

УДК 631.811.9:678.048  
№ держреєстрації  
0121U109975  
Інв.№

Міністерство освіти і науки України  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного  
(ТДАТУ)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Проректор з наукової роботи  
д.т.н., професор  
\_\_\_\_\_ Анатолій ПАНЧЕНКО

**ЗВІТ**  
**ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ**

**Програма 1**

**ОБГРУНТУВАННЯ АНТИСТРЕСОВИХ ПРИЙОМІВ У**  
**РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЯХ**  
**ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ І ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР**  
**У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ**

(заключний)

Директор НДІ АТЕ  
д. т. н., професор



Олеся ПРИСС

Керівник НДР  
к. с.-г. н., доцент



Максим КОЛЕСНИКОВ

2025

Рукопис закінчено 7 грудня 2025 р.  
Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою  
Науково-дослідного інституту «Агротехнологій та екології»  
протокол №2 від 15 грудня 2025 р.

## РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 160 с., 25 рис., 57 табл., 97 джерел.

**Об'єкт досліджень** - процеси росту та розвитку, формування врожайності та якості насіння сільськогосподарських культур.

**Мета роботи:** оптимізувати продукційний процес посівів пшениці озимої, ячменю ярого, гороху посівного, сої, соняшнику щодо реалізації біологічного потенціалу врожайності та якості насіннєвого матеріалу через використання антистресових та адаптогенних технологій вирощування, оцінка селекційно-генетичних якостей сортів і гібридів культур.

**Методи досліджень:** У процесі виконання роботи застосовували спеціальні та загальнонаукові методи досліджень.

Серед спеціальних методів використовували: 1) польовий метод – встановлення взаємодії об'єкта дослідження з біотичними і абіотичними факторами в умовах досліджуваної зони; 2) лабораторні методи: а) хімічні – визначення хімічного складу вегетативної маси рослин і насіння; б) морфофізіологічні – визначення біометричних параметрів рослини; в) фізичні – визначення показників фізичної якості насіння; г) біохімічні методи – визначення вмісту хлорофілу, каротиноїдів, МДА, жирів, жирних кислот, амінокислот, активність ферментів та ін.; 3) статистичні методи: дисперсійний, регресійний, кластерний аналізи – підготовка експериментальних даних до аналізу, визначення вірогідності даних, виявлення залежностей між досліджуваними показниками, математичне обґрунтування моделей агрофітоценозів; 4) порівняльно-розрахунковий – визначення економічної та енергетичної ефективності технологій вирощування.

### **В результаті проведених досліджень:**

В розділі 3.1.1 встановлено, що поєднання припосівного внесення калійних добрив із фоновим  $N_{16}P_{20}$  та позакореневим підживленням у фазі ВВСН 31 комплексом азотно-фосфорно-калійних добрив із Mg забезпечило найбільший ефект щодо зростання площі листової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу. Висновки показують, що застосування низьких доз макроелементів у поєднанні має синергічний вплив і сприяє підвищенню урожайності до 8,6 т/га зерна 2 класу якості за рахунок збільшення елементів структури врожаю, особливо при внесенні  $N_{40}$  у I декаді лютого + монофосфат калію 1 л/га у ВВСН 31. Отримані результати підтверджують актуальність коригування живлення в умовах нестабільного клімату та генотипові відмінності у поглинанні елементів живлення.

В розділі 3.1.2 з'ясовано, що позакореневе підживлення карбамідом, сульфатом магнію та монофосфатом калію значно активізує пігментну систему пшениці озимої сортів Шестопалівка та Мейсон. Для сорту Шестопалівка вміст хлорофілу а зріс на 10–17 %, а хлорофілу b — на 3–10 % порівняно з контролем; для сорту Мейсон приріст становив відповідно 14–23 % та 6–37 %, що вказує на вищу чутливість цього сорту до удобрення. Також відмічено зростання співвідношення хлорофіли/каротиноїди (з 2,88–4,24 до 3,47–4,81 через 10 днів), що підтверджує активне функціонування фотосинтетичного апарату. Найвищу активність світлозбирального комплексу зафіксовано у сорту Мейсон, що

свідчить про його кращу адаптивність до змін умов освітлення.

В розділі 3.1.3 представлено, що між урожайністю пшениці озимої та метеорологічними показниками Південного Степу встановлено тісний зв'язок, а найбільш інформативними факторами є сума активних температур, опади, відносна вологість, ГТК та коефіцієнт зволоження. Побудована математична модель має дуже високу точність прогнозування —  $R^2 = 0,9748$ , що свідчить про її надійність для агровиробничих розрахунків. Показано, що відхилення погодних умов та стресові фактори можуть істотно змінювати рівень урожайності, однак модель дозволяє оцінити ризики та визначити прогнозні значення врожаю задовго до збирання.

В розділі 3.1.4 встановлено, що допосівна обробка препаратами Кантаріс, Раксіл Ультра, Ламардор та Ламардор+Гаучо по-різному впливає на розвиток проростків пшениці озимої, визначаючи силу росту та енергію проростання. Найвищі показники життєздатності та індексу енергії проростків (SVI та SVII) за обох стадій ВВСН 07 і ВВСН 10 отримано за обробки Ламардором, де довжина коренів перевищувала контроль на 7 % і 43 %, а довжина проростків — на 29 % і 28 % відповідно. Встановлено також, що хімічна стерилізація дозволила виявити наявність зовнішніх інфекцій *Aspergillus glaucus* та *Mucor mucedo*, а протруйники ефективно їх нейтралізували, хоча й проявляли різний рівень фітотоксичності.

В розділі 3.1.5 з'ясовано, що сортові особливості значно впливають на продуктивність пшениці озимої, зокрема на висоту рослин, будову колоса та формування врожаю. Встановлено варіабельність елементів структури продуктивності серед досліджених сортів (назви сортів у цьому розділі відсутні у видимих фрагментах документа), але показано, що сорти з кращою екологічною пластичністю формують стабільніший урожай навіть за коливань гідротермічних умов. Аналіз підтверджує важливість добору оптимальних сортів у зоні Південного Степу для забезпечення високої стабільної врожайності.

В розділі 3.1.6 встановлено, що сучасні сорти та гібриди жита озимого відрізняються високою адаптивністю та екологічною пластичністю, що робить їх придатними для інтенсивних і ресурсозберігаючих технологій вирощування. Дослідження підтверджує значні відмінності сортів за стійкістю до абіотичних стресів, продуктивністю та якістю зерна; сортовий потенціал України станом на 2025 рік включає 98 сортів і гібридів, придатних до вирощування в різних екологічних умовах. Підкреслено, що використання сортів із підвищеною стійкістю забезпечує стабільну врожайність та підтримує принципи сталого землеробства.

В розділі 3.2.1 встановлено, що різні способи основної обробки ґрунту по-різному впливають на гідротермічний режим, умови мінерального живлення та, відповідно, продуктивність соняшнику. Показано, що вологість ґрунту у шарі 0–20 см варіювала в межах 1,63–2,34 %, тоді як у 20–40 см її рівень змінювався менше (1,94–2,53 %) під впливом глибини обробки. Найвищий рівень забезпечення рухомими формами макроелементів (N, P, K) та оптимальні умови водоспоживання соняшнику були сформовані за оранки та полицевого розпушування, що забезпечило зростання урожайності порівняно з полицево-безполицевими системами. Встановлено також, що конвекційна міграція

елементів живлення більш інтенсивно відбувалася у верхньому та середньому шарах ґрунту, що сприяло кращому живленню рослин і формуванню вищої продуктивності посівів.

В розділі 3.2.2 з'ясовано, що оптимізація азотного живлення ріпаку озимого істотно покращує водоспоживання, азотне живлення та формування елементів структури врожаю. Встановлено, що коефіцієнт водоспоживання зменшувався до 835–956 м<sup>3</sup>/т залежно від дози азоту, що вказує на підвищення ефективності використання вологи рослинами. Вміст нітратного азоту у фазі стеблуння значно збільшувався зі зростанням доз добрив, досягаючи 27–31,6 мг/кг у варіантах з високим рівнем азотного забезпечення, що забезпечувало інтенсивне наростання біомаси та формування більшої площі листової поверхні. Урожайність ріпаку істотно залежала від рівня азотного живлення: найвищі показники отримано у варіанті високого азотного режиму, що забезпечив максимальне засвоєння N та формування найбільшої кількості стручків на рослині і маси 1000 насінин.

В розділі 3.2.3 представлено дослідження з визначення впливу модифікованого регулятора росту рослин АКМ на фотосинтетичну активність рослин соняшнику в умовах Південного Степу України. Показано, що для покращення фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику гібриду Colombi в посушливих умовах зони Південного Степу України доцільно проводити передпосівну інкрустацію насіння регулятором росту рослин АКМ+Ca, особливо у поєднанні з обприскуванням рослин у фазу бутонізації.

В ході досліджень представлених у розділі 3.2.4 показано вплив регулятора росту рослин АКМ разом із протруйником на формування продуктивності соняшнику гібриду Каменяр в умовах Південного Степу України. Встановлено, що використання для передпосівної обробки насіння регулятора росту рослин АКМ і протруйника Максим XL сприяє збільшенню загальної фітомаси, сприяє зростанню урожаю соняшнику гібриду Каменяр на 0,44 т/га та покращує якість отриманого врожаю за показником маси 1000 насінин.

В Розділі 3.2.5. показано вивчення впливу передпосівної обробки насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ і фунгіциду Дерозал на підвищення його продуктивності і якість урожаю в умовах Південного Степу України. Показано, що найбільший ефект дає варіант досліду з сумісним використанням для передпосівної обробки насіння соняшнику регулятора росту рослин АКМ і фунгіциду Дерозал. При цьому збільшується загальна фітомаса, покращуються урожайні і якісні властивості соняшнику сорту Чумак.

В Розділі 3.2.6. показано, що при встановленні рівня генетичної чистоти стерильних материнських ліній і гібридів соняшнику з використанням ґрунтового контролю та електрофорезу запасних білків у більшості випадків збігаються. Збіг результатів досліджень за визначенням типовості материнських ліній становив 84,6 %, за визначенням гібридності гібридів – 69,2 %. Відмінності між показниками генетичної чистоти ліній становили від 0,1 до 5,1 %, відмінності між показниками генетичної чистоти гібридів коливалися від 0,2 % до 5,5 %. Висока ефективність методу визначення генетичної чистоти ліній і гібридів соняшнику на основі аналізу алейних варіантів електрофоретичних спектрів запасних білків насіння дозволяє підвищити достовірність отриманих

даних, а в окремих випадках уникнути трудомісткості польового ґрунтового контролю. Метод електрофорезу, заснований на аналізі електрофоретичних спектрів запасних білків насіння, може бути використаний як експрес-метод при визначенні рівня типовості материнських форм і гібридності гібридів соняшнику, а також для контролю на генетичну чистоту. ліній і гібридів.

В Розділі 3.2.7. представлено результати вивчення впливу регулятора росту рослин, модифікованого іонами кальцію, на посівні властивості насіння соняшнику гібриду *Talento* та встановлення оптимальної концентрації кальцію для передпосівної обробки насіння. Інкрустація насіння соняшнику регулятором росту АКМ стимулює процеси проростання: Застосування препарату АКМ збільшує довжину гіпокотилу та довжину кореня. Високі концентрації кальцію (2,0 г/л) пригнічують ростові процеси і спричиняють зниження енергії проростання порівняно з передпосівною обробкою насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ. Використання регулятора росту рослин модифікованого іонами кальцію (0,5–1,25 г/л) сприяє інтенсивному накопиченню сухої речовини гіпокотилу у 1,14 – 1,19 рази і сухої речовини кореня в 1,30 – 1,37 рази відносно контролю. Встановлено, що оптимальним варіантом для передпосівної обробки насіння соняшнику виявився варіант обробки регулятором росту рослин АКМ з вмістом іонів кальцію 1,0 г/л.

В Розділі 3.2.8. представлено результати дослідження, які дозволили встановити фізіологічні фактори та властивості рослин, які визначають рівень формування маси насіння з кошика та урожайність соняшнику. Маса насіння з кошика визначається величиною витрат ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності. Між показниками витратами ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності на етапі формування кошика - початок цвітіння цвітіння встановлено пряму негативну кореляційну залежність. Сорти соняшнику з мінімальним споживанням ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу  $1,01-1,05 \text{ м}^3 / \text{г} / \text{м}^2$  за добу формують в посушливих умовах Степу України максимальний рівень маси насіння з кошика 58,7-78,7 г, що забезпечує отримання високої врожайності в межах 2,68-3,49 т/га.

В розділі 3.3.1. встановлено, що при сумісному застосуванні Ризогуміну з біостимуляторами (Стимпо, Регоплант) зростала чисельність корневих бульбочок на рослинах гороху на різних фазах вегетації. Досліджувані препарати збільшили індекс листової поверхні посівів гороху максимально в 1,5 рази протягом вегетативного росту та в 1,6 рази в період генеративного розвитку. Сумісне застосування Ризогуміну з біостимуляторами дозволило сформувати більшу площу листової поверхні рослин гороху, ніж при роздільному застосуванні. У разі сумісної дії біостимулятора Стимпо з Ризогуміном, чиста продуктивність фотосинтезу у періоді 5-6 прилистків-бутонізація перевищувала на 21-27% та у фазах цвітіння-бобоутворення перевищувала на 7-14% показник кращого варіанту при роздільному застосуванні препаратів.

Використання Ризогуміну, Стимпо та Регопланту викликало збільшення кількості бобів на рослинах на 22%, 4% та 11% відповідно та порівняно з контролем. Отримана біологічна врожайність гороху при сумісному застосуванні Ризогуміну зі Стимпо перевищувала на 12-14%, а Ризогуміну з Регоплантом – на 6-11%, порівнюючи з врожайністю варіантів посівів гороху де

окремо використовували досліджувані препарати. Отримані дані підтверджують перспективність подальшого дослідження продукційних процесів посівів гороху за дії біопрепаратів.

В розділі 3.3.2. показано, що застосування біостимуляторів Стимпо та Регоплант при вирощуванні гороху посівного є одним з ефективних агрозаходів для підвищення ефективності продукційного процесу через вплив на функціонування фотоасиміляційного апарату. На основі отриманих 3-х річних результатів дослідження можна зробити висновок, що застосування біостимуляторів Стимпо (25 мл/т + 20 мл/га) та Регоплант (250 мл/т + 50 мл/га) збільшувало індекс листової поверхні у різних фазах вегетації гороху сорту Оплот в 1,12-1,54 та 1,18-1,38 рази відповідно та порівняно з контролем.

Біостимулятори Стимпо та Регоплант за умов позакореневих обробок максимально збільшували ЧПФ посівів гороху в 1,35 та 1,22 рази відповідно в міжфазний період бутонізація – цвітіння. Вплив біостимуляторів на концентрацію загального хлорофілу в прилистках гороху виявився неоднозначним та зазнав варіацій в залежності від років. Вірогідність змін вмісту хлорофілу була відмічена лише після фоліарної обробки посівів біостимуляторами. Так, зафіксовано в середньому за роки спостережень збільшення вмісту хлорофілу за дії біостимуляторів на 4,0% в міжфазний період бутонізація-цвітіння та за дії Стимпо на 10,4% та Регоплант на 9,0% у міжфазний період бутонізація-бобоутворення.

В розділі 3.3.3. показано, що засоленість спричиняє пригнічення проростання та росту насіння сої. Попередня обробка насіння сої  $\alpha$ -Тос (0,1 та 0,5 г/л) ефективно підвищила схожість та покращила показники росту сої. Збільшення Було зафіксовано наявність ТБК-реактивних речовин та окислювально модифікованих білків у гіпокотиллях та коренях рослин, що зазнали сольового стресу.  $\alpha$ -Тос знижував рівень перекисного окислення та окислювально модифікованих білків. білки проростків сої за засоленості. Синтез проліну збільшувався під час розвитку реакції на сольовий стрес, а його накопичення є адаптивною реакцією рослин сої. Попередня обробка  $\alpha$ -Тос спричинила значне збільшення проліну та стимулювала активність каталази та аскорбатпероксидази в тканинах проростків сої за сольового стресу. Однак висока концентрація  $\alpha$ -Тос (1,0 г/л) уповільнила активність антиоксидантних ферментів. Дослідження свідчить про участь  $\alpha$ -Тос у формуванні солестійкості бобових культур.

**Ключові слова:** пшениця озима, ячмінь ярий, жито озиме, соняшник, горох посівний, соя, регулятори росту рослин, мінеральне живлення, антиоксидант, фотосинтетична діяльність, засолення, антиоксидантна система, адаптація, ріст та розвиток рослин, генетична чистота, урожайність.

## СПИСОК ВИКОНАВЦІВ

К.с.-г.н., доцент	Максим Колесніков (участь у 1.3)
Д.с.-г.н., доцент	Аксьонов Ігор (участь у 1.2)
К.с.-г.н., доцент	Любов Покопцева (участь у 1.2)
К.с.-г.н., доцент	Зоя Білоусова (участь у 1.1)
К.б.н., доцент	Юлія Пащенко (участь у 1.3)
К.с.-г.н., ст. викладач	Марина Капінос (участь у 1.3)
К.с.-г.н., доцент	Тетяна Тимошук (участь у 1.1)
К.с.-г.н., доцент	Ольга Тогачинська (участь у 1.1)
асистент	Ольга Онищенко (участь у 1.2)
ст. викладач	Ніна Нежнова (участь у 1.1)
Аспірант	Михайло Лихошерст (участь у 1.3)
Аспірант	Анастасія Веренчук (участь у 1.2)
Аспірант	Вікторія Кенева (участь у 1.1)
Аспірант	Деніс Каназірський (участь у 1.2)

**Тематика підпрограми 1 «Обґрунтування антистресових прийомів в інтенсивних ресурсозберігаючих технологіях вирощування зернових, бобових і олійних культур у Степовій зоні України»**

№ п/п	Назва теми, етапу	Керівник теми, виконавці
1.1	Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій вирощування зернових культур	Білоусова З.В. Нежнова Н.Г. Тимощук Т.М. Тогачинська О.В. Кєнева В.
1.2	Вдосконалення ресурсозберігаючих технологій вирощування олійних культур	Покопцева Л. А. Аксьонов І.В. Онищенко О.В. Каназірський Д.В. Веренчук А.О.
1.3	Вдосконалення технології вирощування зернобобових культур	Колесніков М.О. Капінос М.В. Пащенко Ю.П. Лихошерст М.Ю.

## ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	2
ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1 НАУКОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ, ОСНОВНІ ДОСЯГНЕННЯ ВЧЕНИХ	15
1.1 Основні показники науково-дослідної роботи професорсько- викладацького складу	15
1.2 Основні показники науково-дослідної роботи професорсько- викладацького складу	17
РОЗДІЛ 2 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДИНАМІКА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ УКРАЇНИ (2021–2025 рр.)	18
2.1. Загальна характеристика змін температурного режиму в агрокліматичних зонах України	18
2.2. Режим зволоження та розподіл опадів	20
2.3. Вплив агрометеорологічних умов на вегетацію сільськогосподарських культур	21
2.4. Небезпечні метеорологічні явища	22
2.5. Кліматичні особливості основних агрокліматичних зон України	22
2.6. Трансформація структури посівних площ в Україні (2021–2025 рр.)	23
РОЗДІЛ 3 НАЙВАЖЛИВІШІ РЕЗУЛЬТАТИ ЗА ПРІОРИТЕТНИМИ НАПРЯМАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
3.1. Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій вирощування зернових культур	25
3.1.1. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої	25
3.1.2. Особливості роботи пігментного комплексу рослин пшениці озимої залежно від способу внесення добрив	30
3.1.3. Прогнозування урожайності пшениці озимої ( <i>Triticum aestivum</i> L.) із використанням метеорологічних показників для Південного Степу України	40
3.1.4. Вплив допосівної обробки насіння на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої	52
3.1.5. Оцінка продуктивності сортів пшениці озимої ( <i>Triticum aestivum</i> L.)	59
3.1.6. Адаптивність і продуктивність сортів жита озимого в системі сталого землеробства	65
3.2. Вдосконалення ресурсозберігаючих технологій вирощування олійних культур	75
3.2.1. Вплив способів основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику в умовах Південного Степу України	75
3.2.2. Вплив азотного живлення на формування врожаю ріпаку озимого умовах Степу України	84
3.2.3. Фотосинтетична активність соняшнику за дії регулятора росту рослин в зоні степу України	93

3.2.4. Продуктивність соняшнику гібриду каменяр за передпосівної обробки насіння у степу України	98
3.2.5. Формування продуктивності соняшнику у Південному Степу України за дії передпосівної обробки	101
3.2.6. Оцінка генетичної чистоти батьківських ліній і гібридів соняшнику	104
3.2.7. Посівні властивості насіння соняшнику гібриду <i>Talento</i> за дії модифікованого регулятора росту рослин АКМ	111
3.2.8. Фізіологічні фактори формування врожайності соняшника в аридних умовах степу України.	119
3.3. Вдосконалення технології вирощування зернобобових культур	125
3.3.1. Вплив Ризогуміну та біостимуляторів на формування врожайності гороху посівного ( <i>Pisum sativum</i> L.) в умовах Південного Степу України	125
3.3.2. Формування фотоасиміляційного апарату посівів гороху ( <i>Pisum sativum</i> L.) за дії біостимуляторів в посушливих умовах Південного Степу України	134
3.3.3. Фізіологічні та біохімічні реакції проростків сої ( <i>Glycine Max</i> L.) при застосуванні $\alpha$ -токоферолу в умовах сольового стресу	144
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	151
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ	153

## ВСТУП

Нестабільність кліматичних умов є серйозною проблемою при вирощуванні сільськогосподарських культур впродовж вегетації. Домінування зернових культур в коротко-ротаційних сівозмінах та використання пестицидів низької якості призводить до погіршення фітосанітарного стану полів, що впливає на якість отриманого врожаю. В рослинництві майже не існує неінфікованого насіння, а рівень ураження збудниками хвороб різних видів досить високий. Розвиток сучасного рослинництва в Україні спрямований на скорочення витрат на вирощування сільськогосподарських культур за рахунок впровадження інноваційних препаратів. Якісне протруювання забезпечує надійний захист рослини в першу чергу від збудників хвороб, що передаються через насіннєвий матеріал, а саме кореневих гнилей, сажкових хвороб, фузаріозу, септоріозу, гельмінтоспоріозу тощо. В той же час може відбуватися захист від ґрунтових патогенів і шкідників (інсектицидна та фумігантна активність та від аеробної інфекції).

Сучасна технологія вирощування пшениці озимої спрямована на максимально продуктивну відповідь рослин на застосування засобів інтенсифікації виробництва, які на сьогодні використовуються у сільському господарстві України. Розкрити цей потенціал можливо за рахунок адаптації рослин до впливу біотичних та антропогенних чинників у період вегетації культури. Прогнозувати та корегувати величину врожаю, а в подальшому і якість отриманого зерна пшениці озимої можливо як за рахунок природної родючості ґрунтів, яка на півдні України забезпечує врожайність в середньому до 4,0 т/га. Внесення добрив в технологію вирощування при поєднанні з іншими факторами дає можливість підвищити врожайна 35–50 % та зберегти родючість ґрунту.

Важливою складовою процесу формування вегетативних та генеративних органів культури є фотосинтетична діяльність посівів. Підтримання активного функціонування фотосинтетичного апарату листків пшениці озимої упродовж фази виходу в трубку, на яку припадає період інтенсивного росту й розвитку рослин та максимального поглинання вологи та поживних речовин, є одним із вирішальних чинників формування високого і якісного урожаю культури. Важливим у цей період є посилене забезпечення рослин азотом завдяки позакореновому підживленню, яке в основному проводиться таким добривом, як карбамід. Такий агроприйом широко застосовується у виробництві, адже вказане добриво легко засвоюється та поєднується з іншими препаратами для позакоренової обробки. Також важливою ланкою на шляху до високого врожаю є оптимальне забезпечення рослин фосфорно-калійним живленням. Застосування калійних добрив під час посіву має значний вплив на рослини в процесі вегетації, що надалі впливає на майбутній урожай. Між тим останнім часом зростає інтерес до позакоренового внесення фосфорно-калійних добрив у фазу початку виходу в трубку. Активне проходження процесу фотосинтезу слугує кращому надходженню азоту з коренів у надземну частину рослини. Фотосинтетичний апарат – об'ємний резервуар для зберігання органічних форм азоту. Саме тому ефективність його роботи визначає майбутній потенціал врожайності рослин, є основою їхньої продуктивності і значною мірою залежить

від умісту та співвідношення пігментів у листках рослин. Хлорофіли а і b являються індикаторами фізіологічного стану рослин, функціонування й активність яких є показниками потенційної здатності рослин формувати урожай. Також обов'язковим компонентом пігментних систем є каротиноїди – світловловні пігменти, які захищають хлорофіл від руйнування під час окиснювального стресу. Загалом основні функції, які виконують каротиноїди, це: антиоксидантна, антенна, фотопротекторна та структурна. Уміст фотосинтетичних пігментів (хлорофіла а і b та каротиноїдів) показує фізіологічний стан рослин, їхній фотосинтетичний потенціал і вимірювання ємності, моделювання та прогнозування ефективності застосованої технології вирощування. Кількість пігментів у рослинах залежить від низки чинників: генетичних властивостей сорту, стадії росту й розвитку, впливу довкілля, а також щільності посіву. Умови вирощування рослин впливають на механізми дії пігментів. Так дефіцит добрив може призвести до зменшення вмісту пігментів у листках рослин. Водночас покращення фотосинтетичних характеристик прапорцевого листка, який утворюється наприкінці фази виходу в трубку, сприяють отриманню високого врожаю.

В Україні соняшник є основною олійною культурою. За виходом олії з одиниці площі ця культура перевищує всі інші. Виробництво соняшнику є рентабельним в усіх зонах вирощування. Швидкі темпи зростання росту споживання та потреби в рослинних жирах значною мірою пояснюються все більшим зростанням використання їх у різних сферах діяльності людини. Саме у Степу України розміщується до 80 % його посівів.

На ринку України сьогодні представлено багато посівного матеріалу різної селекції з різним генетичним потенціалом. Такий вибір дає змогу аграріям отримувати добрі врожаї із максимальний прибутком. Однак, якісного насіння замало, необхідно правильно розкрити цей потенціал. Одним з таких заходів є передпосівна обробка насіння препаратами захисту від шкідливих організмів з одночасним використанням рістстимулюючих препаратів для підвищення адаптованості рослин до несприятливих факторів оточуючого середовища.

Основою отримання високого врожаю соняшнику є добре розвинений фотосинтетичний апарат. За допомогою сонячної енергії він здійснює накопичення органічних речовин із неорганічних сполук. Основним органом рослин, які синтезують енергію сонця є листки. Нагромадження вегетативної маси залежить не тільки від розміру листової поверхні, але й від тривалості міжфазного періоду. Тому процес фотосинтезу в різні фази розвитку культури відбувається по-різному. Відомо, що чим вищий коефіцієнт використання енергії на фотосинтез, тим більше формується абсолютно сухої речовини та менше витрат енергії на транспірацію води. Добре розвинений фотосинтетичний апарат, який має оптимальний об'єм та динаміку функціонування, є одним із чинників отримання сталих врожаїв. Ефективність фотосинтезу рослин зумовлена великою кількістю чинників, тому дуже важливо розробити заходи, спрямовані на сприяння достатньо швидким темпам розвитку оптимальної листової площі та тривалому її функціонуванню.

Гетерозисна селекція соняшнику заснована на отриманні самоzapилених гомозиготних батьківських ліній і підтриманні високого рівня генетичної

чистоти батьківських ліній на ділянках розмноження та гібридизації в насінництві.

При створенні гібридів сояшнику використовується гомозиготний лінійний матеріал: стерильні аналоги материнських ліній з цитоплазматичною чоловічою стерильністю (CYT<sup>S</sup>rfrf), фертильні аналоги материнської лінії – фіксатори стерильності (CYT<sup>N</sup>rfrf), батьківські лінії-відновники фертильності, несучі ядерні. гени відновлення фертильності пилку Rf. Фертильні аналоги - лінії-фіксатори стерильності пилку материнської лінії необхідні для розмноження стерильного аналога материнських форм із цитоплазмою CYT<sup>S</sup>. Батьківські лінії сояшнику, які використовує селекціонер для створення гібридів, повинні мати високий рівень генетичної чистоти та мати максимальну генетичну однорідність.

Тому селекція сояшнику з використанням гетерозису вимагає високої культури насінництва батьківських ліній. Генетична чистота батьківських ліній є необхідною умовою використання потенціалу гібридів сояшнику.

У зв'язку з цим практичний інтерес у селекції та насінництві сояшнику представляє визначення генетичної чистоти ліній та гібридів за типовістю або відмінністю алельного стану білкових локусів на електрофоретогамі.

Програмою розвитку ріпаківництва в Україні передбачено значне збільшення посівних площ під ріпаком. Нині стрімко розвивається новий напрям використання ріпакової олії в якості альтернативного джерела – паливної енергії для двигунів внутрішнього згорання. Біопальне з ріпаку є конкурентно-спроможним, надійним в роботі і одночасно позитивно впливає на охорону навколишнього середовища.

Серед Хрестоцвітних олійних рапс озимий займає перше місце по вмісту, якості олії в насінні (45–50 %). Напіввисихаюча олія має харчове і технічне значення. Вона використовується в лакофарбовій, миловарній, резиновій, текстильній і інших промисловостях.

Ріпак є цінним попередником насамперед для зернових культур. На відміну від сояшнику він мало висушує ґрунт, покращує його агрофізичні властивості та фітосанітарний стан, рано звільняє поле. Ріпак – досить пластична культура, процес росту і продуктивність якої можна регулювати. Однак теоретичні значення, практичне вміння і комплексний раціональний підхід до використання сучасних хімічних та агротехнічних засобів у технологіях вирощування може гарантувати стабільний урожай насіння, їх екологічну безпечність і економічне виправдання.

Незважаючи на кризу світової економіки ріпак в українському господарстві не здає своїх позицій, залишаючись однією з найрентабельних культур. Відтак цікавість до технологічних аспектів вирощування ріпаку не зменшується.

Один із напрямків екологізації землеробства є раціональне застосування зернобобових культур. В Україні горох є найпоширенішою культурою, він здатний формувати досить високі і стабільні врожаї зерна порівняно з іншими зерновими бобовими культурами. В період з 2019 до 2021 року посівні площі під горохом в Україні скоротилися до 300 тис. га, проте ще в 2018 році цей показник становив 431 тис. га. Слід зазначити, що на зону Степу припадає майже половина

посівних площ гороху. У розрізі областей найбільше площ під культуру відведено в Запорізькій області - 60 тис. га, Одеській - 43 тис. га та Харківській - 34 тис.га. Активне використання засобів захисту рослин, мінеральних добрив призводить до деградації ґрунтів, зниженню кількості ґрунтових бактерій та їх активності, як результат, порушення структури агроценозів. До найбільш важливих представників ґрунтової мікрофлори відносяться бактерії, які здатні до азотфіксації. До них належать представники роду *Rhizobium*. З іншого боку, застосування регуляторів росту фітогормональної природи дозволяє повніше реалізувати агробіологічний потенціал культури.

У звітному році зусилля науковців університету були спрямовані на проведення досліджень в області рослинництва.

Наукові дослідження вчених Науково-дослідного інституту Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного виконуються відповідно до

-Закону України від 11.07.2001 р. № 2623-III «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки» із змінами;

-Закону України від 04.07.2002 р. «Про інноваційну діяльність» із змінами;

-Закону України від 09.09.2010 р. № 2519-VI «Про внесення змін до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки»»;

-Закону України від 08.09.2011 р. № 3715-VI «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» із змінами;

-Закону України від 26.11.2015 р. № 848-VIII «Про наукову і науково-технічну діяльність»;

-Постанови Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 р. № 942 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок на період до 2020 року» із змінами;

-Постанови Кабінету Міністрів України від 17.05.2012 р. № 397 «Деякі питання визначення середньострокових пріоритетних напрямів інноваційної діяльності галузевогорівня на 2012-2016 роки» із змінами;

-Постанови Кабінету Міністрів України від 11.01.2018 р. № 13 «Про затвердження Порядку формування тематики наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок, що фінансуються за рахунок коштів державного бюджету, та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України»;

-«Пріоритетних завдань аграрної науки України на 2016-2020 роки», схвалених постановою Президії НААН України від 26 березня 2014 р. (протокол № 4);

-Постанови Президії НААН України «Про Основні наукові напрями та найважливіші проблеми фундаментальних досліджень у галузі природничих, технічних, суспільних і гуманітарних наук НААН України на 2019-2023 роки» від 30.01.2019 р. № 30;

- Концепції інноваційного розвитку Таврійського державного агротехнологічного університету на 2016-2021 рр. (розглянуто і затверджено вченою радою ТДАТУ протокол №1 від 26.01.2016 р.).

## РОЗДІЛ 1 НАУКОВИЙ ПОТЕНЦІАЛ, ОСНОВНІ ДОСЯГНЕННЯ ВЧЕНИХ

Наукові дослідження за тематикою підпрограми 1 «Обґрунтування антистресових прийомів у ресурсозберігаючих технологіях вирощування зернових, зернобобових і олійних культур у степовій зоні України» здійснювали 15 науково-педагогічних працівників, у т.ч. 2 доктори наук і професори, 8 кандидатів наук і доцентів; 53% науково-педагогічних працівників мають наукові ступені вчені звання.

У виконанні досліджень також брали участь 4 аспіранти, працівники навчально-дослідних та виробничих господарств.

У науково-дослідному інституті Агротехнологій та екології в рамках тематики підпрограми 1 «Обґрунтування антистресових прийомів у ресурсозберігаючих технологіях вирощування зернових, зернобобових і олійних культур у степовій зоні України» на сьогоднішній день функціонує та розвивається 1 наукова школа за науковим напрямом «Аграрні науки», яку очолює кандидат сільськогосподарських наук, доцент Колесніков Максим Олександрович.

До виконання наукових досліджень було залучено понад 150 студентів.

**Таблиця 1.1– Кількість НПП, задіяних у наукових дослідженнях**

Показник	Рік				
	2021	2022	2023	2024	2025
Доктори наук і професори	1			1	1
Кандидати наук і доценти	7	5	5	6	6
Асистенти, старші викладачі	7	3	3	2	2
Докторанти					
Аспіранти	3	3	5	5	4
Лаборанти	2				

## ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

### 1.1. Професорсько-викладацького складу

**Таблиця 1.2 – Основні показники науково-дослідної роботи професорсько-викладацького складу**

Показник	Рік				
	2021	2022	2023	2024	2025
Наукові спеціальності, за якими здійснюється підготовка кандидатів і докторів наук	1	1	1	1	1
Підготовка наукових кадрів, всього з них: докторантів аспірантів	3	3	5	5	4
Захищено дисертацій у спецрадах, всього	1	-	-	-	-
з них: докторських	-	-	-	-	-
кандидатських	1	-	-	-	-
Опубліковано: монографій	-	-	1	1	-
рекомендацій для агровиробників	-	1	-	-	-
статей у наукових фахових виданнях, які входять у наукометричні бази	-	-	2	4	
статей у міжнародних виданнях	5	1	1	4	
фахові наукові видання	5	4	1	3	
науково-виробничі видання	-	-	1	-	
тези доповідей	35	10	17	12	
Отримано патентів та свідоцтв на ОПВ	-	-	-	-	-
Проведено семінарів, конференцій, всього	4	2	3	2	2
у т. ч.: міжнародних	1	-	-	-	-
всеукраїнських	1	1	2	1	1
вузівських, обласних, районних	2	1	1	1	1
Участь у конгресах, семінарах, з'їздах, симпозиумах, конференціях	43	15	19	23	
Впровадження досягнень науки, техніки і передового досвіду	6	1	-	2	
Фінансові надходження від наукових досліджень, грн лабораторія					

## 1.2. Студентів

**Таблиця 1.3 – Основні показники науково-дослідної роботи студентів**

Показник	Рік				
	2021	2022	2023	2024	2025
Захищено дипломних робіт	15	-	-	9	9
Опубліковано: статей у наукових фахових виданнях, які входять у - наукометричні бази	-	-	-	-	-
статей у міжнародних виданнях	-	-	-	-	-
Фахові наукові видання	-	-	-	-	-
науково-виробничі видання	-	-	-	-	-
тези доповідей	32	4	19	32	
Подано заявок на об'єкти права інтелектуальної власності	-	-	-	-	-
Отримано патентів та свідоцтв на ОПВ	-	-	-	-	-
Виступів на семінарах, конференціях, всього	56	3	26	51	
у т. ч.: міжнародних	1	2	-	-	-
всеукраїнських	50	1	15	34	
вузівських, обласних, районних	5	-	11	17	
Участь у конкурсах на кращу наукову роботу	4	4	4	4	
Усього студентів, що брали участь у наукових гуртках, чол.	96	21	37	42	45

## РОЗДІЛ 2

### СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДИНАМІКА КЛІМАТИЧНИХ УМОВ УКРАЇНИ (2021–2025 РР.)

#### 2.1. Загальна характеристика змін температурного режиму в агрокліматичних зонах України

Україна займає площу 603,7 тис.км<sup>2</sup>. Відстань від західної до східної межі становить 1316 км. Протягом 893 км з півночі на південь передуються такі фізико-географічні зони, як Полісся, Лісостеп, Степ, гірська частина Криму та субтропічний район Південного берегу.

#### АГРОКЛІМАТИЧНІ ЗОНИ УКРАЇНИ



Рис. 2.1.1. Агрокліматичні зони України (1986 р.)

Період 2021–2025 років в Україні характеризувався продовженням та прискоренням тенденцій глобального потепління, які спостерігалися у попередні десятиліття. Згідно з даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО) та спостережень Укргідрометцентру, ці п'ять років стали найтеплішими за всю історію інструментальних спостережень як у світі, так і на території України.

Основною рисою цього періоду було суттєве підвищення середньорічної температури повітря відносно нової кліматологічної норми 1991–2020 рр., яка вже сама по собі була вищою за норму 1961–1990 рр. на 1,0–1,5°C. Особливу занепокоєність викликало не лише зростання середніх значень, але й збільшення частоти та інтенсивності екстремальних температурних явищ (хвилі тепла), особливо у літній період.

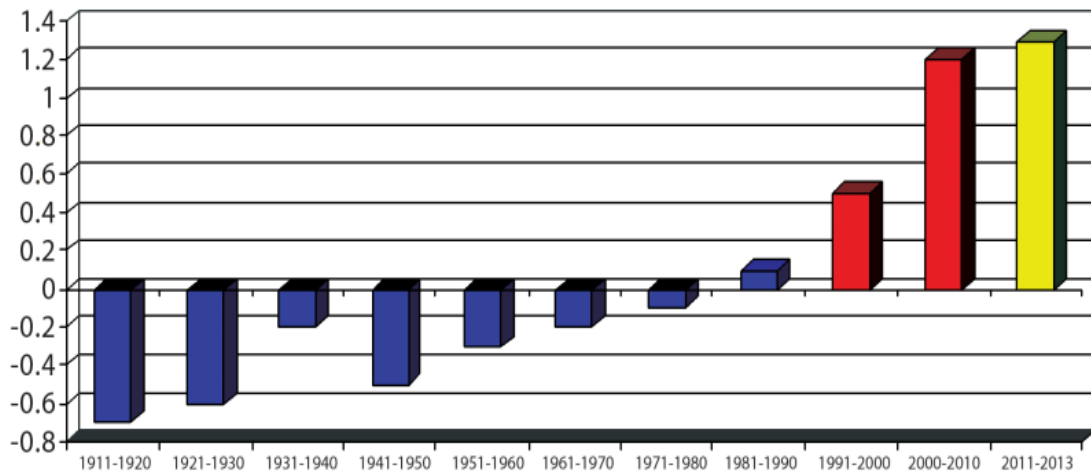


Рис. 2.1.2. Аномалії середньої річної температури повітря по десятиріччях (°C) в Україні у порівнянні із нормою (базовий період 1961–1990 рр.).

### Аналіз температурного режиму по роках

2021 рік виявився перехідним, але загалом теплим. Середньорічна температура в Україні перевищувала норму (1991–2020 рр.) на 0,5–1,0°C. Весняно-літній період вегетації характеризувався нестійкою погодою з надмірною кількістю опадів у першій половині, що дещо стримувало зростання літніх температур.

