,65	3,41	0,24	6,6	3,7
	БПЛА	3,81	3,70	0,11	2,9	
ЛГ 5662	ОприскувачМ4040 (к)	3,79	3,55	0,24	6,3	4,0
	БПЛА	3,88	3,79	0,09	2,3	
Середнє		3,78	3,61	0,17	4,5	
НІР ₀₅		0,07	0,08	0,03	—	

Загалом в 2020 році біологічна врожайність гібриду ЛГ 50510 становила 3,42 т/га у варіанті з використанням самохідного оприскувача та 3,71 т/га при використанні БПЛА. У гібриду ЛГ 5662 різниця між способами внесення була на межі з НР₀₅ (0,07 т/га), проте на ділянках з використанням БПЛА вона була вища і становила 3,95 т/га.

В 2021 році біологічна врожайність гібриду ЛГ 50510 була суттєво вищою та становила 3,88 т/га за використання самохідного оприскувача, але була несуттєво вищою при використанні БПЛА (3,92 т/га). У гібриду ЛГ 5662 різниця між способами внесення зр по впливу на урожайність була подібною

до попереднього року, але у варіанті з використанням БПЛА урожайність була суттєво вищою (3,82 т/га проти 3,69 т/га) з невисоким перевищенням НР₀₅.

Господарська урожайність соняшнику була нижчою, ніж біологічна, а ця різниця зростала залежно від способу внесення засобів захисту.

В 2020 році у гібриду ЛГ 50510 господарська урожайність у контрольного варіанту становила 3,21 т/га, а втрати при збиранні 0,21 т/га, що відповідає 6,1 % від біологічної урожайності. На ділянці з застосуванням БПЛА господарська урожайність становила 3,58 т/га, тоді як втрати 0,13 т/га, що становить 3,5 %.

До складу втрат у варіанті з використанням БПЛА входять власне втрати під час обмолоту з невеликою часткою впливу інших чинників (дрібне та біте зерно, тощо), тобто цей показник можна використовувати, як базовий для порівняння способів внесення ЗЗР та їх впливу на господарську урожайність.

Відповідно, заміна самохідних оприскувачів на БПЛА для внесення засобів захисту та проведення десикації посівів соняшнику скорочує втрати врожаю на 2,6% у гібриду ЛГ 50510.

Господарська урожайність гібриду ЛГ 5662 у 2020 році у контрольного варіанту становила 3,65 т/га, втрати при збиранні 0,23 т/га, що відповідає 5,9 % від біологічної врожайності. У варіанті з використанням БПЛА господарська урожайність становила 3,84 т/га, втрати при збиранні зменшувалися до 0,11 т/га (2,8 %), тобто ефективність десикації дронами призвела до збереження 3,3% врожаю гібриду ЛГ 5662 у 2020 році.

В 2021 році господарська врожайність гібриду ЛГ 50510 становила 3,61 і 3,81 т/га насіння у варіантів з використанням відповідно самохідного оприскувача та БПЛА. Показник втрат на контрольному варіанті суттєво зростає, що становило 0,27 т/га, або 7,0 % від біологічної врожайності. При використанні БПЛА втрати були суттєво меншими – 0,11 т/га, або 2,8 % від біологічної врожайності.

Господарська урожайність гібриду ЛГ 5662 в 2021 році становила 3,44 т/га при використанні самохідно оприскувача для внесення ЗЗР та 3,74 т/га при використанні БПЛА, тобто втрати при збиранні становили відповідно 0,25 т/га (6,8 %) і 0,08 т/га (2,1 %) насіння від біологічної врожайності. Впровадження БПЛА для обробки посівів потенційно може зберегти 4,7 % насіння.

Для оцінки впливу факторів та їх взаємодії на втрати при збиранні, біологічну і господарську урожайність проводився дисперсійний аналіз та визначалася частка участі окремих компонентів (табл. 3.10–3.12).