У зимовий період 2022 року фіксувалися аномально високі температури у січні, а в літо було спекотним та посушливим, особливо у південних та східних областях. Середня температура літнього сезону перевищила норму на 1,2–1,8°C. 2023 рік став рекордним за багатьма показниками. В Україні 2023 рік увійшов до трійки найтепліших за всю історію спостережень. Вересень 2023 року став найтеплішим за понад 140 років спостережень у Києві. Середньомісячні температури вересня перевищували норму на 3,0–4,0°C.

2024 рік відзначився екстремальними хвилями тепла. Липень став історично аномальним. 16 липня 2024 року в Миколаєві було зафіксовано абсолютний максимум температури +41,6°C. Хвиля тепла охопила всю територію, включно із західними областями. Зима 2023-2024 була аномально теплою та вологою.

2025 рік відзначився значними температурними контрастами та продовженням тренду на ранні весни. Березень 2025 року виявився аномально теплим (на 3,5–5°C вище норми), що спровокувало надзвичайно ранній початок вегетації. Однак квітень та травень відзначилися заморозками, які завдали шкоди плодовим культурам. Червень встановив 5 температурних рекордів у столиці. Липень був спекотним (на 2,6°C вище норми), проте серпень приніс нетипове похолодання — 25 серпня було зафіксовано температурний мінімум літа (+9,9°C у Києві). Вересень став фактично четвертим місяцем літа ("метеорологічне літо" тривало). Листопад продемонстрував різкі коливання: від снігопадів на початку місяця до аномального тепла в кінці, зумовленого південними повітряними масами.

Таблиця 2.1.1. Відхилення середньорічної температури повітря в Україні від кліматичної норми (1991–2020 рр.) за 2021–2025 рр.

Рік	Середньорічна $t^{\circ}$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Відхилення від норми	Характеристика року	Найспекотніший місяць
2021	+11,1	+0,6 $^{\circ}\text{C}$	Теплий, вологий	Липень
2022	+11,3	+0,8 $^{\circ}\text{C}$	Посушливий, теплий	Серпень
2023	+12,2	+1,7 $^{\circ}\text{C}$	Аномально теплий	Серпень/Вересень
2024	+12,5	+2,0 $^{\circ}\text{C}$	Екстремально спекотний	Липень
2025	+12,3*	+1,8 $^{\circ}\text{C}$ *	Рання весна, контрастне літо	Липень

\* - попередні дані за 11 місяців.

## 2.2. Режим зволоження та розподіл опадів

Динаміка атмосферних опадів у 2021–2025 роках характеризувалася вкрай нерівномірним розподілом. На тлі зростання температури повітря спостерігалось збільшення випаровуваності, що призводило до дефіциту вологи.

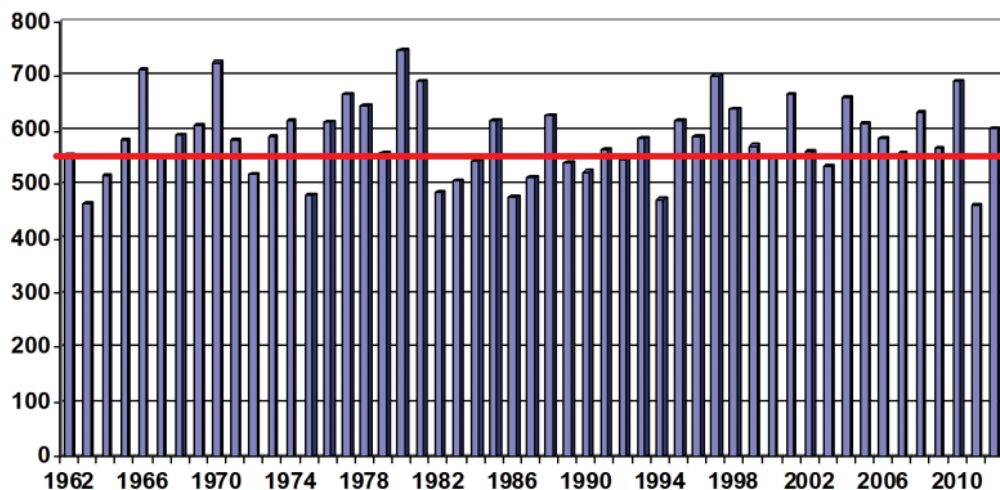


Рис. 2.2.1. Річна кількість опадів в Україні, мм. Норма (1961–1990 рр.) — 576 мм, середня за 1991–2013 рр: Україна — 590 мм, Степ — 505 мм, Лісостеп — 608 мм, Полісся — 673 мм.

1. Весна 2025 року, особливо квітень, була посушливою. Дефіцит опадів у північних та центральних областях сягав 30% від норми, що створило складні умови для посівної кампанії.
2. Опали мали зливовий характер, що було причиною швидкого стікання води, яка не засвоюювалась ґрунтом належним чином.

3. Спостерігалось збільшення бездощових періодів, зокрема, кількість днів без опадів влітку зростає.
4. Продувжувалося зміщення зон посушливості. Так, межа недостатнього зволоження змістилася на північ (охопивши Черкаську та Вінницьку області).

Таблиця 2.2.1. Розподіл опадів (% від норми) за сезонами (усереднені дані по Степу та Лісостепу)

Сезон	2021	2022	2023	2024	2025
Зима	115%	85%	130%	110%	95%
Весна	105%	60%	115%	75%	70%
Літо	120%	55%	80%	45%	90%
Осінь	40%	140%	60%	90%	85%

### 2.3. Вплив агрометеорологічних умов на вегетацію сільськогосподарських культур

Аналіз підтвердив зміщення агрокліматичних зон на 200–300 км на північ. У 2025 році це проявилось особливо виразно.

Особливості вегетації 2025 року:

- Ранній старт: Вегетація розпочалася на 2–3 тижні раніше середніх строків через теплий березень. Це призвело до раннього цвітіння садів, які згодом постраждали від квітневих заморозків.
  - Врожайність: Попри посушливу весну, врожайність озимої пшениці збереглася на середньому рівні (близько 4,3 т/га), оскільки культури встигли використати зимові запаси вологи. Водночас пізні ярі культури (соняшник, кукурудза) зазнали стресу через липневу спеку.
  - Осіння сівба: Сівба озимих під врожай 2026 року проходила у складних умовах ґрунтової посухи у вересні, проте дощі початку листопада покращили ситуацію.
1. Фактор: Підвищення суми активних температур ( $>10^{\circ}\text{C}$ ) на  $400^{\circ}\text{C}$ .
    - Наслідок: Просування соняшнику та кукурудзи на Полісся (Чернігівська, Сумська обл.).
  2. Фактор: Дефіцит вологи у Степу (ГТК  $< 0.5$ ).
    - Наслідок: Скорочення посівів вологолюбних культур (соя, кукурудза) на Півдні без зрошення.
    - Адаптація: Заміна на сорго, нут, коріандр.
  3. Фактор: Зміщення сезонів.
    - Наслідок: Рання сівба (березень) та ранні жнива (липень-серпень).

## 2.4. небезпечні метеорологічні явища

Протягом звітного періоду зросла частота прояву стихійних явищ.

Таблиця 2.4.1. Рекордні екстремальні погодні явища в Україні (2021–2025 рр.)

Дата	Регіон	Явище	Показник
Серпень 2021	Південь, Схід	Зливи	45-60 мм за 12 годин (місячна норма)
Січень 2023	Київ, Центр	Теплова аномалія	+13...+15°C (рекорд січня)
Квітень 2024	Вся Україна	Пилова буря	Перенесення пилу з Сахари
16 Липня 2024	Миколаїв	Спека	+41,6°C (абсолютний максимум)
Червень 2025	Київ	Хвиля тепла	5 температурних рекордів за місяць
Жовтень 2025	Карпати	Ранній сніг	Утворення снігового покриву до 23 см

## 2.5. Кліматичні особливості основних агрокліматичних зон України

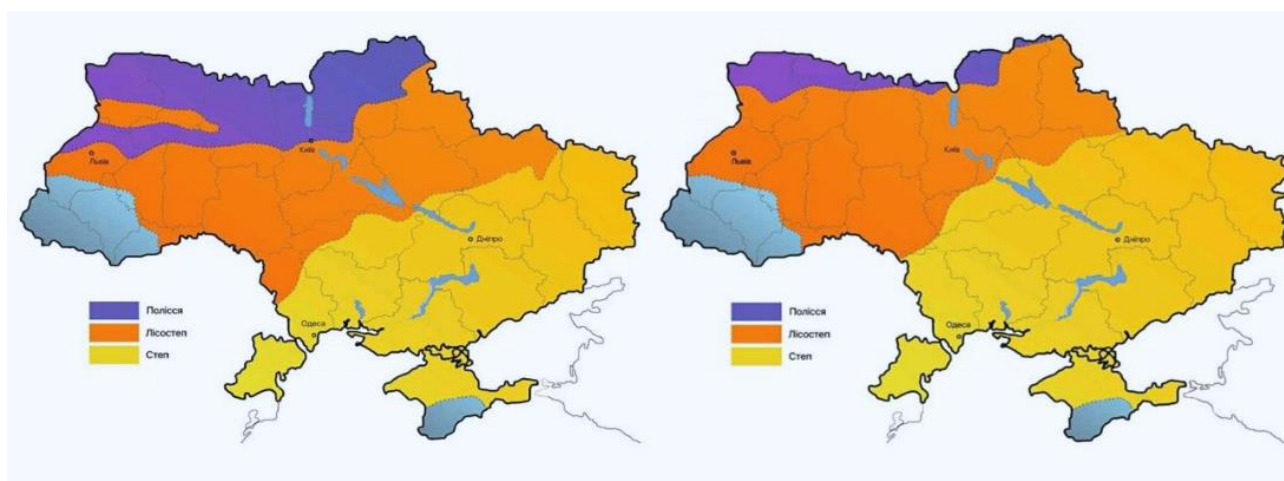


Рис. 2.5.1. Зміщення агрокліматичних зон на території України.

Полісся трансформувалося у "Північний Лісостеп". Спостерігалися найбільші темпи потепління (+10.4% до мінімальних температур). Фіксувалися весняні заморозки на фоні ранньої вегетації та поява нових шкідників (діабротика). Зона Полісся стала основною зоною для гарантованого врожаю сої та кукурудзи.

Лісостеп (Центральна зона) характеризувався найбільшою нестабільністю. "Температурний шок" у липні (+38°C), що стерилізував пилок кукурудзи.

Спостерігався дефіцит продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту перед сівбою (менше 100 мм). У 2025 році весняна посуха була особливо відчутною на Полтавщині.

Зона Степу (Південна та Східна зона) зазнала катастрофічної аридизації, що було пов'язано із руйнуванням Каховського водосховища на впливом на мікроклімат Півдня. В результаті зникнення дзеркала води (2000 км<sup>2</sup>) відбулося зниження відносної вологості повітря на 10-15% у радіусі 70 км. Збільшилася добова амплітуда (різкі перепади "день-ніч"). Посилилася вітрова ерозія та почастишали пилові бурі.

Таблиця 2.5.1. Динаміка агрокліматичних показників за зонами (2021–2025 рр.)

Показник	Полісся	Лісостеп	Степ
Сума активних $t > 10^{\circ}\text{C}$	2800–2950 $^{\circ}\text{C}$	3000–3300 $^{\circ}\text{C}$	3500–3800 $^{\circ}\text{C}$
Зміна до норми	+450 $^{\circ}\text{C}$	+400 $^{\circ}\text{C}$	+400 $^{\circ}\text{C}$
Опади (рік), мм	580–750	450–550	280–400
ГТК (літо)	1.0 – 1.2	0.7 – 0.9	0.3 – 0.5

## 2.6. Трансформація структури посівних площ в Україні (2021–2025)

Під впливом глобального потепління та зміни режимів зволоження в Україні відбувся суттєвий зсув агрокліматичних зон (на 200–300 км на північ), що призвело до наступних структурних змін у рослинництві:

1. «Міграція» пізніх культур на Північ (Полісся) через що традиційні культури Степу та Лісостепу масово перемістилися у зону Полісся, яка раніше вважалася зоною надмірного зволоження та недостатнього тепла. Полісся (Чернігівська, Сумська, Житомирська обл.) фактично стало новим «кукурудзяним поясом» України. Збільшення суми активних температур дозволяє отримувати тут стабільні врожаї, тоді як на Півдні вирощування кукурудзи без зрошення стає збитковим через посухи у фазу цвітіння. Площі під соєю значно зросли у західних та північних областях, де зберігається кращий баланс вологи. На Півдні соя майже зникла з богарних (не зрошуваних) земель.

2. Зміна структури озимих та ярих культур. Аграрії змушені адаптуватися до весняних посух, змінюючи співвідношення посівів. Так, пріоритет надається озимим культурам. Відбувається переорієнтація на озимі культури (пшениця, ячмінь, ріпак), які встигають використати зимові запаси вологи до настання літньої спеки. Посівні площі під ярим ячменем у Степу скоротилися на користь озимого ячменю, який є більш посухостійким та раніше дозріває.

3. Експансія посухостійких нішевих культур у Степу. У південних та південно-східних областях (Миколаївська, Одеська, Херсонська) аграрії змушені відмовлятися від вологолюбних культур. Площі під зерновим сорго демонструють зростання (у 2024 р. приріст склав до 39%). Культура потребує на

30–50% менше води, ніж кукурудза, і витримує "анабіоз" під час спеки. Зростає частка таких культур, як нут та коріандр як альтернативи традиційним ярим.

4. Прогноз структури посівів на 2025 рік (за даними Мінагрополітики та асоціацій). Попри кліматичні ризики, економічні фактори також впливають на структуру. Прогнозується збільшення площ до 4,15 млн га (попит на світовому ринку), основний приріст за рахунок центральних та північних областей. Очікується деяке зменшення площ (до 2,4 млн га) або стабілізація після рекордних посівів 2024 року. Соняшник залишився головною олійною культурою (~5,2 млн га), оскільки є найбільш рентабельним і посухостійким серед основних культур. Загальний розмір посівних площ України залишився стабільним на рівні 23 млн га, проте частка вологолюбних культур у південних регіонах продовжує знижуватися.

5. Через жорстку ґрунтову посуху восени 2024 року, сівба озимих (пшениці та ріпаку) проходила у ризикованих умовах. У багатьох районах зони Степу сходи були отримані із запізненням.

## РОЗДІЛ 3 НАЙВАЖЛИВІШІ РЕЗУЛЬТАТИ ЗА ПРІОРИТЕТНИМИ НАПРЯМАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Обґрунтування та розробка нових та вдосконалення існуючих технологій вирощування зернових культур

#### 3.1.1. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої

*Об'єкт дослідження:* процес росту, розвитку та формування врожайності й якості зерна пшениці озимої сорту Шестопалівка за умов Південного Степу України.

*Предмет дослідження:* Вплив строків і способів внесення добрив (першого азотного підживлення та позакореневої обробки монофосфатом калію) на елементи структури врожаю, біологічну урожайність та показники якості зерна пшениці озимої.

**Метою** дослідження було встановлення впливу строку та способу внесення добрив на формування кількісних та якісних показників врожаю пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

##### **Завдання дослідження:**

- Оцінити вплив строків внесення азотних добрив (раннього та пізнього підживлення) на формування продуктивного стеблостою, морфологічні елементи колосу та загальну біологічну урожайність пшениці озимої.
- Визначити ефективність позакореневого внесення монофосфату калію у фазу виходу в трубку щодо покращення індивідуальної продуктивності рослин.
- Проаналізувати зміни структурних показників врожаю (кількість колосків, зерен у колосі, маса 1000 зерен) під впливом різних схем підживлення.
- Дослідити якісні показники зерна (вміст білка, клейковини, ІДК, клас за ДСТУ) залежно від поєднання строків азотного та позакореневого фосфорно-калійного підживлення.
- Встановити найбільш раціональну систему живлення, що забезпечує одержання максимальної врожайності та високої якості зерна пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

##### **Наукова новизна дослідження:**

-Уперше встановлено особливості впливу поєднання строків першого азотного підживлення (I декада лютого та I декада березня) і позакореневого внесення монофосфату калію у фазу ВВСН 31 на формування елементів структури врожаю пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

-Виявлено закономірність впливу раннього азотного підживлення на процеси органогенезу: доведено, що внесення азоту наприкінці II етапу органогенезу сприяє збільшенню кількості продуктивних стебел, інтенсивнішому формуванню колоскових горбочків та підвищенню озерненості колосу.

-Науково обґрунтовано механізм сумісної дії азоту та фосфорно-калійних добрив, що проявляється у покращенні ефективності фотосинтезу, збільшенні маси зерна з колосу та позитивному впливі на якісні показники зерна (білок, клейковина).

-Уточнено величину приросту врожайності, отриману внаслідок позакореневої обробки монофосфатом калію залежно від строку першого підживлення азотом — від 0,61 до 0,89 т/га.

-Поглиблено уявлення про взаємозв'язок між системою живлення та рівнем технологічної цінності зерна, зокрема – закономірності формування класності згідно ДСТУ 3768:2019 під впливом досліджуваних агрозаходів.

**Теоретичне та практичне значення** дослідження полягає в тому, що отримані результати поглиблюють наукові уявлення про дію різних строків та способів внесення добрив на процеси органогенезу, формування фотосинтезуючої поверхні та елементів структури врожаю пшениці озимої, уточнюючи фізіолого-агрохімічні механізми впливу азотного і фосфорно-калійного живлення на продуктивність культури. Розроблена система живлення є практично значущою, оскільки дає змогу підвищити врожайність та якість зерна до рівня 2 класу, оптимізувати використання добрив та адаптувати технологію вирощування до умов Південного Степу України, що може бути впроваджено у виробничу практику господарств регіону.

Слід звернути увагу, що у сортів пшениці озимої існує генотипова специфіка поглинання елементів живлення, особливо фосфору, а високе накопичення азоту негативно позначається на споживанні калію, тому вивчення системи живлення рослин за нестабільних погодних умов лишається актуальним.

Польові дослідження проводились впродовж 2018–2020 рр. у стаціонарному досліді кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки у науково-навчальному центрі Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, який знаходиться в с. Лазурне Мелітопольського району Запорізької області. Грунт дослідного поля – чорнозем південний з вмістом гумусу 3,2 – 3,5%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 80,0 – 94,6 мг/кг, рухомого фосфору (за Мачигінім) 38 – 43 мг/кг та обмінного калію (за Мачигінім) 380 – 420 мг/кг ґрунту, рН<sub>KCl</sub> – 6,8. Повторність дослідів чотириразова, площа дослідної ділянки 100 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>.

В дослідження використовували сорт пшениці озимої Шестопалівка, попередником якої був чорний пар. Насіння висівали в третій декаді вересня – першій декаді жовтня в добре підготовлений ґрунт звичайним рядковим способом, глибина загортання 5–6 см, норма висіву – 5,5 млн. шт./га. Технологія вирощування була загальноприйнятою для зони вирощування, окрім факторів взятих на вивчення. Погодні умови впродовж весняно-літньої вегетації 2019 та 2020 років за кількістю опадів різнилися – 197,6 мм та 149,9 мм. Слід зазначити, у березні були відмічені мінімальні середньомісячні температури (- 6,6 °С). Аналогічно у квітні (- 5,4 °С) 2020 року на фоні недостатньої кількості опадів (9,9 мм) відновлення весняної вегетації та розвиток рослин в цілому суттєво затримувалось.

Схема досліду передбачала підживлення азотними добривами у два строки: ранній (I декада лютого) і пізній (I декада березня), яке проводили із використанням аміачної селітри за допомогою РУМ. На початку фази виходу в трубку проводили внесення монофосфату калію сумісно із фоновим внесенням карбаміду (5 кг/га). За контроль слугували варіанти без внесення фосфорно-калійного добрива. Норма витрати робочого розчину становила 200 л/га.

Закладку дослідів, експериментальні дослідження та облік врожаю виконували згідно загальноприйнятих рекомендацій. Визначення натурі проводили з використанням пурки на 1000 мл згідно ГОСТ 10840-64, вміст білка в зерні методом К'ельдаля (ГОСТ 10846-91), кількість та якість клейковини визначали шляхом механічного відмивання на приладі У1-МОК-1М (ГОСТ 13586.1-68), індекс деформації клейковини – на приладі ВДК-1. За отриманими показниками технологічної якості зерна згідно ДСТУ 3768:2019 встановлювали відповідний клас зерна. Дисперсійний та кореляційний аналізи результатів досліджень проводили за методикою Доспехова Б.А. із використанням програм MS Office 2010 та Agrostat New.

Як показують проведені дослідження різні строки та способи внесення добрив є ефективними технологічними прийомами, які мають суттєвий вплив на формування елементів структури врожаю та урожайність пшениці озимої в цілому. Значний вплив на формування кількості продуктивних пагонів на рослині відіграє час внесення добрив. Оптимальним вважається застосування азотних добрив наприкінці другого етапу органогенезу, коли відбувається закладання осей другого порядку. Згідно схеми досліду раннє підживлення аміачною селітрою припадало на період закінчення II етапу органогенезу рослин пшениці озимої, в той час як пізнє – на початок III, що відповідним чином і позначилось на кількості утворених колосків. Так, найнижча густина продуктивного стеблостою на рівні 392 шт./м<sup>2</sup> була відмічена на контрольному варіанті за умов пізнього підживлення азотом. В той же час за умов раннього застосування N<sub>40</sub> відбулось збільшення даного показника до 540 шт./м<sup>2</sup>, що на 27% більше (табл. 3.1.1.1).

Таблиця 3.1.1.1.

**Елементи структури врожаю та біологічна урожайність пшениці озимої залежно від досліджуваного фактору, середнє за 2019-2020 рр.**

Фактор А (перше підживлення)	Фактор В (позакореневе підживлення)	Густина продукт. стеблостою, шт./м <sup>2</sup>	Довжина колоса, см	Кількість у колосі, шт		Маса, г		Біологічна врожайність, т/га
				колосків	зерен	зерен в колосі	1000 зерен	
раннє	контроль	540	7,51	15,97	35,20	1,48	42,10	7,99
	монофосфат калію	619	7,78	16,83	35,80	1,39	38,80	8,60
пізнє	контроль	392	7,04	14,57	26,60	1,13	42,60	4,43

НІР <sub>05</sub>	монофосфат калію	419	7,24	15,29	31,27	1,27	40,76	5,32
	фактору А	38	0,24	0,98	2,21	0,07	2,33	0,43
	фактору В	31	0,18	0,76	1,56	0,06	1,65	0,37

Позакореневе підживлення посівів у фазу початку виходу в трубку перешкоджає відмиранню вже сформованих продуктивних стебел і позитивно впливає на індивідуальну продуктивність рослин. Так, застосування монофосфату калію позакоренево сприяло зростанню густоти продуктивного стеблостою за умов раннього підживлення на 14,6% та на 6,9% за пізнього його внесення порівняно із контрольними варіантами.

Раннє підживлення азотними добривами мало позитивний вплив на формування довжини колосу за рахунок формування дещо більшої кількості члеників колосового стрижня, що стало можливим внаслідок кращого формування площі фотосинтезуючої поверхні рослин, яка на стадії розвитку ВВСН 31 в 1,5 рази перевищувала відповідні значення за умов пізнього внесення азотного підживлення. Так, довжина колосу за внесення азоту в I декаді лютого була на 6% більшою порівняно із варіантом його внесення в I декаді березня. Застосування позакореневого підживлення фосфорно-калійними добривами не мало суттєвого впливу на вказаний показник.

Більш раннє надходження азоту до рослини сприяло активнішому закладанню колоскових горбочків, що проявилось у збільшенні кількості колосків у колосі на 9,6% порівняно із пізнім його внесенням. Позакореневе внесення монофосфату калію сприяло подальшому збільшенню кількості колосків на 5% порівняно з контролем, як за раннього, так і за пізнього внесення азотних добрив.

За рахунок формування більшої довжини колосу із підвищеною кількістю колосків у ньому, раннє підживлення азотом забезпечувало зростання кількості зерен в колосі на 32% порівняно із пізнім його внесенням. Застосування монофосфату калію на фоні раннього підживлення азотними добривами суттєвого впливу на збільшення озерненості колосу не мало. В той же час такий агроприйом мав високу ефективність на фоні пізнього азотного підживлення, сприяючи зростанню вказаного показника на 17,5% порівняно з контролем, що узгоджується із даними інших досліджень.

Маса кожної окремої зернини і, як наслідок 1000 насінин, залежить від перебігу процесу синтезу і транспортування запасних поживних речовин із вегетативних органів у репродуктивні. Згідно отриманих даних, за всіх варіантів застосування першого підживлення створювалися сприятливі умови для проходження вказаного фізіологічного процесу, тому суттєвої різниці за масою 1000 насінин відмічено не було. Разом з тим, за рахунок формування більшої кількості зерен в колосі, відмічалось незначне зниження вказаного показника у варіантах із позакореневим внесенням монофосфату калію.

Біологічна врожайність пшениці озимої обумовлюється, в першу чергу, такими показниками, як густота продуктивного стеблостою та маси зерен з одного колосу. Як вже було сказано, час та способи застосування підживлень мали суттєвий вплив на вказані елементи, що відповідним чином і позначились

на величині біологічного врожаю рослин, який на контрольному варіанті за раннього внесення азоту був сформований на рівні 7,99 т/га, що в 1,8 рази перевищує відповідний варіант при пізнішому внесенні азоту. Застосування монофосфатукалія для обох строків використання аміачної селітри у підживлення позначилось у збільшенні біологічної врожайності на 0,61–0,89 т/га, що свідчить про доцільність застосування обраного добрива позакоренево.

Як показують проведені дослідження строк проведення азотного підживлення пшениці озимої у поєднанні з позакореневим внесенням монофосфату калію по-різному впливала на формування якісних показників зерна (табл. 3.1.1.2).

Таблиця 3.1.1.2

**Якість зерна пшениці озимої залежно від досліджуваного фактору,  
середнє за 2019-2020 рр.**

Фактор А (перше підживлення)	Фактор В (позакоренево підживлення)	Натура, г/л	Вміст білка, %	Вміст клейковини, %	ІДК, ум.од.	Класзерна ДСТУ 3768:2019
раннє	контроль	776	13,7	25,1	81	II
	монофосфат калію	762	14,1	27,0	92	II
пізнє	контроль	771	11,3	22,7	80	III
	монофосфат калію	751	12,6	23,9	85	II
НІР <sub>05</sub>	фактору А	6	0,7	1,2	5	-
	фактору В	13	0,5	0,9	2	-

Натура зерна залежить в більшій мірі від сорту та умов вирощування у фазу наливу зерна, середньодобової температури та умов зволоження, тому значного впливу досліджуваних агроприйомів на її величину відмічено не було.

Визначальними показниками в оцінці якості зерна пшениці озимої є вміст білка, кількість та якість клейковини. Як видно із результатів дослідження, раннє підживлення азотом забезпечило більш активне поглинання рослинами азоту із ґрунту та його накопичення у вегетативних органах з подальшим активним відтоком до репродуктивних органів, що проявилось у зростанні вмісту білка в зернівці на 21,3%, а кількості клейковини – на 10,6% порівняно із варіантом пізнього підживлення. Позакоренево внесення фосфорно-калійних добрив сприяло подальшій активізації вказаного процесу, проте мало різний характер впливу на накопичення білкових речовин залежно від фону першого підживлення. Так, зростання загальної білковості зерна на 11,5% було відмічено за використання монофосфату калію на фоні пізнього внесення азоту, в той час як на фоні його раннього внесення спостерігалось збільшення кількості клейковини на 7,6% порівняно з контролем.

Якість клейковини, яка визначається показником ІДК, не залежала від досліджуваних агроприйомів, оскільки вирішальним фактором її формування є вплив температури і вологості повітря у фазу воскової стиглості зерна.

Загалом, згідно ДСТУ 3768:2019 «Пшениця. Технічні умови», зерно пшениці озимої усіх дослідних варіантів відноситься до 2–3 класу якості продовольчого напрямку і може бути використане у борошномельній і хлібопекарській галузі та для експортування.

## **ВИСНОВКИ**

1. Своєчасне внесення азотних добрив у дозі  $N_{40}$  у перше підживлення та застосування у баковій суміші для позакореневої обробки рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 монофосфату калію (1 л/га).
2. За рахунок зростання окремих елементів структури врожаю, внесення азоту в I декаді лютого сумісно із підживленням фосфорно-калійними добривами забезпечило формування 8,6 т/га зерна 2 класу якості.

### **3.1.2. Особливості роботи пігментного комплексу рослин пшениці озимої залежно від способу внесення добрив**

*Об'єкт дослідження:* Фотосинтетичний (пігментний) комплекс листків рослин пшениці озимої сортів Шестопалівка та Мейсон.

*Предмет дослідження:* Вплив припосівного внесення калійних добрив та різних варіантів позакорневих підживлень (карбамід; карбамід + Mg; карбамід + Mg + монофосфат калію) у фазу ВВСН 31 на вміст хлорофілів, каротиноїдів та роботу світлозбирального комплексу рослин пшениці озимої.

*Мета дослідження* – визначення впливу способу внесення добрив на стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

#### **Завдання дослідження**

-Оцінити вихідний стан пігментного комплексу рослин різних сортів пшениці озимої до проведення підживлень.

-Визначити вплив припосівного внесення калійних добрив на вміст хлорофілів та каротиноїдів у фазу ВВСН 31.

-Дослідити динаміку змін пігментів на 3-й та 10-й день після позакорневих підживлень.

-Встановити ефективність різних бакових сумішей добрив щодо стабілізації функціонування фотосинтетичного апарату рослин.

-Порівняти реакцію сортів Шестопалівка та Мейсон на застосовані агроприйоми та визначити найбільш оптимальний спосіб живлення.

#### **Наукова новизна дослідження.**

1. Уперше встановлено сортові особливості реакції пігментного комплексу пшениці озимої на поєднання припосівного внесення калію та позакорневих підживлень у фазу ВВСН 31, що проявилось у відмінній динаміці накопичення хлорофілів та каротиноїдів у сортів Шестопалівка і Мейсон.

2. Виявлено закономірності зростання вмісту пігментів після обробки баковими сумішами, зокрема найвищу ефективність комбінації карбамід + Mg + монофосфат калію у підвищенні хлорофілу а, хлорофілу b та стабілізації співвідношення Хл.а/Хл.в.

3. Уточнено механізм формування активності світлозбирального комплексу (СЗК): доведено, що підживлення Mg і РК забезпечує короткочасне підвищення СЗК на 3-й день з подальшою стабілізацією на 10-й день, що відображає адаптацію рослин до зміни умов освітлення.

4. Вперше підтверджено посилення адаптивних властивостей сорту Мейсон, який демонструє вищу чутливість пігментного комплексу до позакореневого живлення, що особливо проявляється у зростанні хлорофілу b.

**Теоретичне і практичне значення.** Отримані результати поглиблюють теоретичні уявлення про фізіолого-біохімічні механізми регуляції пігментного комплексу пшениці озимої під дією різних систем живлення, зокрема щодо реакції хлорофілів і каротиноїдів на азотно-магнієво-фосфорні підживлення. Практичне значення роботи полягає у визначенні найбільш ефективних способів позакореневої обробки (карбамід + Mg + РК), які забезпечують стабільне функціонування фотосинтетичного апарату, посилення адаптації рослин до стресових умов та підвищення потенційної продуктивності сортів у зоні Південного Степу України.

З кожним роком відбувається подальше вдосконалення технології вирощування такої важливої продовольчої культури як пшениця озима. Однак все ще залишається низка факторів, які відіграють важливий вплив на формування якості та величину майбутнього врожаю. Одним із них виступає раціональне внесення мінеральних добрив, при оптимальному поєднанні яких забезпечується збільшення врожаю та поліпшення якісних показників зерна пшениці озимої.

Важливою складовою процесу формування вегетативних та генеративних органів культури є фотосинтетична діяльність посівів. Підтримання активного функціонування фотосинтетичного апарату листків пшениці озимої протягом фази виходу в трубку, на яку припадає період інтенсивного росту і розвитку рослин та максимального поглинання вологи та поживних речовин, є одним із вирішальних чинників формування високого і якісного врожаю культури.

Внесення мінеральних добрив є потужним засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур. За допомогою мінерального живлення відбувається регулювання росту та розвитку рослин для подальшого формування високого врожаю доброї якості. За рахунок тривалого використання добрив зберігається родючість ґрунту, рослини оптимальніше забезпечуються елементами живлення. Таким чином відбувається інтенсивний ріст рослин, накопичення біомаси, що призводить до збільшення врожайності та покращення якості продукції. Формування оптимального поживного режиму рослин є одним із найважливіших елементів технології вирощування пшениці озимої.

Застосування добрив значно впливає на функціонування листової поверхні рослин пшениці озимої. Вони сприяють активному поглинанню фотосинтетичної активної радіації посівами пшениці озимої, але досягти їх максимального ефекту можливо лише в поєднанні з іншими агротехнологічними заходами.

Результати досліджень І. Б. Ковалишина і В. В. Шевченко підтверджують, що за позакореневої обробки фосфоровмісними добривами відбувається

збереження активності фотосинтетичного апарату й повільненню процесів старіння за репродуктивного розвитку рослин пшениці озимої.

Дослідження проводили в умовах провідних підприємств Мелітопольського району Запорізької області впродовж 2019-2021 рр. Використовували два сорти пшениці озимої: Шестопалівка – найбільш поширений у південно-східному регіоні України, який належить до сортів із фізіологічно подвійною природою та сорт Мейсон – канадський трансгенний озимий сорт пшениці, науково розроблений у 2016 році на основі нанотехнологій внаслідок трансформації клітин ДНК пшениці.

Норма висіву насіння 4,5-5,5 млн. схожих насінин на 1 га залежно від зони вологозабезпечення.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем південний з вмістом гумусу 3,2 – 3,5%, легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) 80,0 – 94,6 мг/кг, рухомого фосфору (за Мачигінім) 38 – 43 мг/кг та обмінного калію (за Мачигінім) 380 – 420 мг/кг ґрунту, рН<sub>KCl</sub> – 6,8. Повторність досліду чотириразова, площа дослідної ділянки 100 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>.

Схема двофакторного дослідження передбачала встановлення впливу припосівного внесення калійних добрив (K0; K12) та позакореневої обробки рослин різними баковими сумішами у фазу початку виходу в трубку: карбамід (N (контроль)); карбамід + сульфат магнію (N+Mg); карбамід + сульфат магнію + монофосфат калію (N+Mg+PK) на вміст основних фотосинтетичних пігментів. Норма витрати карбаміду – 10 кг/га, сульфату магнію – 2 кг/га, монофосфату калію – 1 кг/га. Для визначення вмісту пігментів свіжі листки пшениці озимої подрібнювали ножицями та наважку масою 0,1-0,2 г розтирали у фарфоровій ступці, додаючи CaCO<sub>3</sub>. Додавали 5 мл розчинника ацетон та перемішували. Після цього отриману суспензію фільтрували в суху мірну колбочку через фільтр. У ступку повторно додавали 10 мл ацетону, споліскували та фільтрували. Промивали фільтр ацетоном до повного вилучення пігментів. Отриману витяжку переливали в колбу на 50 мл та доводили розчинником до мітки і зберігали в темному місці до визначення пігментів. Уміст пігментів визначали за допомогою спектрофотометра 2800 UV/VIS СРЕКТРОФОТОМЕТР за довжини хвиль 440,5; 644 та 662 нм. Отримані дані обчислювали статистично за допомогою програми Microsoft Excel.

Раціональна система удобрення сільськогосподарських культур сприяє активному розвитку листової поверхні рослин, що позитивно впливає на процес проходження фотосинтезу та в подальшому на нагромадження сухих речовин, а відповідно і на зростання врожайності в цілому. Важливим етапом в загальній системі удобрення пшениці озимої є внесення добрив на початку відновлення весняної вегетації для забезпечення базових потреб рослин на даному етапі розвитку, адже саме в цей період починається закладка репродуктивних органів. Таке внесення добрив забезпечує формування оптимальної площі листової поверхні та тривалість її активного функціонування протягом усього весняного періоду вегетації.

Уміст хлорофілу в листках пшениці озимої впливає на процес поглинання сонячної енергії рослинами. В той же час каротиноїди є важливими пігментами, які характеризують фотосинтетичний апарат рослин та передають енергію

поглиненого кванту світла хлорофілу для здійснення фотохімічної роботи і захищають хлоропласти від фотоокислення. Як показують результати проведених досліджень (табл.3.1.2.1) аналізовані сорти пшениці озимої різнилися за вмістом пігментів та їх співвідношенням. Так, до проведення позакореневої обробки вміст хлорофілу *a* в листках рослин пшениці озимої сорту Шестопапівка був на 15%, а каротиноїдів – на 16 % більше у порівнянні із сортом Мейсон. Водночас вміст хлорофілу *b* навпаки був вищим для сорту Мейсон – на 17 %, що може бути наслідком адаптації рослин даного сорту до нестачі світла. Співвідношення Хл. *a* / Хл. *b* підтверджує вказану інформацію. Припосівне внесення калійних добрив призвело до зменшення концентрації пігментів у стадію ВВСН 31 у листках рослин обох сортів пшениці озимої, що можна пояснити активним зростанням площі листової поверхні та їхнім відповідним ростовим розбавленням.

Таблиця 3.1.2.1.

Стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 до проведення позакореневої обробки, середнє за 2020 – 2021 рр.

Сорт (фактор А)	Припосівне внесення добрив (фактор В)	Позакорене- ва обробка рослин (фактор С)	Вміст пігментів, мг/г сухої речовини			Хл. <i>a</i> Хл. <i>b</i>	Хл Кар
			хлорофіл <i>a</i>	хлорофіл <i>b</i>	каротино- їди		
Шестопапівка	K <sub>0</sub>	N (κ)	4,94 ± 0,76	1,46 ± 0,17	1,91 ± 0,30	3,38	3,35
		N +Mg	4,92 ± 0,66	1,49 ± 0,30	1,88 ± 0,21	3,30	3,41
		N +Mg+PK	4,98 ± 0,50	1,52 ± 0,12	1,88 ± 0,26	3,28	3,46
	K <sub>12</sub>	N (κ)	4,20 ± 0,99	1,64 ± 0,40	1,74 ± 0,33	2,56	3,36
		N +Mg	4,19 ± 0,94	1,64 ± 0,45	1,64 ± 0,24	2,55	3,55
		N +Mg+PK	4,21 ± 0,95	1,69 ± 0,58	1,67 ± 0,33	2,49	3,53
Мейсон	K <sub>0</sub>	N (κ)	4,22 ± 0,91	1,71 ± 0,46	1,61 ± 0,32	2,47	3,68
		N +Mg	4,33 ± 0,89	1,78 ± 0,62	1,70 ± 0,37	2,43	3,59
		N +Mg+ PK	4,28 ± 0,94	1,77 ± 0,32	1,69 ± 0,23	2,42	3,58
	K <sub>12</sub>	N (κ)	3,87 ± 1,22	1,64 ± 0,41	1,50 ± 0,44	2,36	3,67
		N +Mg	3,92 ± 1,26	1,72 ± 0,60	1,45 ± 0,37	2,28	3,89
		N +Mg+ PK	3,83 ± 1,27	1,70 ± 0,44	1,48 ± 0,26	2,25	3,74

На 3 день після проведення позакореневої обробки (табл. 3.1.2.2.) було відмічено зменшення вмісту пігментів у листках рослин усіх дослідних варіантів, що знову ж таки було зумовлено активним ростом фотосинтезуючої поверхні та зменшенням загальної маси сухої речовини. Водночас суттєвої різниці між сортами за вмістом фотосинтезуючих пігментів у цей період відмічено не було. Потрібно зазначити, що на 3 день після обробки, на відміну від попереднього періоду, достовірної різниці за вмістом пігментів між варіантами із припосівним внесенням калійних добрив та без застосування такого агроприйому відмічено не було. Позакоренева обробка рослин сприяла зростанню як вмісту хлорофілів, так і каротиноїдів для листків рослин обох досліджуваних сортів. Причому найвища ефективність вказаного агроприйому була зафіксована у варіантах комплексного застосування карбаміду із сульфатом

магнію та монофосфатом калію як на фоні припосівного внесення калійних добрив, так і без нього.

У цей період також було відмічено зменшення співвідношення Хл.а / Хл.б у порівнянні з попереднім етапом на 6-39 % залежно від варіанту досліду, що зумовлено зростанням умісту хлорофілу *b* у відповідь на збільшення площі листової поверхні та погіршення умов освітлення. Комплексне застосування добрив для позакореневої обробки (N + Mg + PK) на фоні припосівного внесення K12 сприяло більш стабільній роботі фотосинтетичного апарату рослин обох досліджуваних сортів, у результаті чого вказане співвідношення хлорофілів відрізнялося лише на 6-8 % порівняно із попереднім періодом.