Таблиця 3.10

Результати дисперсійного аналізу та частка впливу окремих чинників і їх взаємодії на біологічну врожайність соняшнику

Фактор/ взаємодія	Дисперсія S^2	MS	p	Частка участі фактора
Рік (Р)	0,0578	0,0578	0,001611	6,7
Гібрид (Г)	0,0903	0,0903	0,000171	10,4
Спосіб внесення (СВ)	0,1389	0,1389	0,000012	16,0
Р*Г	0,5030	0,5030	0,000000	57,9
Р*СВ	0,0175	0,0175	0,062357	2,0
Г*СВ	0,0092	0,0092	0,167997	1,1
Р*Г*СВ	0,0468	0,0468	0,003853	5,4
MS Error	0,1098	0,0046	0,001611	0,5

$p < 0.05$ вказує на суттєвий вплив фактора на ознаку

Серед основних чинників найбільший вплив на біологічну врожайність був у фактору «спосіб внесення засобів захисту» – 16 % від загальної варіації

показника до досліджуваними факторами. Урожайність на 10,4 % залежала від

гібриду і на 6,7 % від погодних умов. Слід відмітити, що взаємодія факторів

мала вищий вплив, ніж кожен з чинників окремо. Загалом 57,9 % всієї варіації

біологічної урожайності залежало від взаємодії погодних умов і гібриду (P*Г),

5,4 % від взаємодії чинників погодних умов, гібриду та способу внесення і 2,0

% від взаємодії погодних умов і способу внесення. Всі інші взаємодії

недостовірно впливали на показник «біологічна врожайність».

Частка впливу факторів на господарську урожайність (табл. 3.11) суттєво відрізнялася від біологічної, бо первинні фактори сумарно обумовлювали 59,4

% всієї варіації цього показника.

Таблиця 3.11

Результати дисперсійного аналізу та частка впливу окремих чинників і їх взаємодії на господарську врожайність соняшнику

Фактор/ взаємодія	Дисперсія S^2	MS	p	Частка участі фактора
Рік (Р)	0,0523	0,0523	0,007922	4,3
Гібрид (Г)	0,1037	0,1037	0,000433	8,6
Спосіб внесення (СВ)	0,5633	0,5633	0,000000	46,5
Р*Г	0,4419	0,4419	0,000000	36,5
Р*СВ	0,0028	0,0028	0,512469	0,2
Г*СВ	0,0041	0,0041	0,424920	0,3
Р*Г*СВ	0,0378	0,0378	0,021357	3,1
MS Error	0,1497	0,0062		0,5

$p < 0.05$ вказує на суттєвий вплив фактора на ознаку

Серед первинних чинників найбільший вплив на зміну господарської урожайності був у спосіб внесення засобів захисту – 46,5 %, а в погодних умовах і гібриду частка участі відповідно становила 4,3 і 8,6 %. Серед взаємодій факторів істотний вплив був у «погодних умов + гібриду» (P*Г) – 36,5 %, а у взаємодії погодних умов, гібриду і способу внесення 3,1 %. Всі інші взаємодії статистично недостовірно впливали на урожайність.

Окремо проводився дисперсійний аналіз, що показував вплив факторів на обсяг втрат (табл. 3.12). Було встановлено, що 92,7 % варіації цього показника обумовлено саме способом внесення засобів захисту, тоді як взаємодія погодних умов зі способом внесення становить 4,1 %, а всі інші фактори та взаємодії є статистично недостовірними.

Таблиця 3.12

Результати дисперсійного аналізу та частка впливу окремих

чинників і їх взаємодії на втрати урожаю соняшнику при збиранні

Фактор/ взаємодія	Дисперсія S^2	MS	p	Частка участі фактора
Рік (P)	0,000136	0,000136	0,685171	0,1
Гібрид (Г)	0,000461	0,000461	0,457310	0,3
Спосіб внесення (CB)	0,142784	0,142784	0,000000	92,7
P*Г	0,001980	0,001980	0,130534	1,3
P*CB	0,006356	0,006356	0,009820	4,1
Г*CB	0,001028	0,001028	0,270465	0,7
P*Г*CB	0,000480	0,000480	0,448436	0,3
MS Error	0,019391	0,000808		0,5

$p < 0.05$ вказує на суттєвий вплив фактора на ознаку

Впровадження безпілотних літальних апаратів дозволяє зменшити передзбиральні та збиральні втрати врожаю, тобто підвищити господарську

урожайність та вартість отриманої валової продукції. Частка господарської урожайності становить 93–94 % (рис. 3.1) від біологічної за системи внесення засобів захисту самохідними оприскувачам, а в середньому при використанні

БПЛА цей показник можна підвищити до 3,7 % у гібриду ЛГ 50510 та до 4 % у

ЛГ 5662

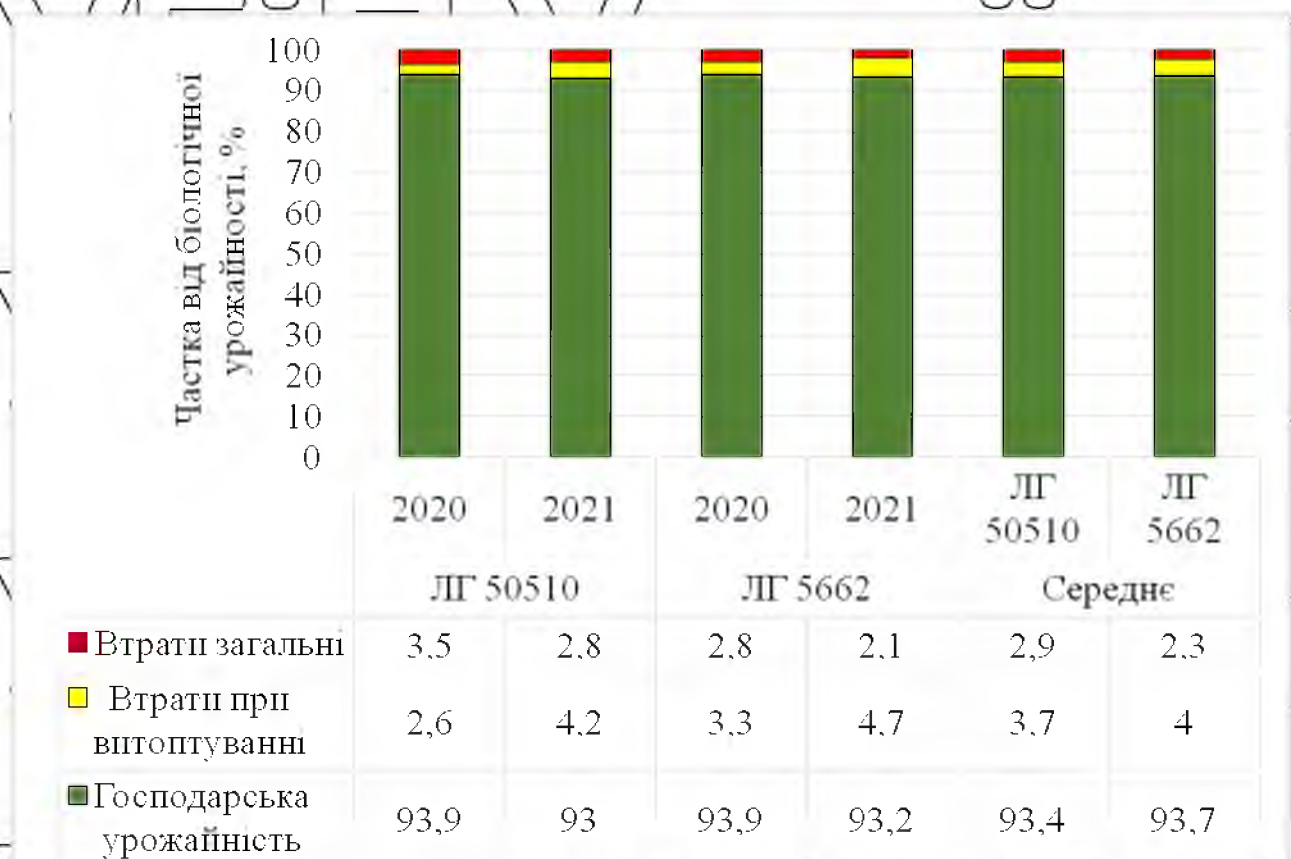


Рис. 3.1. Структура втрат залежно від способу обробки

В підсумку спосіб внесення засобів захисту суттєво впливає на господарську урожайність через механізм збереження цілісності рослин під час проведення десикації, тоді як вплив на власне біологічну врожайність є набагато меншим.

НУВБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 4

ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ ТА ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ВИКОРИСТАННЯ БІЛА ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН

НУВБІП УКРАЇНИ

Заміна самохідних оприскувачів на літальні апарати вносить значні зміни в технологічні карти в частині підготовки технологічної операції. За використання самохідного оприскувача супутні операції для обробки посівів різними хімічними препаратами мають подібний вигляд (перша та друга операція можуть бути в різному порядку залежно від регламентів конкретного господарства):

1. Транспортування води, або робочого розчину до поля.

2. Приготування робочого розчину.

3. Заправлення (дозаправка) оприскувача.

4. Обприскування посівів.

НУВБІП УКРАЇНИ

Процес приготування робочого розчину, підвоз води та транспортування води/розчину відсутнє, оскільки препарати вносять без розчинення в воді.