Таблиця 3.1.2.2

**Стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 на 3-й день після проведення позакореневої обробки, середнє за 2020 – 2021 рр.**

Сорт (фактор А)	Припосівне внесення добрив (фактор В)	Позакоренева обробка рослин (фактор С)	Вміст пігментів, мг/г сухої речовини			Хл. а Хл. б	Хл Кар
			хлорофіл а	хлорофіл <i>b</i>	каротиноїди		
Шестопалівка	K <sub>0</sub>	N (к)	3,67 ± 0,92	1,79 ± 0,49	1,50 ± 0,87	2,05	3,64
		N +Mg	3,99 ± 0,83	1,89 ± 0,73	1,79 ± 0,25	2,11	3,28
		N +Mg+PK	4,29 ± 0,86	1,96 ± 0,46	1,55 ± 0,24	2,19	4,03
	K <sub>12</sub>	N (к)	3,81 ± 0,83	1,75 ± 0,29	1,93 ± 0,12	2,18	2,88
		N +Mg	4,08 ± 0,78	1,78 ± 0,54	1,76 ± 0,04	2,29	3,33
		N +Mg+PK	4,19 ± 0,24	1,80 ± 0,50	1,74 ± 0,25	2,33	3,44
Мейсон	K <sub>0</sub>	N (к)	3,50 ± 0,57	1,74 ± 0,41	1,51 ± 0,28	2,01	3,47
		N +Mg	3,68 ± 0,68	2,01 ± 0,52	1,80 ± 0,21	1,83	3,16
		N +Mg+ PK	4,19 ± 0,75	2,05 ± 0,31	1,47 ± 0,16	2,04	4,24
	K <sub>12</sub>	N (к)	3,61 ± 0,74	1,87 ± 0,74	1,55 ± 0,22	1,93	3,54
		N +Mg	3,99 ± 0,70	1,96 ± 0,38	1,69 ± 0,20	2,04	3,52
		N +Mg+ PK	4,11 ± 0,54	1,98 ± 0,33	1,60 ± 0,23	2,08	3,81

На 10 день після позакореневої обробки спостерігалось зростання вмісту хлорофілів (табл. 3.1.2.3), що свідчить про поступову адаптацію фотосинтетичного апарату рослин пшениці озимої до умов середовища існування. Причому для сорту Шестопалівка було відмічено збільшення вмісту як хлорофілу *a*, так і хлорофілу *b* на 6-22% та 3-7 % відповідно залежно від варіанту обробки в порівнянні із попереднім етапом. Водночас для сорту Мейсон було характерним зростання вмісту лише хлорофілу *b* на 9-32% в порівнянні з 3 днем після обробки. Позакоренева обробка рослин пшениці озимої фосфорно-калійними добривами (N + Mg + PK) сприяла подальшому зростанню вмісту хлорофілу *a* на 12-23 %, а хлорофілу *b* – на 5-37 % залежно від сорту порівняно з контролем. Тим часом найвища ефективність від вказаного агроприйому була відмічена для рослин сорту Мейсон як на фоні внесення калійних добрив, так і

без них. Уміст каротиноїдів у порівнянні з попереднім аналізованим періодом практично не змінився, що також підтверджує стабільну роботу листкового апарату на цьому етапі розвитку рослин.

Таблиця 3.1.2.3

Стан пігментного комплексу рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 на 10-й день після проведення позакореневої обробки, середнє за 2020 – 2021 рр.

Сорт (фактор А)	Приписівне внесіння добрив (фактор В)	Позакоренева обробка рослин (фактор С)	Вміст пігментів, мг/г сухої речовини			$\frac{\text{Хл. а}}{\text{Хл. б}}$	$\frac{\text{Хл}}{\text{Кар}}$
			хлорофіл а	хлорофіл b	каротиноїди		
Шестопапівка	K <sub>0</sub>	N (к)	4,47 ± 0,14	1,96 ± 0,10	1,48 ± 0,01	2,28	4,34
		N +Mg	4,80 ± 0,49	1,94 ± 0,17	1,94 ± 0,10	2,47	3,47
		N +Mg+PK	5,08 ± 0,32	2,06 ± 0,04	1,56 ± 0,14	2,47	4,58
	K <sub>12</sub>	N (к)	4,30 ± 0,14	1,92 ± 0,11	1,74 ± 0,09	2,24	3,57
		N +Mg	4,32 ± 0,25	1,94 ± 0,15	1,63 ± 0,30	2,23	3,84
		N +Mg+PK	4,80 ± 0,07	2,11 ± 0,09	1,59 ± 0,05	2,27	4,35
Мейсон	K <sub>0</sub>	N (к)	3,56 ± 0,22	1,90 ± 0,24	1,48 ± 0,04	1,87	3,69
		N +Mg	3,80 ± 0,14	2,40 ± 0,28	1,65 ± 0,15	1,58	3,76
		N +Mg+ PK	4,38 ± 0,29	2,60 ± 0,13	1,45 ± 0,06	1,68	4,81
	K <sub>12</sub>	N (к)	3,79 ± 0,67	2,08 ± 0,27	1,51 ± 0,27	1,82	3,89
		N +Mg	4,05 ± 0,90	2,42 ± 0,39	1,77 ± 0,27	1,67	3,66
		N +Mg+ PK	4,37 ± 0,67	2,62 ± 0,22	1,59 ± 0,30	1,67	4,40

Для цього етапу розвитку характерним було зростання співвідношення хлорофілів до каротиноїдів (Хл./кар.) – із 2,88-4,24 на 3 день після обробки до 3,47-4,81 на 10 день, що свідчить про переважання зелених пігментів у фотосинтетичному апараті рослин пшениці озимої та активне його функціонування. Світлозбиральний комплекс (СЗК) характеризує кількість хлорофілів, які беруть участь у передачі поглинутої енергії на пігментно-білковий комплекс і відіграють важливу роль у регуляції світлової стадії фотосинтезу. Як показують отримані дані, позакоренева обробка рослин пшениці озимої в стадію ВВСН 31 сприяла зростання кількості пігментів, які входять до СЗК на 3 день із поступовим зменшенням їхнього вмісту на 10 день (рис. 3.1.2.1).

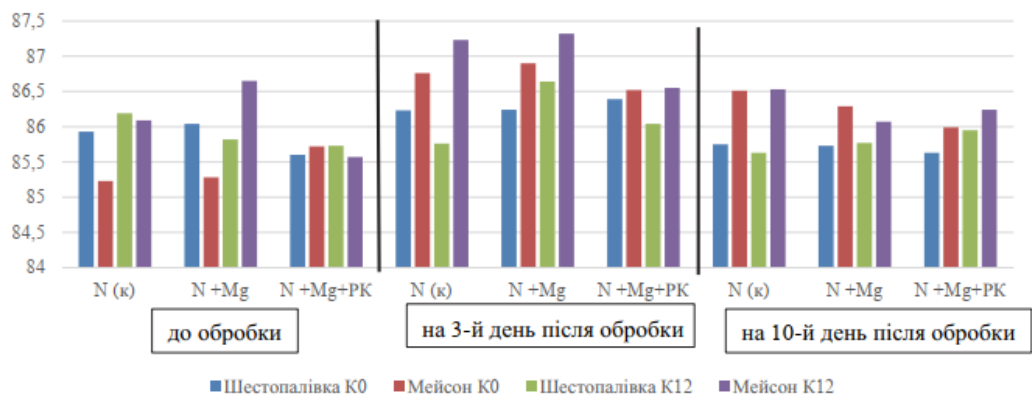


Рис. 3.1.2.1. Активність світлозбирального комплексу рослин пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів, середнє за 2020 – 2021 р.

Такий сплеск активності поглинання пігментами сонячного світла, напевно, зумовлений зростанням активності роботи ферментної системи рослин внаслідок позакореневої обробки. Найвища активність СЗК на всіх проаналізованих етапах була відмічена для рослин сорту Мейсон, що може бути наслідком адаптації до погіршення умов освітлення внаслідок активного зростання площі листової поверхні та узгоджується із представленою вище інформацією.

Результати проведених досліджень показують, що внесення добрив як при посіві, так і для позакореневого підживлення рослин сприяли зростанню площі листової поверхні протягом усього періоду вегетації (табл.3.1.2.4). Застосування калійних добрив при посіві пшениці озимої сприяло зростанню площі листової поверхні, починаючи з фази виходу в трубку, на 9-12% залежно від фази розвитку рослин, порівняно із варіантами без його застосування.

Таблиця 3.1.2.4

Динаміка формування площі листової поверхні залежно від досліджуваного фактору в середньому за 2018–2021 рр., тис. м<sup>2</sup> /га

Припосівне внесення добрив (фактор А)	Позакорене підживлення (фактор В)	Площа листової поверхні в фазу розвитку			
		кущіння	вихід в трубку	колосіння	молочна стиглість
K <sub>0</sub>	N (контроль)	20,32±0,53	39,29±0,80	38,87±0,73	15,85±0,72
	N + Mg	23,08±0,37	41,99±0,82	40,39±0,71	16,58±0,79
	N + Mg + PK	22,89±0,45	43,74±0,75	42,05±0,77	16,74±0,66
<i>Середнє по фактору А</i>		<i>22,10</i>	<i>41,67</i>	<i>40,44</i>	<i>16,39</i>
K <sub>12</sub>	N (контроль)	19,80±0,53	44,10±0,77	40,54±0,83	16,89±0,73
	N + Mg	22,66±0,50	47,34±0,69	45,13±0,64	18,32±0,88
	N + Mg + PK	24,47±0,46	48,46±0,71	46,00±0,72	18,86±0,75
<i>Середнє по фактору А</i>		<i>22,31</i>	<i>46,63</i>	<i>43,89</i>	<i>18,02</i>
<i>Середнє по фактору В</i>	<i>N (контроль)</i>	<i>20,06</i>	<i>41,70</i>	<i>39,71</i>	<i>16,37</i>
	<i>N + Mg</i>	<i>22,87</i>	<i>44,67</i>	<i>42,76</i>	<i>17,45</i>
	<i>N + Mg + PK</i>	<i>23,68</i>	<i>46,10</i>	<i>44,03</i>	<i>17,80</i>
НІР <sub>05</sub> для:	фактора А	0,16	0,12	0,11	0,14

фактора В	0,14	0,11	0,10	0,12
-----------	------	------	------	------

Характер впливу позакореневого підживлення пшениці озимої у фазу початку виходу в трубку залежав від припосівного внесення добрив. Додавання до бакової суміші для обробки рослин сульфату магнію як окремо (N + Mg), так і в комплексі з монофосфатом калію (N + Mg + РК) на фоні внесення азотного добрива сприяло зростанню площі листової поверхні на 4-14% без припосівного внесення калійних добрив та на 7-24% із його застосуванням, порівняно із контрольним варіантом. Тобто ефективність позакореневого підживлення на формування площі листової поверхні рослинами пшениці озимої в значній мірі залежить від забезпечення оптимальних умов живлення на початкових етапах росту і розвитку рослин.

Статистична обробка проведених досліджень показала, що на формування площі листової поверхні рослинами пшениці озимої значний вплив мало як припосівне внесення добрив (39,8 %), так і позакореневе підживлення рослин (51,2 %).

Чиста продуктивність фотосинтезу – інтегральний показник, за допомогою якого можна оцінити загальну продуктивність посіву. Це один із важливих елементів, який характеризує потенційні можливості рослин щодо формування врожайності та залежить від площі асиміляційної поверхні, тривалості вегетації та доступності певних факторів життя.

Важлива особливість фотосинтетичної діяльності рослин є здатність накопичувати органічну речовину за рахунок високої продуктивності фотосинтезу.

Як показують результати проведених досліджень, величина чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) в значній мірі залежала від системи удобрення досліджуваної культури (табл.3.2.1.5).

Таблиця 1.3.2.5

Чиста продуктивність фотосинтезу в середньому за 2018-2021 рр.,  
г/м<sup>2</sup>•добу

Припосівне внесення добрив (фактор А)	Позакореневе підживлення (фактор В)	Міжфазний період		
		кущіння- вихід в трубку	вихід в трубку- колосіння	колосіння- молочна стиглість
K <sub>0</sub>	N (контроль)	10,11±0,62	5,99±0,33	6,51±0,45
	N + Mg	10,53±0,57	5,33±0,43	6,68±0,34
	N + Mg + РК	10,50±0,53	5,85±0,45	6,92±0,35
<i>Середнє по фактору А</i>		<i>10,38</i>	<i>5,72</i>	<i>6,70</i>
K <sub>12</sub>	N (контроль)	9,88±0,63	10,15±0,39	6,11±0,41
	N + Mg	9,83±0,41	10,39±0,49	6,21±0,52
	N + Mg + РК	10,33±0,45	9,69±0,54	6,27±0,46
<i>Середнє по фактору А</i>		<i>10,01</i>	<i>10,08</i>	<i>6,20</i>
<i>Середнє по фактору В</i>	N (контроль)	10,00	8,07	6,31
	N + Mg	10,18	7,86	6,45
	N + Mg + РК	10,42	7,77	6,60

НІР <sub>05</sub> для:	фактора А	0,11	0,09	0,12
	фактора В	0,21	0,13	0,10

Застосування припосівного внесення калійних добрив мало позитивний ефект на величину ЧПФ лише у міжфазний період вихід в трубку – колосіння, що проявилось у зростанні вказаного показника у 1,76 рази порівняно із варіантами без його внесення.

Позакоренева обробка рослин пшениці озимої сприяла зростанню величини ЧПФ в міжфазні періоди кушіння – вихід у трубку та колосіння – молочна стиглість як на фоні внесення калійних добрив при посіві, так і без такого агрозаходу. Так, значення ЧПФ у вказані періоди за використання сульфату магнію сумісно з карбамідом для обробки рослин зростало на 3-4% на фоні  $K_0$  та на 2% на фоні  $K_{12}$  порівняно з контролем. Додавання до бакової суміші монофосфату калію сприяло подальшому зростанню ЧПФ на 4-6% на фоні  $K_0$  та на 3-5% на фоні  $K_{12}$  порівняно з контролем.

Статистична обробка проведених досліджень підтверджує отримані результати. Так, найбільшу частку впливу на величину ЧПФ мало припосівне внесення калійних добрив (93,2 %), в той час як вплив позакореневої обробки та сумісної дії досліджуваних факторів на вказаний процес був на рівні лише 1,0 %.

Загальновідомо, що площа листової поверхні та ефективність її функціонування в значній мірі впливають на величину врожайності пшениці озимої. Як показано вище, система удобрення пшениці озимої, яка була використана у досліді, мала позитивний вплив, як на формування площі листової поверхні рослин, так і загальну продуктивність посівів. Отримані нами дані досить добре підтверджуються результатами інших досліджень. Так, у дослідях групи вчених визначено, що величина площі листової поверхні змінювалася залежно від доз мінеральних добрив і у початковий період вегетації збільшувалась в 1,2–1,4 рази порівняно із неудобреним фоном. Аналогічні результати були отримані в інших дослідженнях, проведених в умовах Півдня України. Так, суттєве збільшення площі листової поверхні відмічалось у варіантах, де було поєднано осіннє внесення добрив із підживленням пшениці озимої у період весняної вегетації. Порівняно з контролем досліджуваний показник підвищився відповідно на 24,2 та 30,1 тис  $m^2/га$  або на 53,1-58,5 %.

Навіть невелика доза калію ( $K_{12}$ ), внесена при посіві пшениці озимої, за умови забезпечення іншими макроелементами ( $N_{16}P_{20}$ ) здатна впливати на розвиток асимілюючої поверхні. Аналогічні дані були отримані при застосуванні комбінації  $N_{16}P_{16}K_{16}$  при посіві, які підтверджують, що на накопичення площі листової поверхні та фотосинтетичну діяльність рослин пшениці озимої та в кінцевому підсумку на рівень урожайності зерна істотно впливають фони живлення, сформовані внесенням до сівби, і співвідношення мінеральних добрив.

Традиційно для позакореневого підживлення пшениці озимої використовується внесення азотних добрив, які здатні збільшити асиміляційну поверхню посіву. Так, існують дані, що проведення позакореневого підживлення азотним добривом у фазу початку трубкування дозою  $N_{60}$  дозволило збільшити площу листя до 43,2 тис  $m^2/га$  або на 24,8 % порівняно із неудобреним фоном [9].

Однак в посушливих умовах Півдня України внесення такої кількості діючої речовини азоту може призвести до пошкодження рослин внаслідок негативного впливу високих температур повітря під час внесення. Тому для посушливих умов доцільнішим є використання низьких доз азоту із сумісним внесенням сульфату магнію, що сприяє підвищенню ефективності процесу фотосинтезу, оскільки обидва елементи є основними компонентами хлорофілу.

Сумісне використання в системі удобрення культури припосівного внесення калійних добрив на фоні внесення  $N_{16}P_{20}$  та позакореневого підживлення у фазу початку виходу в трубку комплексом азотно-фосфорно-калійних добрив із додаванням сульфату магнію мало найвищу ефективність на зростання площі листової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу. Отримані дані дають підставу вважати, що внесення навіть невеликої кількості діючої речовини кожного окремого елементу живлення при поєднанні їх у комплексну систему, сприяє зростанню їх симбіотичної взаємодії, що і проявляється у збільшенні продуктивності культури.

Отриманий нами ефект підвищення урожайності пшениці озимої за рахунок корегування системи живлення виявився дещо нижчим ефекту від застосування комплексних водорозчинних добрив для позакореневого підживлення сумісно із фоновим внесенням класичних макродобрив. Разом з тим, отримані дані дають підставу стверджувати про доцільність застосування низьких доз основних макроелементів при їх комплексному поєднанні в системі живлення пшениці озимої в умовах Південного Степу України.

## ВИСНОВКИ

1. Своєчасне внесення азотних добрив у дозі  $N_{40}$  у перше підживлення та застосування у баковій суміші для позакореневої обробки рослин пшениці озимої у стадію ВВСН 31 монофосфату калію (1 л/га). За рахунок зростання окремих елементів структури врожаю, внесення азоту в I декаді лютого сумісно із підживленням фосфорно-калійними добривами забезпечило формування 8,6 т/га зерна 2 класу якості.
2. Результати досліджень застосування мінеральних добрив у якості припосівного внесення та позакореневого підживлення пшениці озимої сорту Шестопалівка в умовах Південного Степу України показали наступне:
  - за використання даного агроприйому було відмічено зростання вмісту хлорофілу *a* на 10-17%, а хлорофілу *b* – на 3-10% порівняно з контролем;
  - припосівне внесення калійних добрив у дозі  $K_{12}$  сприяло більш інтенсивному формуванню площі листової поверхні рослинами пшениці озимої;
  - застосування для позакореневого підживлення комбінації  $N + Mg + PK$  сприяло зростанню площі асимілюючої поверхні на 6-24% як на фоні припосівного внесення калійних добрив, так і без нього;
  - на ефективність роботи листового апарату рослин в більшій мірі впливає стартове внесення добрив, аніж їх застосування в період вегетації рослин.
3. Корегування системи живлення рослин на різних етапах росту й розвитку сприяє збільшенню вмісту фотосинтетичних пігментів у листках рослин пшениці

озимої, що в майбутньому впливає на продуктивність рослин та на формування якості отриманого зерна.

### 3.1.3. Прогнозування урожайності пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) із використанням метеорологічних показників для Південного Степу України

*Об'єкт дослідження* – особливості формування урожайності пшениці озимої залежно від агрометеорологічних факторів.

*Предмет дослідження* – урожайність, температура (мінімальна, середня, максимальна), сума активних температур, сума опадів, відносна вологість повітря (мінімальна, середня), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) та коефіцієнт зволоження (КЗ).

**Мета даного дослідження** полягала у виявленні основних агрометеорологічних факторів, які пояснюють зміну врожайності пшениці озимої в умовах Південного Степу України та побудові математичної моделі урожайності культури на основі виявлених стресових чинників.

#### **Завдання**

- Визначити основні погодні фактори, що впливають на коливання урожайності.
- Провести кореляційний та регресійний аналіз залежності урожайності від кліматичних показників.
- Побудувати рівняння множинної регресії для прогнозування урожаю.
- Оцінити точність і практичність моделі для умов Південного Степу.

**Наукова новизна:** Уперше побудовано математичну модель прогнозування урожайності пшениці озимої для Південного Степу на основі ключових метеофакторів з високим рівнем детермінації ( $R^2 = 0,9748$ ). Визначено найбільш інформативні погодні індикатори формування врожаю.