НУВБІП УКРАЇНИ

Такий підхід дозволяє зекономити у логістичних витратах, усуває необхідність у наявності придатної для препаратів води та економить час. Іншою перевагою використання дронів є повна відсутність витрати дизельного палива, висока продуктивність, відсутність тиску на поверхню ґрунту при обробці та

НУВБІП УКРАЇНИ

можливість зайти в поле в будь яку фазу росту та розвитку соняшника, незалежно від вологості ґрунту. Недоліком даного підходу є потреба в кваліфікованому персоналі та оренді дрона, оскільки вартість такого обладнання поки що залишається недоступною для малого товаровиробника.

НУВБІП УКРАЇНИ

На даний час (за цінами 2021 року) обробка 1 га поля орендованим оприскувачем коштує 500 грн, тоді як ціна обробки дроном вже знизилася до 350 грн (табл. 4.1). Окрім того перевагою дрона є використання меншої кількості води. Зокрема для обприскування 100 га поля потрібно 30 м³ води для самохідного оприскувача (норма витрати робочого розчину 300 л/га) та до 0,5

м³ при використанні БПЛА (норма витрати робочого розчину) 6 л/га, з них 1–3 л/га – пренарати).
Таблиця 4.4

**Затрати оборотних засобів виробництва для проведення
обприскування посівів (з розрахунку на 100 га посіву)**

Спосіб внесення ЗЗР	Вартість обробки, тис. грн		Потреба у воді для робочого розчину, м ³	
	1 га	100 га	1 га	100 га
Оприскувач М4040 (к)	0,50	50,0	0,3	30
БПЛА	0,35	35,0	0,005	0,5

Загалом економічна ефективність технології вирощуванні гібридів ЛГ 50510 і ЛГ 5662 за різних способів внесення засобів захисту представлена в таблиці 4.2.

Економічна ефективність технології вирощування соняшника

Гібрид	Спосіб внесення ЗЗР	Урожайність, т/га	Загальні витрати, тис. грн/га	Вартість продукції, тис. грн/га	Собівартість, тис. грн/т	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
ЛГ 50510	Оприскувач	3,41	20,5	34,8	6,0	14,3	70
	БПЛА	3,70	20,1	37,7	5,4	17,6	88
ЛГ 5662	Оприскувач	3,55	20,8	36,2	5,9	15,4	74
	БПЛА	3,79	20,6	38,7	5,4	18,1	88

Примітка. Закупівельна ціна 10200 грн/т

Загальні виробничі витрати при вирощуванні соняшнику становили 20,1–20,5 тис. грн/га у гібриду ЛГ 50510 та 20,6–20,8 тис. грн/га у гібриду ЛГ 5662.

Використання БПЛА знижувало витрати на проведення обприскувань (економія 150 грн/га за 1 обприскування), але за рахунок збільшення урожайності зростали витрати на збирання та післязбиральну доробку.

Збільшення урожайності суттєво підвищувало вартість валової продукції у гібриду ЛГ 50510 з 34,8 тис. грн/га (контроль) до 37,7 тис. грн/га (БПЛА), в у гібриду ЛГ 5662 відповідно цей показник зростав з 36,2 до 38,7 тис. грн/га.

Застосування БПЛА замість самохідного обприскувача за рахунок підвищення урожайності дозволило збільшити умовночистий прибуток на 3,0 тис. грн/га у гібриду ЛГ 50510 та на 2,7 тис. грн/га у ЛГ 5662. Рівень рентабельності зростав до 88 %, тоді як на контрольному варіанті становив 70 % у ЛГ 50510 та 74 % у ЛГ 5662.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Грунтово-погодні умови проведення досліджень були сприятливими для росту та розвитку соняшнику. Погодні умови 2020 та 2021 року в окремі періоди характеризувалися надмірною кількістю опадів, що не дозволяло проводити обприскування посівів вчасно з використанням самохідного оприскувача, але БПЛА не мав таких обмежень.
2. Польова схожість насіння соняшнику залежала суттєво різнилася від погодних умов – 88,7–90,8 % у 2020 році та 92,2–92,8 % у 2021 році, тоді як між гібридами різниця була не така суттєва.
3. Погодні умови також істотно впливали на вегетацію соняшнику. Тривалість вегетації в 2020 році становила 120 днів у обох гібридів, тоді як в 2021 році вона скорочувалася до 113 діб у ЛГ 50510 та до 115 діб у ЛГ 5662. Скорочення тривалості вегетації відбувалося за рахунок прискорення розвитку на початку вегетації і зменшення тривалості міжфазних періодів «сходи—2-3 пара справжніх листків», «2-3 пара справжніх листків – зірочка». Поява сходів в 2021 році також була швидше, хоча дата сівби була на декілька днів пізніше.
4. Гібрид ЛГ 5662 формував вищу площу листкової поверхні ніж ЛГ 50510 у всі фенологічні фази та роки досліджень. Максимальне значення листкової поверхні – 49,4 тис. м²/га було у гібриду ЛГ 5662 у фазу «кінець цвітіння» в 2021 році, а в гібриду ЛГ 50510 – 44,5 тис. м²/га в той же період.
5. Вплив способу внесення засобів захисту та регуляторів росту на висоту рослин проявлявся лише в 2020 році, коли був суттєвий розрив в часі обробки БПЛА і самохідним оприскувачем. Занізнення з внесенням морфорегулятору призвело до суттєвого збільшення висоти рослин на варіантах обробки самохідним оприскувачем. Висота гібриду ЛГ 50510 була на 11 см вищою ніж на ділянці з внесенням ЗЗР з використанням БПЛА, а в гібриду ЛГ 5662 лише на 7 см. Різниця між способами внесення є несуттєвою, якщо обробка проводиться в один час (2021 рік).

6. Передзбиральна густина стояння соняшнику становила 52-54 тис. рослин/га в 2020 році та 55,0-55,4 тис. рослин/га в 2021 році. Маса насіння з кошика становила в межах 65,6-73,4 г, а варіація цього показника різнилася по рокам, гібридам та способам внесення ЗЗР. Передзбиральна вологість насіння соняшнику майже не залежала від способу внесення десиканту.

7. Біологічна та господарська урожайність соняшнику на ділянках, де проводилася обробка посівів з використанням БПЛА суттєво вища, ніж при використанні самохідних оприскувачів. В середньому за роки досліджень господарська урожайність у гібриду ЛГ 50510 становила 3,41 т/га при обробці самохідним оприскувачем та 3,70 т/га на варіантах з використанням БПЛА. У гібриду ЛГ 5662 господарська урожайність становила відповідно 3,55 і 3,79 т/га.

8. Використання БПЛА дозволяє зменшити втрати врожаю на 3,7-4,0% при вирощуванні гібридів ЛГ 50510 і ЛГ 5662 порівняно з використанням самохідних оприскувачів.

9. Економічна ефективність від заміни самохідних оприскувачів на БПЛА для внесення засобів захисту протягом вегетації дозволяє підвищити рентабельність технології вирощування до 88 %, а умовно чистий прибуток до 17,6 тис. грн/га при вирощуванні гібриду ЛГ 50510 та 18,1 тис. грн/га у ЛГ 5662. Збільшення прибутку становить 3,3 тис. грн/га при вирощуванні гібриду ЛГ 50510 та 2,7 тис. грн/га у ЛГ 5662 при застосуванні БПЛА порівняно з контролем (самохідний оприскувач).

10. При використанні БПЛА слід надавати перевагу добре водорозчинним препаратам, оскільки не всі фунгіциди можуть бути ефективними при їх внесенні БПЛА з атомайзерами. Препарат Ганос 50 ВГ суттєво знижує свою ефективність через нерівномірність внесення на соняшнику, оскільки зростає ураження фомозом, альтернаріозом та білою гниллю порівняно з іншими препаратами.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

НУБІП України

Для отримання високого врожаю соняшнику та мінімізації

передзбиральних втрат рекомендується проводити обприскування посівів протягом вегетації та десикацію за допомогою БПЛА, що дозводить підвищити

НУБІП України

біологічну урожайність за рахунок рівномірного внесення засобів захисту, та

вчасного проведення операцій. Використання БПЛА для десикації посівів дозволяє зменшити втрати врожаю в передзбиральний період та при збиранні в