**Теоретичне і практичне значення:** Результати дослідження уточнюють теоретичні основи впливу метеорологічних факторів на продуктивність пшениці озимої та дозволяють використовувати математичні моделі для прогнозування врожаю в умовах кліматичних змін. Практично отримане рівняння регресії є інструментом для агрономічного планування, оцінки ризиків, оптимізації застосування ресурсів і підвищення адаптивності технологій вирощування.

Зростання чисельності населення планети та збільшення споживання продуктів харчування ставлять перед сільським господарством, зокрема і рослинництвом, підвищені вимоги щодо забезпечення продовольчої безпеки. Прогнозується, що до 2050 року попит на сільськогосподарську продукцію збільшиться майже вдвічі, що потребує відповідного підвищення валового виробництва зерна. Аналітики ФАО виділяють три основних джерела збільшення продукції рослинництва – це зростання кількості посівних площ, запровадження зрошення та підвищення урожайності основних сільськогосподарських культур. Однак існує думка, що більшість країн світу вже досягли свого максимуму по всім із вказаних джерел. Враховуючи, що галузь рослинництва вкрай чутлива до мінливих факторів зовнішнього середовища,

прогнозується, що вже до 2030 року внаслідок змін клімату, які спостерігаються за останні десятиріччя, в більшості країн світу відбуватиметься зниження врожайності сільськогосподарських культур.

Очікується, що зміни клімату матимуть значний вплив на природні ресурси, світову економіку та здоров'я населення планети. Згідно п'ятої оціночної доповіді Міжурядової групи експертів по змінам клімату, температура біля поверхні Землі з кожним наступним десятиріччям зростає, а характер опадів стає все більш непередбачуваним – тривалі посухи змінюються рясними зливами. Висуваються припущення, що такі зміни будуть лише посилюватися протягом найближчих років, що відповідним чином вплине на розвиток всіх галузей народного господарства, зокрема і сільського господарства, яке є стратегічною і найбільш ефективною галуззю економіки України. В першу чергу ці зміни вплинуть на ріст та розвиток сільськогосподарських культур, вирощування яких є основою формування продовольчої безпеки країни. Мінливість характеру погодних умов впливає на проходження процесу фотосинтезу та на дотримання його балансу із диханням рослин, пришвидшує проходження міжфазних періодів, а відповідно і самої вегетації сільськогосподарських культур, знижує ефективність використання вологи посівами, призводить до пошкодження рослин внаслідок порушення клітинних структур і метаболічних процесів. Все це ускладнює отримання високих сталих врожайів провідних культур і потребує більш детального вивчення впливу окремих погодних факторів на величину врожаю.

В структурі посівних площ сільськогосподарських культур України найбільшу частку займають зернові (понад 50%), причому понад 40% з них припадає на пшеницю озиму (за даними департаменту статистики сільського господарства та навколишнього середовища України). Щорічно загальна площа пшениці озимої коливається в межах 6,0-6,7 млн. га залежно від умов, які складаються на момент посіву. Степова зона України є важливим регіоном вирощування культури, на частку якої припадає понад 50% посівних площ та понад 45% валового виробництва зерна країни. Природно-кліматичні умови та родючі ґрунти зони сприяють вирощуванню пшениці озимої і дозволяють отримувати високоякісне продовольче зерно в обсягах, достатніх для забезпечення як внутрішніх потреб, так і формування експортного потенціалу держави. Водночас саме південь України відноситься до зони ризикованого землеробства, яка найбільше піддається впливу стресових факторів зовнішнього середовища.

Протягом своєї вегетації пшениця озима перебуває під впливом багатьох екологічних факторів абіотичної, біотичної та антропогенної природи. Серед факторів неживої природи найбільш суттєву дію на ріст та розвиток сільськогосподарських культур мають температура, вологість та освітленість території. За даними Всесвітньої метеорологічної організації, опади визначають 75% мінливості урожайності пшениці в Індії, від 36 до 80% – у преріях США, від 36 до 62% – у преріях Канади (провінція Саскачеван). Дослідження встановили, що засухи і висока температура в період 1964-2007 років призвели до зниження врожайності на 9-10%. Дефіцит вологи у ґрунті під час проростання насіння і з'явлення сходів завдає великої шкоди майбутнім посівам, знижуючи густоту

стеблостою, в період кущіння – загальну, а в подальшому і продуктивну кущистість, в період колосіння-цвітіння – озерненість колоса, а при наливі зерна – масу 1000 зерен. Особливо шкідливий вплив екстремальних кліматичних змін в репродуктивний період розвитку рослин.

Прогнозування урожайності сільськогосподарських культур, зокрема і пшениці озимої, набуває все більшого значення з метою передбачення валового виробництва зерна, забезпечення продовольчої безпеки держави та оптимізації методів керування сільськогосподарськими угіддями.

Моніторинг та прогноз урожайності може бути здійснений із використанням різноманітних джерел інформації, які можуть включати безпосередні спостереження за ростовими процесами культури в полі, метеорологічні дані за період вегетації досліджуваної культури, використання вегетаційних індексів NDVI, біофізичного параметру (FAPAR) тощо. Наприклад, Об'єднаний дослідний центр (JRC) Європейської комісії, починаючи з 1993 року, забезпечує своєчасне прогнозування урожайності сільськогосподарських культур для країн-членів Європейського союзу за допомогою системи MARS-Crop (MCYFS). Окрім того дана система дозволяє оцінити вплив змін клімату на сільськогосподарське виробництво за рахунок моделювання різних кліматичних сценаріїв за допомогою програми Biophysical Models Applications (BioMA).

Широкого поширення набула також імітаційна модель WOFOST, яка розраховує щоденне накопичення біомаси культурами на основі температурних даних, тривалості світлового дня, сонячної радіації і генетичних характеристик культури. Науковцями США була розроблена інша модель прогнозування урожайності сільськогосподарських культур – EPIC, яка базується на застосуванні інформації щодо ґрунтово-кліматичних умов регіону та ефективності поглинання рослинами ФАР.

Враховуючи той факт, що для більшості країн світу на даний час все ще обмежений доступ до вищенаведених систем прогнозування, активно використовується статистичне моделювання на основі побудови багатовимірних регресійних моделей.

Основним матеріалом для опрацювання послужили річні звіти відділу агропромислового розвитку Мелітопольської райдержадміністрації Запорізької області щодо урожайності пшениці озимої, дані Державної статистичної служби України ([www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)) за період з 2011 по 2019 рік та метеорологічні дані метеостанції міста Мелітополь за 2010-2019 роки.

Досліджували урожайність зерна пшениці озимої сорту Шестопалівка, вирощеного в агропідприємствах Мелітопольського району за однаковою технологією, загальноприйнятою для зони Південного Степу України. Попередниками щорічно виступали чорний пар, вико-вівсяна суміш (зайнятий пар), горох, пшениця озима та соняшник, що дало можливість ідентифікувати особливості реакції досліджуваної культури як на погодні умови періоду вегетації, так і агротехнічні фактори технології вирощування.

Для досягнення поставленої мети було проведено кореляційний та регресійний аналізи: розрахована міцність кореляційних зв'язків між агрокліматичними показниками та врожайністю культури; визначено комплекс погодних факторів, що мають суттєвий вплив на врожайність пшениці озимої;

встановлено модель залежності врожайності пшениці озимої від погодних умов, що склалися в Запорізькій області у 2010-2019 рр.; отримано рівняння регресії, яке можна використовувати для побудови статистичних прогнозів.

Серед погодних факторів було досліджено: температура (мінімальна, середня, максимальна), сума активних температур, сума опадів, відносна вологість повітря (мінімальна, середня), гідротермічний коефіцієнт (ГТК) та коефіцієнт зволоження (КЗ).

Гідротермічний коефіцієнт розраховували за методикою Г.Т. Селянинова за формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{R \times 10}{\sum t}$$

де  $R$  – сума опадів за період з температурами повітря вище  $+10^{\circ}\text{C}$ , мм;

$\sum t$  – сума температур повітря вище  $+10^{\circ}\text{C}$  за той самий період,  $^{\circ}\text{C}$ .

Коефіцієнт зволоження за Н.М. Івановим визначали за формулою:

$$\text{КЗ} = \frac{R}{E}$$

де  $R$  – сума опадів за період, мм;

$E$  – випаровуваність за той самий період, мм.

Випаровуваність розраховували за модифікованою емпіричною формулою (Kolpakov & Sukharev, 1988):

$$E = 0,0018 \times (25 + t)^2 \times (100 - \alpha)$$

де  $t$  – середня температура повітря за певний період,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\alpha$  – середня вологість повітря за той самий період, %.

Для побудови моделі залежності врожайності пшениці озимої від погодних факторів було використано функцію лінійної залежності (Pearson, 1901):

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

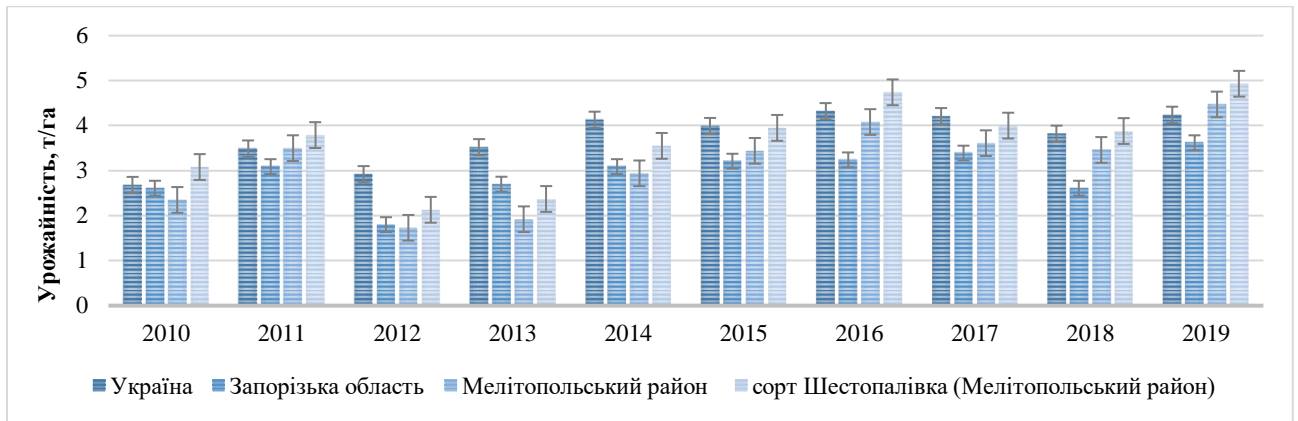
де  $y$  – урожайність пшениці озимої, т/га;

$a_0, a_1, a_2, a_n$  – коефіцієнти лінійної регресії.

$x_1, x_2, x_n$  – погодні фактори.

Для статистичної оцінки побудованої моделі було розраховано коефіцієнт множинної кореляції, коефіцієнт детермінації, скоригований коефіцієнт детермінації,  $t$ -критерій та  $F$ -критерій, встановлено рівень значущості та стандартну похибку оцінки. Статистичну обробку даних було виконано за допомогою комп'ютерних програм Microsoft Office Excel та Gretl.

На сьогодні Україна займає сьоме місце в світі за виробництвом зерна пшениці озимої – її вклад у загальносвітове валове виробництво становить майже 4% (Grain: world markets and trade, 2020). Середня врожайність зерна в світі сягає приблизно 3,1 т/га, а в розвинених європейських країнах – в межах 5,6 т/га. Що стосується України, то середня врожайність за останні десять років знаходиться в межах 3,73 т/га (рис.3.1.3.1), що відповідає світовим значенням, але суттєво відстає від європейського рівня.



**Рисунок 3.1.3.1** Коливання урожайності пшениці озимої по рокам.

Щодо Запорізької області та Мелітопольського району, то середня врожайність за вказаний період становила 2,94 та 3,15 т/га відповідно. Причому кореляційним аналізом було встановлено сильну залежність між величиною врожайності у вказаних регіонах та середньою по Україні ( $r = 0,79$ ). Тобто аналіз врожайності пшениці озимої по рокам в умовах Мелітопольського району буде досить повно відображати її загальну тенденцію по Україні.

Враховуючи, що лідером за посівними площами в Мелітопольському районі (22-53% від загальної посівної площі) є сорт Шестопалівка (Bilousova, 2018), урожайність якого дуже сильно корелює із середньою по району ( $r = 0,99$ ) та в цілому по Україні ( $r = 0,77$ ), то для оцінки впливу метеорологічних чинників на врожайність пшениці озимої та її подальшого прогнозування було використано динаміку зміни врожайності саме цього сорту.

В останні роки більшість агропідприємств Півдня України почало використовувати енергоощадну технологію вирощування пшениці озимої, яка є найбільш прийнятною за стресових умов регіону. За таких технологій особливого значення набуває сівозміна, оскільки правильний добір попередників дозволяє знизити застосування пестицидів за рахунок поліпшення фітосанітарного стану посівів (Ekström, & Ekbo, 2011). Основними попередниками пшениці озимої в Південному Степу України на сьогоднішній день є чорний пар, зайнятий пар, горох, повторні посіви пшениці та соняшник (табл.3.1.3.1).

Таблиця 3.1.3.1

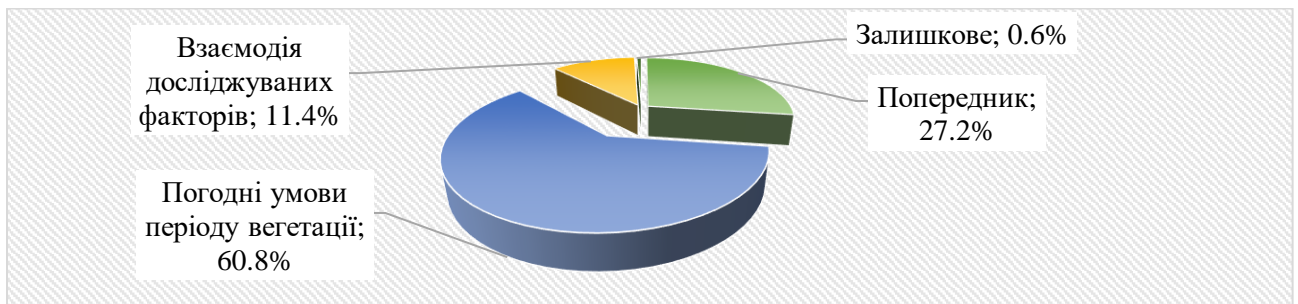
Урожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка залежно від впливу попередника, т/га

Попередник	Рік урожаю										Середн є по рокам
	2010 р.	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	
чорний пар	3,31	4,47	3,46	3,67	3,96	4,42	5,42	4,94	4,25	5,31	4,32
зайнятий пар	3,57	4,04	1,72	2,39	4,67	4,47	5,21	3,50	4,99	5,30	3,99
горох	3,23	3,33	2,80	2,88	4,03	4,22	5,08	4,20	3,98	5,02	3,88

пшениця озима	2,89	3,54	1,22	1,39	2,78	3,40	3,65	2,54	2,67	4,85	2,89
соняшник	2,39	3,59	1,43	1,51	2,33	3,25	4,33	3,30	3,53	4,15	2,98
Середнє по попередника м	3,08	3,79	2,13	2,37	3,55	3,95	4,74	3,70	3,88	4,93	3,61

$HR_{05}$  для фактора рік 0,40, для фактора попередник 0,57

Отримані результати показують, що високу врожайність (на рівні середньосвітової) в умовах дослідного регіону забезпечують лише парові попередники та горох. Щодо таких попередників, як повторні посіви пшениці та соняшник, то для них було встановлено таку закономірність, що за сприятливих погодних умов протягом вегетації (2011 та 2015-2019 роки) урожайність по таким попередникам знижувалась на 20-30%, порівняно з паровими, а за стресових умов (2012-2013 роки) – на 60-65%. Тобто, окрім агротехнічних факторів технології вирощування, в досліджуваному регіоні суттєвого впливу набувають погодні умови в період вегетації пшениці озимої, що і підтверджується статистичною обробкою отриманих результатів (рис.3.1.3.2). Подібні дані були отримані й в інших наших дослідженнях.



**Рисунок 3.1.3.2.** Частка впливу досліджуваних факторів на врожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка.

Для виявлення погодних факторів, які мають суттєвий вплив на формування врожайності пшениці озимої було проведено кореляційний аналіз. Серед усіх досліджуваних параметрів для 18 було встановлено середню (помітну) та високу лінійну кореляційну залежність згідно із шкалою Чеддока (табл.3.1.3.2).

Таблиця 3.1.3.2

Результати кореляційного аналізу впливу погодних факторів на урожайність пшениці озимої, 2010-2019 рр.

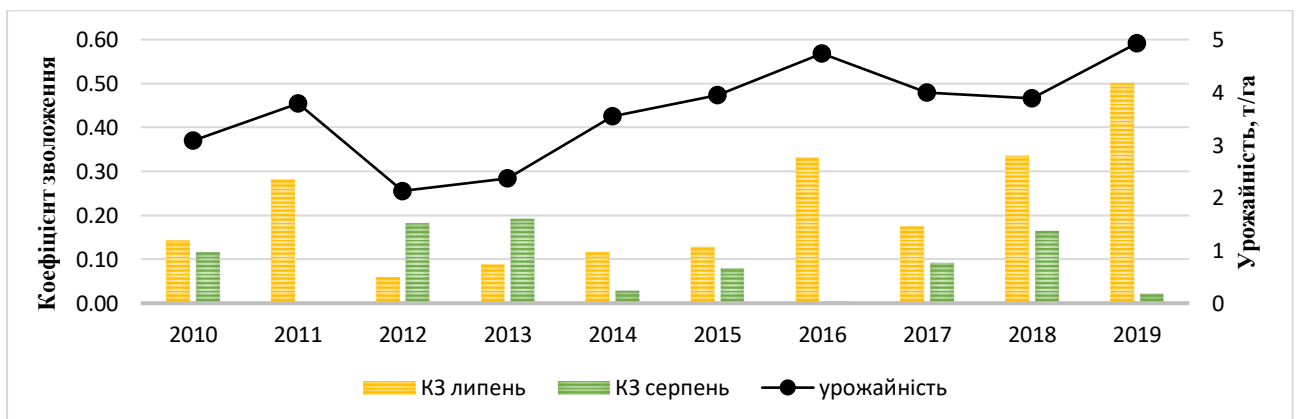
Показник	Коефіцієнт кореляції	Показник	Коефіцієнт кореляції	Показник	Коефіцієнт кореляції
Сума опадів за серпень	-0,61	Середня t за серпень	0,63	Середня із $t_{\min}$ за березень	0,53

Сума опадів за листопад	0,67	Середня t за травень	-0,69	Середня із $t_{\min}$ за травень	-0,62
Сума опадів за квітень	0,51	КЗ липня	0,82	Середня із $t_{\max}^{***}$ за липень	-0,60
ГТК у квітні	0,58	КЗ серпня	-0,76	Середня із $t_{\max}$ за серпень	0,67
ВВП у серпні	-0,79	КЗ листопада	0,57	Середня із $t_{\max}$ за лютий	0,54
Середня $t^*$ за липень	-0,66	Середня із $t_{\min}^{**}$ за серпень	0,57	Середня із $t_{\max}$ за травень	-0,69

Примітка. \*t – температура повітря  
 \*\* $t_{\min}$  – мінімальна температура повітря  
 \*\*\* $t_{\max}$  – максимальна температура повітря

Враховуючи, що показники суми опадів, температури та відносної вологості повітря є складовими частинами при розрахунку коефіцієнту зволоження (КЗ) та гідротермічного коефіцієнту (ГТК), то з подальшої оцінки було виключено такі показники, як середня та середня із максимальних температур повітря за липень; сума опадів за серпень, середня та середня із максимальних та мінімальних температур повітря за серпень, середня відносна вологість повітря у серпні; сума опадів за квітень; середня із мінімальних та максимальних температур за травень та коефіцієнт зволоження листопада, які мають меншу силу впливу на врожайність пшениці озимої, порівняно із комплексним показником за відповідний місяць.

Проведений аналіз показує, що в допосівний період на формування майбутнього врожаю найбільш суттєвий вплив мають коефіцієнти зволоження липня і серпня (рис.3.1.3.3). Тобто, співвідношення опадів і випаровуваності, яке відображає коефіцієнт зволоження, впливає на природні екосистеми більше, ніж абсолютна кількість опадів сама по собі.