середньому на 3,7–4,0 %, що дозволить підвищити рентабельність вирощування

НУБІП України

соняшнику гібриду ЛГ 50510 і ЛГ 5662 до 88 %, а умовно чистий прибуток відповідно на 3,0 і 2,7 тис. грн/га порівняно з використанням самосідних обприскувачів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Briscoe B., Brown R.J., Hirose T., McNairn H., Staenz K. (1998). Precision agriculture and the role of remote sensing: a review. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 24, 315-327.
2. Peña-Barragán J.M., Lopez-Granados F., Jurado-Exposito M., García-Tomás L. (2010). Sunflower yield related to multitemporal aerial photography, land elevation and weed infestation. *Precision Agriculture*, 11, pp. 568-585.
3. Han S., Hedrickson L., Ni B. (2001). Comparison of satellite remote sensing and aerial photography for ability to detect in-season nitrogen stress in corn. An ASAE meeting presentation. Paper No. 01-1142, ASAE, St. Joseph, MI, USA
4. Доля М.М., Мамчур Р.М., Мороз С.Ю. Особливості дистанційного моніторингу шкідників соняшнику. Науковий журнал «Біологічні системи: теорія та інновації», 2019. № 10(3). С. 102–112.
5. Ачасов А. Б., Ачасова А. О., Тітенко Г. В., Селіверстов О. Ю., Седов А. О. Щодо використання БПЛА для оцінки стану посівів // Вісник ХНУ імені В.Н. Каразіна. сер. Екологія. 2015. вип. 13. С. 13 – 18.
6. Савин И.Ю., Вернюк Ю.И., Фараслис И. Возможности использования беспилотных летательных аппаратов для мониторинга продуктивности почв // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2015. № 80. С. 95-106.
7. Pfeifer J., Khanna R., Drages C., Popovic M., Galceran E., Kirchgessner N., Walter A., Siegwart R., Liebisch F. Towards automatic UAV data interpretation for precision farming. Proc. of the International Conf. of Agricultural Engineering (CIGR), 2016
8. Guerrero J. M., Pajares G., Montalvo M., Romeo J., Guijarro M. Support vector machines for crop/weeds identification in maize fields. *Expert Systems with Applications*, 39(12):11149 – 11155, 2012;

9. Guo W., Rage U. K., Niomiya S. Illumination invariant segmentation of vegetation for timeseries wheat images based on decision tree model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 96:58–66, 2013,

10. Ачасов, А. Б., А. О. Седов, and А. О. Ачасова. "Методичні основи використання БПЛА для контролю забур'яненості посівів." *Людина та довкілля. Проблеми неоекології* 1-2 (29) (2018): 21-28.

11. Yamaha представила сeльськохoзяйственный дрон 2015. URL: <https://robo-hunter.com/news/yamaha-predstavila-selskohozyaistvennii-dron> (дата звернення 2021 рік)

12. Инновационные перспективы внесения СЗР. 2019. URL: <https://smarffarming.ua/ru-blog/innovatsijni-perspektivi-vnesennya-zzr> (дата звернення 2021 рік)

13. Діордієв, В. Т., Кашкар'єв, А. О., & Семендяєв, О. Є. (2019). Проблемы использования дронов в задачах опрыскивания сельскохозяйственных культур и пути их решения. *Научный вестник Таврийского государственного агротехнологического университета*, 1(9), 45-45.

14. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. К.: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.

15. Вигера С. Интегрированный захист посівів соняшнику. Пропозиція. — 2009. — № 6. — С. 76–84.

16. Лукомец В. М. Защита подсолнечника от вредителей и болезней / В. М. Лукомец, В. Т. Пивень, Н. М. Тишков // *Агроном*. — 2008. — № 1. — С. 109–111.

17. Фокін А. Система захисту соняшнику від шкідників / А. Фокін // Пропозиція. — 2010. — № 3. — С. 82–88

18. Васильев В. П. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. В 3 т., Т. 3. Методы и средства борьбы с вредителями,

система агроприйнят по захитерастений / под ред. В. П. Васильева. — 2-е изд., испр. и доп. — К.: Урожай, 1989. — 407 с.

19. Лящук Н. І. Шкідники соняшнику. Обґрунтування захисту посівів культури від основних фітофагів у Лісостепу / Н. І. Лящук // Карантин і захист рослин. — 2006. — № 8. — С. 23–24

20. Петренко В. П. Хвороби та шкідники соняшнику / Петренко В. П., Кривошеєва О. В., Маркова Т. Ю, Боровська І. Ю. — Харків, ТР ім. В. Я. Юр'єва УААН, 2005. — С. 33–37. 7

21. Федоренко В. Соняшник: шкідники й хвороби / Федоренко В., Ретьман С., Шевчук О. та ін. // Пропозиція. — 2006. — № 6. — С. 96–97.

22. Рожкован В. Найпоширеніші шкідники соняшнику / В. Рожкован // Пропозиція — 2012 — № 6 — С. 70–76.

23. Сіроус, Л. Я. Шкідники посівів соняшнику в Харківській області. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. ВВ Докучаєва. Сер.: Фітопатологія та ентомологія*, 2013. №10, С. 146–150.

24. Єременко, О. А. (2017). Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) (F₁) залежно від дії регулятора росту рослин в умовах південного Степу України. *Таврійський науковий вісник* (98), 57–63.

25. Єременко, О. А. (2017). Продуктивність гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) у південному Степу України. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»* (1), 127–139.

26. Єременко, О. А. (2017). Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії* (3), 25–30.

27. Каленська, С. М. (2008). Світові тенденції в розвитку насінництва. *Наукові праці ПФ НУБіП України «КАТУ»* (107), 26–32.

28. Каленська С. М., Горбатюк Е. М., Гарбар Л. А. Вплив репелентів сівки на продуктивність соняшнику (2017). *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія Агрономія*. 2017. Вип. 269. 23–30.

Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnpau_agr_2017_269_5.

29. Каленська С. М., Єременко О. А., Новицька Н. В., Степаненко Ю., Столярчук Т., Таран В. Г., Риженко А. (2017). Довговічність насіння олійних культур. *Вісник аграрної науки* (12), 63–70.

30. Мельник, А. В., Романько, Ю. О., Жердецька, С. В. (2015). Стан та перспективи вирощування олійних культур в Лівобережному Лісостепу України за умов зміни клімату : зб. тез міжнар. наук. інтернет-конф., Запоріжжя, 30 жовт., 2015 р. (С. 107–108). Запоріжжя : Інститут олійних культур.

31. Мельник, А. В., Говорун, С. О. (2014). [Водоспоживання та врожайність соняшнику залежно від сортових особливостей та попередників в умовах північно-східного Лівобережного Лісостепу України](#). *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія*, 3 (27), 173–175.

32. Каленська С. М., Риженко А. С. Оцінювання впливу погодних умов за вирощування гібридів соняшнику (*Helianthus annuus*) в північній частині Лівобережного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2020, Vol. 16. №2. 162–172. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.2.2020.209229> <http://journal.sops.gov.ua/article/view/209229>

33. Каленська С. М., Єременко О. А., Новицька Н. В., Степаненко Ю., Столярчук Т. А., Таран В. Г., Риженко А. С. Довговічність насіння олійних культур. *Вісник аграрної науки*. №12. 2017. 63–70.

34. Риженко А. С. Формування урожайності соняшнику в північній частині Лісостепу України залежно від густоти стояння рослин. *Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2020. Вип. 28. 112–121. <http://bioenergy.gov.ua/uk/content/vypusk-28-2020>

35. Рижченко А. О., Каленська С. М., Присяжнюк О. І., Мокрієнко В. А. Пластичність урожайності гібридів соняшнику в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2020, Vol. 16, № 4, 402–406. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.4.2020.224058>

36. Рожков, А. О., Пузік, В. К., Каленська, С. М., Пузік, Л. М. та ін. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга перша : Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан, 300 с.

37. Рожков, А. О., Каленська, С. М., Пузік, Л. М., Музафаров, Н. М. (2016). Дослідна справа в агрономії. Книга друга : Статистична обробка результатів агрономічних досліджень. Харків, 298 с.

38. Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N., Garbat, L., Stolayrchuk, T., Kalenskyi, V. & Shtyiy, O. (2020). Morphological Features of Plants and Yield of Sunflower Hybrids Cultivated in the Northern Part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American Journal of Plant Sciences*, 1331–1344. doi:10.4236/ajps.2020.118095

<https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=1024160>

39. Kalenska S., Yeremenko O., Novytska N., Kalenskiy V. & Rigenko A. Adaptation field crops in different zone of Ukraine. 21st Plant science challenges and innovations, to the 120 th anniversary of plant science department NULES of Ukraine, Kyiv, Ukraine, 25 – 26 September 2019. 81–82.

40. Kalenska S., Rahmetov D., Yeremenko O.; Novytska N., Yunyk A.; Honchar L., Stolayrchuk T., Taran V., **Rigenko A.** & Goenko V. Biodiversity of field crops in conditions of climate changing. *SEAB*. Kiev. 06. 2018. 242.