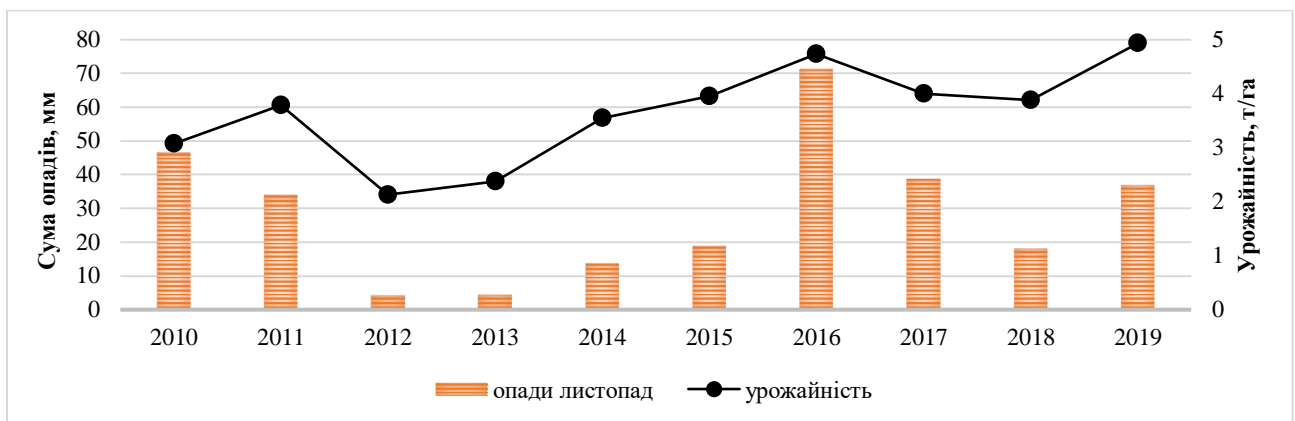


**Рисунок 3.1.3.3.** Урожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка та коефіцієнт зволоження за липень і серпень.

Як видно із даних рис.3.1.3.3, найбільша врожайність пшениці озимої була відмічена в 2016 та 2019 роках на рівні 4,74 та 4,93 т/га відповідно, що співпадає із найвищими значеннями КЗ в липні (0,33-0,50) та найнижчими в серпні (0,00-0,02). Найменша врожайність за досліджуваний період була відмічена в 2012 та 2013 роках (2,13 та 2,37 т/га відповідно), коли і спостерігалися найнижчі значення КЗ в липні (0,06-0,09) та найвищі в серпні (0,18-0,19).

Слід відмітити, що за величиною КЗ в другій половині літа досліджуваний регіон характеризується бідним зволоженням, за виключенням липня 2019 року (недостатнє зволоження), що є однією із причин недобору врожаїв в зоні Південного Степу України.

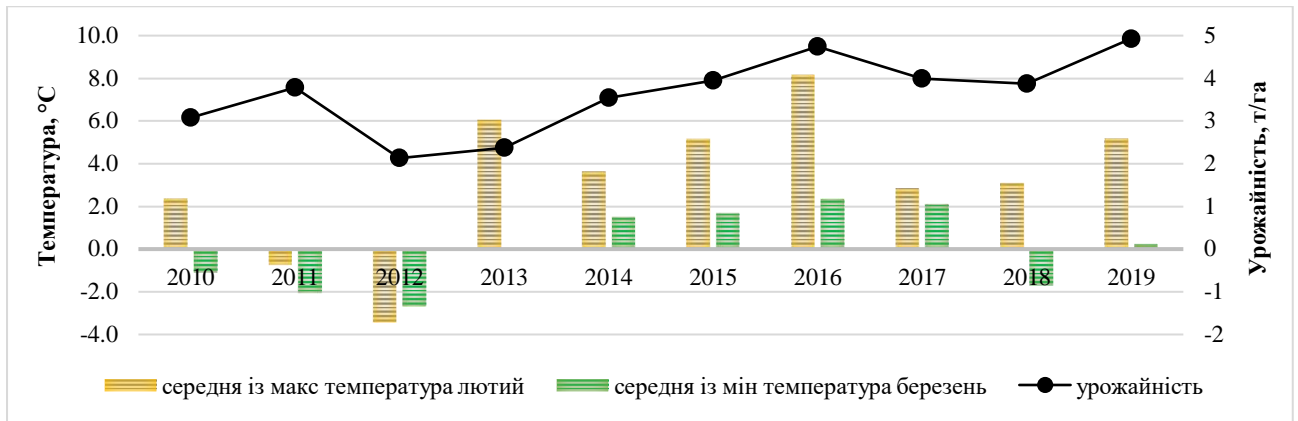
В осінній період розвитку рослин пшениці озимої найбільш суттєвий вплив мала кількість опадів за листопад (рис. 3.1.3.4), на який в умовах досліджуваного регіону припадає період загартування рослин перед перезимівлею.



**Рисунок 3.1.3.4.** Урожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка та сума опадів за листопад.

Найбільшу кількість опадів за вказаний місяць було зафіксовано в 2016 році – 71,1 мм, що майже в два рази більше за середньобогаторічну норму і співпадає з однією із найбільших величин урожайності пшениці озимої. Аналіз даних вказує на те, що ріст суми опадів за листопад супроводжується збільшенням урожайності пшениці. Загалом для формування урожайності понад 3,8 т/га кількість опадів за листопад повинна перевищувати 34 мм.

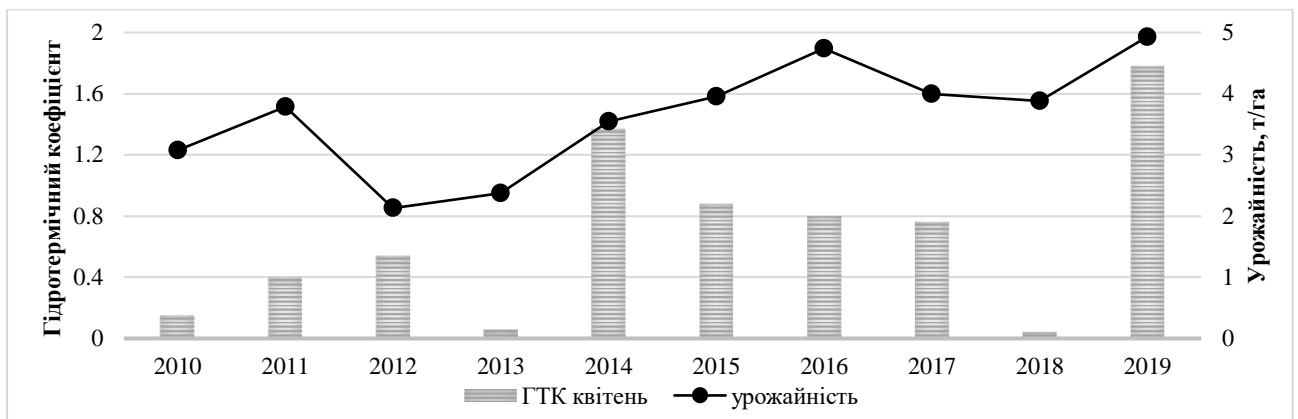
В період відновлення вегетації пшениці озимої, яка в досліджуваному регіоні за останні 10 років припадала на період з 5 березня по 1 квітня, значний вплив на регенерацію рослин після перезимівлі мали середня із максимальних температур за лютий та середня із мінімальних температур за березень (рис.3.1.3.5). Саме на цей період припадають II-III етапи органогенезу, що супроводжуються закладанням осей другого порядку та диференціацією осі колоса на членики колосового стрижня, тобто відбувається активне формування зачатків майбутнього колосу.



**Рисунок 3.1.3.5.** Урожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка та середня із максимальних температур за лютий і середня із мінімальних температур за березень.

Оцінка термічних ресурсів за період лютий-березень показує, що високі у межах років показники урожайності можна отримати за відсутності тривалих періодів мінусових температур у лютому та її різких коливань у березні місяці, що дає можливість рослинам активно засвоювати ті елементи живлення, які вносяться в перше регенеративне підживлення.

У весняний період розвитку велике значення при формуванні врожаю досліджуваної культури мають гідротермічні умови квітня (рис.3.1.3.6) та середня температура за травень (рис.8), оскільки саме на цей період припадають фази активного наростання вегетативної маси та перехід від вегетативного до репродуктивного розвитку рослин. На цей період припадає процес формування і дозрівання всіх органів колоса, запилення і запліднення зернівки.

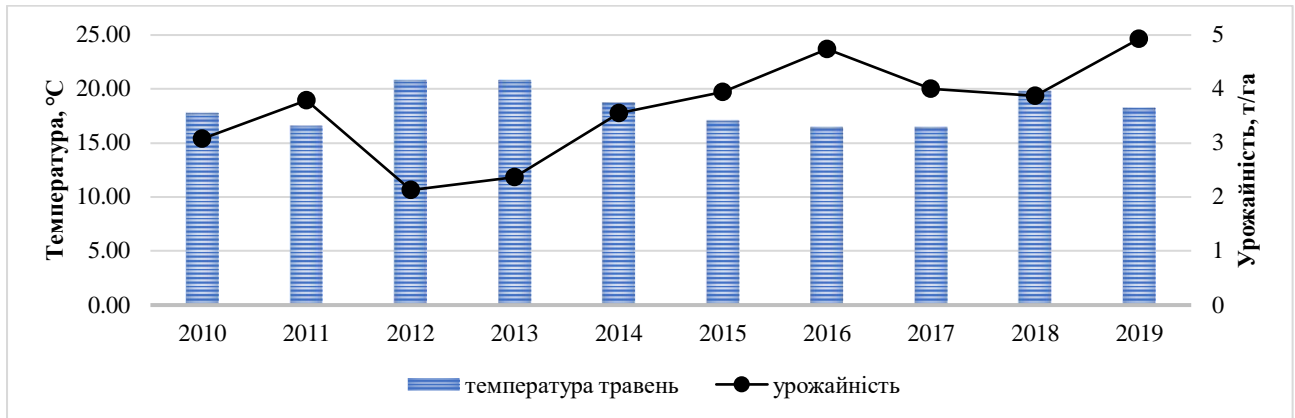


**Рисунок 3.1.3.6.** Урожайність пшениці озимої сорту Шестопалівка та гідротермічний коефіцієнт квітня.

Аналіз узагальненої характеристики тепло- і вологозабезпеченості квітня показав, що для отримання урожайності пшениці озимої на рівні 3,55-4,74 т/га значення ГТК повинно бути в межах від 0,8 (слабка посуха) до 1,4 (достатнє вологозабезпечення). Для подальшого зростання врожайності (до 5,0 т/га), гідротермічні умови квітня повинні характеризуватися як надмірно зволожені (ГТК = 1,8).

Високі температури в травні (рис.3.1.3.7) негативно позначаються на продуктивності рослин за рахунок зниження інтенсивності ростових процесів,

передчасного відмирання нижніх ярусів листків та скорочення міжфазних періодів колосіння – цвітіння – досягання зерна. Високі температури у фазу колосіння спричиняють пошкодження квіток у колосі, в результаті чого при настанні наступних фаз розвитку колос дуже швидко засихає і біліє – так зване явище білоколосиці. Дія високої температури в період цвітіння спричиняє стерильність квіток і обпадання зав'язей, що призводить до череззерниці колоса.



**Рисунок 3.1.3.7.** Урожайність пшениці озимої та середня температура за травень.

Аналіз температурного режиму травня за період з 2010 по 2019 рік показав, що найбільш комфортні умови для росту і розвитку рослин пшениці озимої в репродуктивний період складаються за середньодобової температури травня на рівні 16,4-19,8°C.

Загалом проведений аналіз підтверджує суттєвий вплив обраних параметрів на величину врожаю пшениці озимої сорту Шестопалівка.

Для виявлення сумісної дії досліджуваних факторів було проведено множинний кореляційний аналіз та побудована матриця парних коефіцієнтів кореляції (табл.3.1.3.3).

Таблиця 3.1.3.3

Кореляційна матриця, N = 50								
	y	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>	x <sub>6</sub>	x <sub>7</sub>
y	1,0	0,82	-0,76	0,67	0,54	0,53	0,58	-0,69
x <sub>1</sub>	0,82	1,0	-0,52	0,52	0,33	0,05	0,39	-0,31
x <sub>2</sub>	-0,76	-0,52	1,0	-0,63	-0,27	-0,45	-0,64	0,77
x <sub>3</sub>	0,67	0,52	-0,63	1,0	0,40	0,40	0,16	-0,77
x <sub>4</sub>	0,54	0,33	-0,27	0,40	1,0	0,75	0,24	-0,25
x <sub>5</sub>	0,53	0,05	-0,45	0,40	0,75	1,0	0,50	-0,53
x <sub>6</sub>	0,58	0,39	-0,64	0,16	0,24	0,50	1,0	-0,28
x <sub>7</sub>	-0,69	-0,31	0,77	-0,77	-0,25	-0,53	-0,28	1,0

де y – урожайність пшениці озимої, т/га;

$x_1$  – коефіцієнт зволоження в липні;  
 $x_2$  – коефіцієнт зволоження в серпні;  
 $x_3$  – сума опадів за листопад, мм  
 $x_4$  – середня із максимальних температур повітря за лютий, °С;  
 $x_5$  – середня із мінімальних температур повітря за березень, °С;  
 $x_6$  – ГТК за квітень;  
 $x_7$  – середня температура повітря за травень, °С.

В подальшому для виділених факторів було проведено множинний регресійний аналіз, за результатами якого було отримано наступне рівняння залежності урожайності пшениці озимої ( $y$ ) від погодних умов періоду вегетації:

$$y = 6,3258 + 4,9618 x_1 + 0,0234 x_2 - 0,0062 x_3 - 0,0124 x_4 + 0,1930 x_5 + 0,0230 x_6 - 0,1946 x_7$$

Основні показники множинної регресії з відібраними факторами наступні: коефіцієнт множинної кореляції  $R = 0,9873$ ; коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,9748$ ; скоригований коефіцієнт детермінації  $R^{2*} = 0,8868$ ; стандартна похибка оцінки  $S = 0,3050$ ; значення критерію Фішера  $F(7,2) = 11,0694$  при  $F_t = 4,74$ ; рівень значущості  $p < 0,0853$ , критерій Шварца = 6,9568, критерій Акаїке = 4,5361, критерій Хеннона-Куїнна = 1,8806.

Незважаючи на високі значення коефіцієнтів множинної кореляції та детермінації, частина коефіцієнтів наведеного вище рівняння є статистично не значущими ( $t_{\text{розра}} < t_{\text{табл}}$ ). Це означає, що описана залежність урожайності пшениці озимої від погодних факторів може бути основою для прийняття деяких управлінських рішень, але отримане рівняння регресії не можна використовувати для точного прогнозування урожайності культури. Рівняння зв'язку визнається моделлю і може бути використано з метою прогнозування, якщо статистично значимими є як окремі параметри, так і рівняння в цілому, тому нами було проведено обґрунтований відбір факторів для включення у рівняння.

Подальшим аналізом отримане рівняння було оцінено на наявність ефекту мультиколінеарності, оскільки включення до моделі мультиколінеарних факторів призводить до нестійкості оцінки. Чим сильніше мультиколінеарність факторів, тим менш надійна оцінка розподілу суми поясненої варіації за окремими факторами за допомогою методу найменших квадратів. Умовно визначити рівень мультиколінеарності можна за допомогою дисперсійно-інфляційного фактору (VIF) (табл.3.1.3.4).

Таблиця 3.1.3.4

Результати тесту на колінеарність методом інфляційних факторів							
Фактори	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$
VIF	4,287	6,781	3,697	8,415	14,723	6,415	9,251

Як бачимо, значення критерію VIF для  $x_5$  (середня із мінімальних температур повітря за березень) більше 10, що свідчить про наявність ефекту мультиколінеарності. Тому для подальшого підбору регресорів було проведено поступове виключення надлишкових змінних. Таким чином із моделі було

виключено такі фактори, як коефіцієнт зволоження в серпні ( $x_2$ ), сума опадів за листопад ( $x_3$ ), середня із максимальних температур повітря за лютий ( $x_4$ ) та ГТК за квітень ( $x_6$ ). В результаті для прогнозування урожайності пшениці озимої, після виключення колінеарних та статистично незначимих факторів, було отримано модель:

$$y = 5,4349 + 4,5845 x_1 + 0,1729 x_5 - 0,1524 x_7$$

Основні показники множинної регресії із залишеними факторами наступні: коефіцієнт множинної кореляції  $R = 0,9824$ ; коефіцієнт детермінації  $R^2 = 0,9651$ ; скоригований коефіцієнт детермінації  $R^{2*} = 0,94766$ ; стандартна похибка оцінки  $S = 0,2075$ ; значення критерію Фішера  $F(3,6) = 55,2578$  при  $F_t = 8,94$ ; рівень значущості  $p < 0,00009$ , критерій Шварца = 1,0265, критерій Акаїке = -0,1838, критерій Хеннона-Куїнна = -1,5115.

Як видно із отриманих даних, модель після виключення надлишкових змінних має більший скорегований коефіцієнт детермінації, менші значення інформаційних критеріїв Шварца, Акаїке та Хеннона-Куїнна. Регресори  $x_1$  та  $x_5$  значимі на 99% рівні, а  $x_7$  – на 95% рівні значущості. Отримана регресійна модель узгоджується із результатами досліджень інших вчених і за своєю точністю не поступається іншим моделям, отриманим на основі даних NDVI.

### ВИСНОВКИ:

1. Проведеними дослідженнями було встановлено, що суттєвий вплив на формування врожайності пшениці озимої в умовах Південного Степу України мають погодні умови в період вегетації рослин. Частка їх впливу значно перевищує вплив агротехнічних елементів технології вирощування і сягає майже 61%.
2. Проведеним кореляційним аналізом щодо впливу погодних факторів було встановлено середній (помітний) та високий лінійний кореляційний зв'язок між 18 погодними факторами та урожайністю пшениці озимої в діапазоні значень коефіцієнту кореляції від -0,79 до 0,82.
3. При вирощуванні пшениці озимої в нестабільних кліматичних умовах зони Південного Степу України основними факторами, що визначають її урожайність є коефіцієнт зволоження в липні, коефіцієнт зволоження в серпні, сума опадів за листопад, середня із максимальних температур повітря за лютий, середня із мінімальних температур повітря за березень, гідротермічний коефіцієнт квітня і середня температура повітря за травень.
4. На основі проведеного регресійного аналізу було досліджено ефект мультиколінеарності між факторами, проаналізовано значимість впливу кожного фактора окремо та побудовано лінійну регресійну модель.
5. Побудована модель прогнозування врожайності зерна пшениці озимої може стати ефективним інструментом для прийняття адекватних рішень щодо планування заходів по реалізації чи зберіганню отриманого врожаю.

### 3.1.4. Вплив допосівної обробки насіння на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої

*Об'єкт дослідження* – процес формування посівної якості насіння пшениці озимої залежно від допосівної обробки хімічними препаратами.

*Предмет дослідження* – енергія проростання, схожість, інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів.

**Метою дослідження** було визначення впливу допосівної обробки насіння хімічними препаратами для стерилізації та знезараження на посівну якість насіння та активацію ростових процесів у проростках пшениці озимої.

#### **Завдання**

- Оцінити ефективність різних препаратів для протруювання насіння.
- Дослідити швидкість і рівень проростання насіння після обробки.
- Визначити дію протруйників на енергію росту та формування первинних органів проростків.
- Порівняти фунгіцидні й фунгіцидно-інсектицидні варіанти за інтенсивністю активації ростових процесів.

**Наукова новизна:** Удосконалено знання про реакцію проростків пшениці озимої на комбіновані протруйники, зокрема про їхню здатність активувати ранні ростові процеси завдяки підвищенню фізіологічної активності насіння. Уточнено відмінності між різними препаратами за силою стимулювальної дії.

**Теоретичне і практичне значення:** Результати розширюють уявлення про вплив допосівної обробки на фізіолого-біохімічні механізми проростання насіння та формування стійких проростків. Практично це дає можливість агровиробникам обирати найбільш ефективні схеми протруювання для покращення польової схожості, рівномірності сходів та підвищення потенціалу урожайності.