41. Kalenska S., Yeremenko O., Novytska N., Yunyk A., Honchar L., Chemiy V., Stolayrchuk T., Kalenskyi V., Scherbakova O., & **Rigenko A.** Enrichment of field crops biodiversity in conditions of climate changing. *9th International Conference on Biosystems Engineering, May 9–11, 2018, Tartu, Estonia. Estonian University of Life Sciences.*

42. Canavar, Ö., Ellmer, F., Chmielewski, F. M. (2010). Investigation of yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) cultivars in the ecological conditions of Berlin (Germany). *Helia*, 33 (53), 117–130. DOI: 10.1556AAgr.60.2012.4.10

43. Casadebaig, P., Mestries, E., Debaeke, P. (2016). A model-based approach to assist variety evaluation in sunflower crop. *Europ Agron*, 81, 92–105.

44. Chamer, A. M., Medan, D., Mantese, A. I., Bartoloni, N. J. (2015). Impact of pollination on sunflower yield: is pollen amount or pollen quality what matters? *Field Crops Res.* 176, 61–70.

45. Davies, R. M., Newton, R. J., Hay, F. R., Probert, R. J. (2016). 150-seed comparative longevity protocol – a reduced seed number screening method for identifying short-lived seed conservation collections. *Seed Science and Technology*, 44 (3), 1–16. DOI: 10.15258/sst.2016.44.3.13

46. Debaeke P., Aboudrare, A. (2004). Adaptation of crop management to water – limited environments. *European Journal of Agronomy*, 21 (4) 433–446. DOI: [10.1016/j.eja.2004.07.006](https://doi.org/10.1016/j.eja.2004.07.006). <http://www.warwick.ac.uk/go/climatechange/innovation-network>.

47. Debaeke, P., Casadebaig, P., Flenet, F., Langlade, N. (2017). Sunflower crop and climate change: vulnerability, adaptation, and mitigation potential from case-studies in Europe. *OCL*, 24 (1) D102.

48. Desheva, G., Petrova, S., Deshev, M. (2017). Germinability of soybean seeds stored more than 30 years in the Bulgarian national seed genebank. *World Scientific News*, 69, 29–46.

49. Yeremenko, O., Kalenska, S., Kalytka, V. (2018). Safflower productivity depending on seed treatment by akm plant growth regulator and level of mineral nutrition. *Agriculture & Forestry*, 64 (1), 65–72. DOI: [10.17707/AgricultForest.64.1.08](https://doi.org/10.17707/AgricultForest.64.1.08)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП **ДОДАТКИ** України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Характеристика дрона XAG 2020 XR

Продуктивність при обприскуванні	12–15 га/год
Кількість форсунок	4
Ширина обробітку при обприскуванні	4–7 м
Ефективна висота обробітку	1,5–5 м
Швидкість польоту	До 10 м/с
Тривалість польоту з навантаженням	10–15 хвилин
Дальність керування польотом	До 1500 м
Час зарядку батареї до 100 %	15 хвилин
Додаткові характеристики	
Вантажопід'ємність до 20 кг, наявний бак на 20 л/16 кг гранул	
Роторне розпилення робочого розчину (використовуються атомайзери замість форсунок)	
Автоматичне виявлення перешкод	
Підтримка перепадів рельєфу більших ніж 30 м	

НУБІП України

Додаток Б

Дисперсійний аналіз показника «маса насіння з коника»

Фактор/ взаємодія	Дисперсія S^2	MS	p	Частка участі фактора, %
Рік (Р)	6,8	6,8	0,047188	4
Гібрид (Г)	17,0	17,0	0,002883	9
Спосіб внесення (СВ)	29,2	29,2	0,000219	16
Р*Г	109,2	109,2	0,000000	59
Р*СВ	4,5	4,5	0,100157	2
Г*СВ	3,7	3,7	0,132438	2
Р*Г*СВ	14,1	14,1	0,005959	8
MS Error	37,0	1,5		1

Фактор має істотний вплив на показник, якщо $p < 0,05$

Додаток В

Дисперсійний аналіз показника «передзбиральна густина стояння»

Фактор/ взаємодія	Дисперсія S^2	MS	p	Частка участі фактора, %
Рік (Р)	30,23	30,23	0,000000	79,3
Гібрид (Г)	1,58	1,58	0,000050	4,1
Спосіб внесення (СВ)	1,49	1,49	0,000071	3,9
Р*Г	4,58	4,58	0,000000	12,0
Р*СВ	0,11	0,11	0,199791	0,3
Г*СВ	0,00	0,00	0,945252	0
Р*Г*СВ	0,09	0,09	0,249688	0,2
MS Error	1,56	0,06		0,2

Фактор має істотний вплив на показник, якщо $p < 0,05$ ○○
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України