На сьогодні зернові культури, зокрема і пшениця озима, залишаються головним джерелом виробництва таких стратегічних продуктів, як хліб, хлібобулочні вироби та крупи – для харчування людей, концентровані та грубі корми – для тваринництва, сировина – для переробної промисловості тощо. Саме тому проблема збільшення валового виробництва зерна є головною умовою подальшого розвитку аграрної економіки будь-якої країни.

Зниження продуктивності зернових культур відбувається під впливом багатьох екологічних факторів абіотичної, біотичної та антропогенної природи. Серед біотичних факторів переважаючий вплив на ріст та розвиток рослин сільськогосподарських культур чинять шкідливі організми, втрати врожаю від шкодочинної дії яких сягають 20-40%. Недотримання вимог технології вирощування, перенасичення сівозміни зерновими культурами, зменшення генетичного різноманіття пшениці озимої призвело до трансформації агробіоценозів, що призвело до суттєвих змін у патогенному комплексі збудників хвороб. Грибні хвороби є суттєвою перешкодою для подальшого зростання виробництва зерна як в Україні, так і в інших країнах світу.

Пшениця озима може бути інфікована багатьма видами патогенів, проте існують такі, що зустрічаються дуже часто. В Канаді пшениця уражується не менш як 20 різноманітними грибовими патогенами, проте лише п'ять хвороб є пріоритетними для селекційних програм Західної Канади. У Фінляндії на посівах злакових культур виявлено 57 збудників хвороб. Загалом виділено 37 збудників хвороб, які призводять до суттєвого зниження економічної ефективності вирощування пшениці озимої.

Насіння зернових культур є добрим субстратом для розвитку й збереження фітопатогенних мікроорганізмів, тобто одним із джерел поширення хвороб. Патогени, що переносяться насінням, включають епіфітні (розташовуються на поверхні насіння) та ендofітні (всередині насіння) мікроорганізми. Ураження насіннєвого матеріалу мікрофлорою відбувається у різний час: у період вегетації, при зборі врожаю, особливо в умовах підвищеної вологи, під час обмолоту, в період зберігання насіння з підвищеною вологістю тощо. Мікрофлора, що є на насінні, може бути сапрофітною (пеніцили, мукор, альтернарія, аспергіли та ін.) і патогенною (сажка, гелмінтоспоріоз, фузаріоз, септоріоз тощо). Для більшості сільськогосподарських культур мікробіом насіння слабо досліджений і в подальшому може впливати на початковий ріст проростка та склад мікрофлори рослин і ризосфери. Для розділення зовнішньої та внутрішньої насіннєвої інфекцій пшениці озимої в наукових дослідженнях використовують поверхневу стерилізацію насіння різноманітними хімічними речовинами. Однак ще жоден із методів стерилізації не є уніфікованим та досконалим і може викликати негативний вплив на проростання насіння.

Для знезараження посівного матеріалу в польових умовах використовують протруєння насіння, яке може знищувати збудників зовнішньої та внутрішньої інфекції та в подальшому захищати проростки від ураження ґрунтовими патогенами.

Хоча хімічне знезараження насіння пшениці озимої широко використовується для захисту проростків та рослин від різних патогенів та комах, існує мало інформації щодо сумісного використання стерилізації та хімічного протруєння та його впливу на посівну якість насіння.

Дослідження проводилися в лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Для дослідження було використано сорт пшениці озимої Антонівка, який характеризується високою пластичністю.

Частина насіння, використаного для аналізу, послідовно стерилізували 1 % -м розчином перманганату калію протягом 3 хв., 96 % -м розчином етанолу – протягом 2 хв. та 0,1 % -м розчином нітрату срібла протягом 1 хв.. Після кожного етапу стерилізації насіння промивали стерильною дистильованою водою.

В подальшому насіння обробляли за день до проведення досліду методом інкрустації препаратами фунгіцидної і фунгіцидно-інсектицидної дії в дозах рекомендованих виробником. Контролем слугувала обробка водою. Застосовували протруйники Раксіл Ультра (тебуконазол, 120 г/л), Ламардор (тебуконазол, 150 г/л; протіокназол, 250 г/л) та суміш Ламардор (тебуконазол,

150 г/л; протіоконазол, 250 г/л) + Гаучо (імідаклоприд, 700 г/л) із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння.

Насіння пророщували в чашках Петрі по 100 насінин в кожній на зволоженому фільтрувальному папері в термостаті за температури  $20 \pm 2$  °С до стадії ВВСН 07 без світла, далі – при освітленні. Дослід проводили в чотирьох біологічних повторностях, по три аналітичні в кожній.

Облік енергії проростання насіння проводили на 3 -й день (ВВСН 07), схожості – на 7 -й день (ВВСН 10). Окремо підраховували нормально проросле, набухле, загниле, тверде і ненормально проросле насіння. Енергію проростання та схожість насіння обчислювали у відсотках. Довжину коренів і пагонів визначали з використанням звичайної сантиметрової шкали.

Інтенсивність пероксидного окиснення ліпідів оцінювали за вмістом малонового діальдегіду (МДА) в коренях і паростках, який визначали спектрофотометричним методом. Рослинний матеріал гомогенізували у 20 % -ому розчині трихлороцтової кислоти й інкубували з 0,5 % -им розчином тіобарбітурової кислоти на киплячій водяній бані протягом 30 хв. У супернатанті, отриманому після центрифугування, спектрофотометрично визначали вміст МДА за довжини хвилі 532 нм та виражали в нмоль МДА на 1 г сухої речовини [18]. Масову частку сухої речовини в свіжому рослинному матеріалі (проростки та коріння) визначали термостатно-ваговим методом. Індекс енергії проростків (seeding vigor) розраховували окремо для стадії ВВСН 07 та ВВСН 10 за формулами:

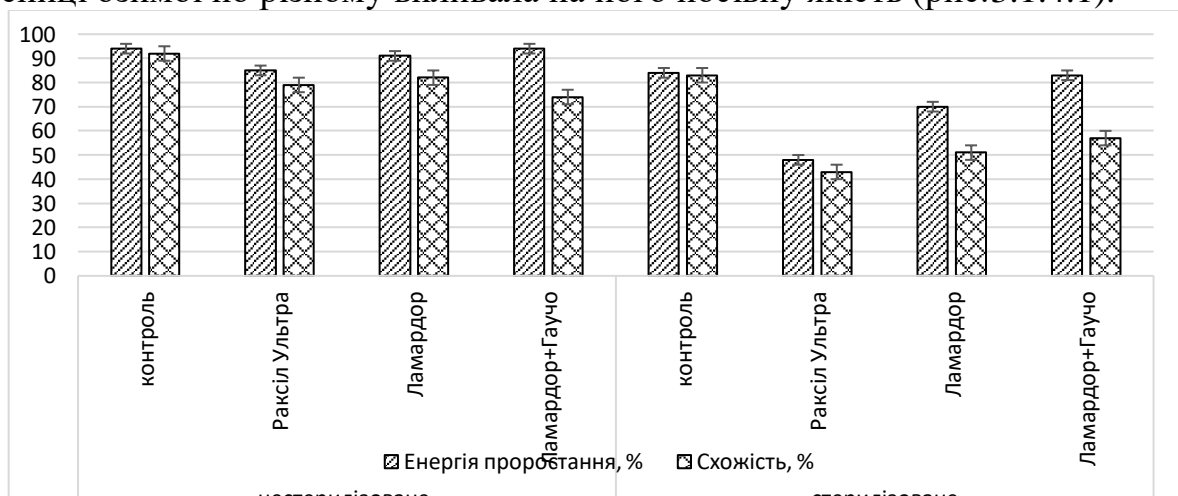
$SVI$  = енергія проростання

/схожість, % x (довжина кореня, см + довжина колеоптиля, см)

$SVII$  = енергія проростання

/схожість, % x (суха маса кореня, г + суха маса колеоптиля, г)

Енергія проростання та схожість насіння, визначені в лабораторних умовах, є важливими характеристиками посівної якості, які в подальшому обумовлюють дружність появи сходів та силу їх росту в польових умовах. Проведеними дослідженнями встановлено, що допосівна обробка насіння пшениці озимої по різному впливала на його посівну якість (рис.3.1.4.1).



**Рисунок 3.1.4.1.** Посівна якість насіння пшениці озимої сорту Антонівка залежно від допосівної обробки

Найвищі значення енергії проростання (85–94 %) було відмічено для нестерилізованого насіння. Використання стерилізації насіння перед закладкою його на пророщування сприяло зниженню вказаного показника на 10–37 % (абс.) порівняно із відповідними варіантами нестерилізованого насіння. На нашу думку це пов'язано зі зростанням хімічного навантаження на проростаючу зернівку, що підтверджується іншими дослідженнями.

Отримані результати свідчать про зниження схожості насіння порівняно із показником енергії проростання на 1–26 % (абс.) залежно від варіанту обробки.

Найменше зниження вказаного показника було відмічено для контрольних варіантів як нестерилізованого, так і стерилізованого насіння. Таке зменшення кількості рослин в процесі первинного росту без додаткового хімічного навантаження (використання протруйників) пояснюється шкодочинною дією збудників плісневих грибів, відсоток ураження якими у контрольному варіанті без стерилізації становив 31 % (ВВСН 10) проти 5 % у контролі із попередньою стерилізацією насіння. Видовий склад зовнішньої інфекції був представлений збудниками *Aspergillus glaucus* та *Mucor mucedo*.

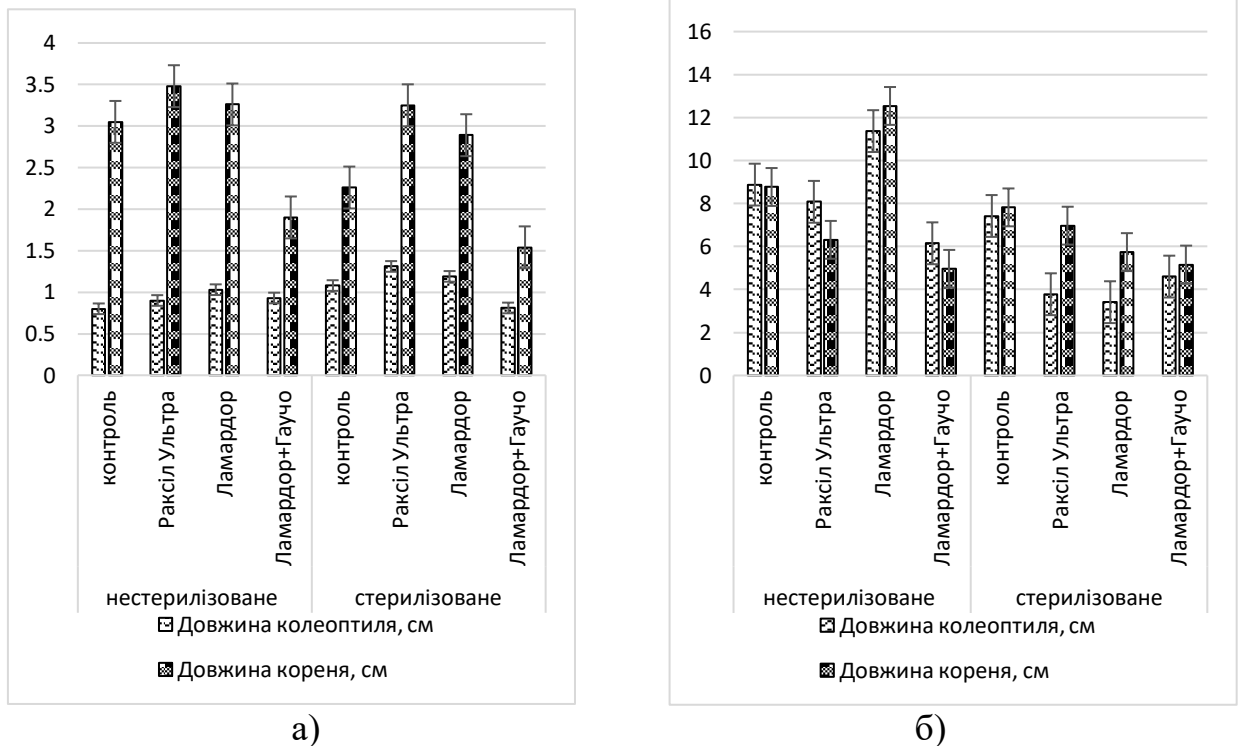
Зниження схожості насіння за використання протруйників обумовлене зростанням хімічного стресу, що особливо чітко простежується на стерилізованому насінні за використання багатокомпонентної суміші Ламардор + Гаучо, де зниження вказаного показника порівняно з енергією проростання становило 20 % (абс.) для нестерилізованого насіння та 26 % – для стерилізованого.

Рівень впливу фітотоксичності допосівної обробки насіння на силу росту рослин пшениці озимої можна встановити за показниками довжини колеоптиля та первинних коренів. Як видно з отриманих даних (рис.3.1.4.2а), використання стерилізації насіння стимулювало початковий ріст проростків пшениці озимої на етапі ВВСН 07 на 28–45 % порівняно із відповідними варіантами без використання стерилізації.

Це можна пояснити ростостимулюючою дією діючих речовин протруйників, сила якої зростала за відсутності патогенів. Лише при застосуванні багатокомпонентної суміші Ламардор + Гаучо на стерилізованому насінні було відмічено пригнічення проростку, що проявилось у зменшенні його довжини на 13 % порівняно із відповідним варіантом нестерилізованого насіння.

Дослідженнями встановлено, що в період подальшого росту проростків (ВВСН 10) проявився пригнічуючий вплив стерилізації насіння, що призвело до скорочення довжини колеоптиля на 16 % у контролі порівняно із варіантом без стерилізації (рис. 3.1.4.2б). Комплексне застосування стерилізації та протруйників посилює негативний ефект, що проявилось у зменшенні довжини колеоптиля у 1,3–3,3 рази порівняно із відповідними варіантами нестерилізованого насіння.

Щодо впливу на ріст первинних коренів, то стерилізація насіння призвела до пригнічення їх росту вже на початковому етапі (ВВСН 07) на 7–26 % залежно від варіанту обробки порівняно із нестерилізованим насінням.



**Рисунок 3.1.4.2** Довжина проростків пшениці озимої сорту Антонівка на стадіях BBCH 07 (а) та BBCH 10 (б) залежно від допосівної обробки насіння, см

В процесі подальшого росту вплив допосівної обробки на ріст первинних коренів був неоднозначним. Так для контрольного варіанту та за використання Ламардору стерилізація призвела до зменшення їх довжини на 11 % та 54 %, а за використання протруйників Раксіл Ультра та суміші Ламардор + Гаучо – навпаки до зростання на 10 % та 4 % відповідно порівняно із варіантами без стерилізації.

Застосування протруйників Раксіл Ультра та суміші Ламардор + Гаучо на нестерилізованому насінні призвело до пригнічення росту кореневої системи на 28 % і 43 % відповідно порівняно з контролем. В той же час використання протруйника Ламардор для допосівної обробки насіння стимулювало ріст первинних коренів, що проявилось у зростанні їх довжини на 43 % порівняно із контрольним варіантом. Це узгоджується із даними, отриманими в інших наших дослідженнях.

Для розуміння процесу відповідей рослинних тканин на дію хімічного стресора було визначено вміст малонового діальдегіду (МДА), який є маркером оксидативного стресу. Результати проведених досліджень показують, що допосівна обробка насіння різними хімічними речовинами мала неоднозначний вплив на розвиток оксидативного стресу (табл.3.1.4.1).

Використання стерилізації насіння перед його закладкою на пророщування призвело до зниження рівня МДА на початкових стадіях розвитку (BBCH 07) в колеоптилі рослин контрольного варіанту в 1,9 рази, а в первинних коренях – 1,4 рази порівняно із нестерилізованим насінням. Це може бути наслідком відсутності біотичних стрес-факторів (збудники хвороб), внаслідок чого інтенсифікація вільно радикальних процесів відбувалася повільніше.

Застосування протруйників для обробки насіння призвело до зростання вмісту МДА в колеоптилі в 1,3–1,7 рази порівняно з контролем.

Таблиця 3.1.4.1

Вміст малонового діальдегіду в рослинах пшениці озимої залежно від допосівної обробки насіння, нмоль/г сухої речовини Стадія розвитку

Підготовка насіння	Протруйник	ВВСН 07		ВВСН 10	
		колеоптиль	корінь	колеоптиль	корінь
нестерилізоване	контроль	85.04±0.48	93.49±4.46	208.00±8.85	59.01±2.17
	Раксіл Ультра	75.00±0.40	93.64±8.70	217.49±11.76	59.23±2.64
	Ламардор	145.49±0.48	147.44±1.68	265.28±9.07	77.42±2.12
	Ламардор+Гаучо	112.25±2.02	106.74±1.77	153.02±1.07	51.34±1.17
стерилізоване	контроль	44.39±0.84	64.72±1.91	213.30±7.28	65.08±5.38
	Раксіл Ультра	43.55±0.85	67.47±1.19	237.23±5.20	57.65±1.52
	Ламардор	131.87±0.35	115.51±4.29	235.98±8.21	42.37±1.67
	Ламардор+Гаучо	71.02±0.91	60.74±0.56	168.51±1.54	46.86±1.15

Виключення становив варіант обробки однокомпонентним препаратом Раксіл Ультра, за використання якого вказаний показник був меншим на 12 % порівняно з контролем. Високий вміст МДА в рослинах вказує на різку інтенсифікацію вільно радикальних процесів на цьому етапі розвитку внаслідок відповіді рослинного організму на стресову реакцію викликану застосуванням багатокомпонентних препаратів.

В наступну стадію розвитку (ВВСН 10) було відмічено зростання вмісту МДА в колеоптилі рослин пшениці озимої для всіх варіантів обробки в 1,4–5,4 рази порівняно зі стадією ВВСН 07. Це обумовлено подальшим зростанням вільно радикальних процесів в проростку пшениці озимої викликаних сукупною дією біотичних та хімічних стрес-факторів сумісно з активізацією ростових процесів.

В первинних коренях у стадію ВВСН 10 навпаки було відмічено поступове затухання вільнорадикальних процесів, що проявилось в зменшенні вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів у 1,2–2,7 рази залежно від варіанту обробки порівняно зі стадією ВВСН 07. Це свідчить про поступову адаптацію кореневої системи до дії досліджуваних стресових факторів.

Рівень розвитку вільнорадикальних процесів вплинув на накопичення рослинами пшениці озимої сухої речовини (табл.3.1.4.2).

Статистична обробка отриманих результатів показала, що у стадію розвитку ВВСН 07 зростання вмісту МДА пригнічувало накопичення сухої речовини як колеоптилем ( $r = -0,35$ ), так і в більшій мірі первинними корінцями ( $r = -0,82$ ). У стадію ВВСН 10 була відмічена обернена залежність – зі зростанням вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів зростав вміст сухої речовини в

колеоптилі ( $r = 0,71$ ). Для кореневої системи вказана залежність була несуттєвою ( $r = 0,22$ ).

Таблиця 3.1.4.2

Вміст сухої речовини в рослинах пшениці озимої залежно від допосівної обробки насіння, мг/рослину

Стадія розвитку

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		колеоптиль	корінь	колеоптиль	корінь
нестерилізоване	контроль	0.84±0.04	1.58±0,04	7.91±0.67	6.38±0.85
	Раксіл Ультра	0.89±0.10	1.67±0,07	7.40±0.31	5.07±0.44
	Ламардор	0.80±0.02	1.30±0,26	7.30±0.36	6.87±0.06
	Ламардор+Гаучо	0.91±0.04	1.42±0,08	5.31±0.27	5.82±0.20
стерилізоване	контроль	1.02±0.10	1.80±0,13	8.44±0.82	9.60±0.70
	Раксіл Ультра	0.89±0.10	1.53±0,12	7.47±0.23	8.29±0.57
	Ламардор	1.00±0.07	1.23±0,23	7.53±0.32	8.00±0.17
	Ламардор+Гаучо	1.07±0.06	1.73±0,23	3.84±0.04	4.82±0.17

Кожен із проаналізованих показників окремо описує прояв фітотоксичного впливу допосівної обробки насіння на ріст та розвиток рослин пшениці озимої на початкових етапах проростання. Для комплексної оцінки шкодочинної дії стрес-факторів було розраховано індекси енергії проростків SVI та SVII (табл.3.1.4.3), які надають загальну характеристику процесу проростання.

Таблиця 3.1.4.3

Вплив допосівної обробки насіння пшениці озимої на індекс енергії проростків

Підготовка насіння	Протруйник	Стадія розвитку			
		ВВСН 07		ВВСН 10	
		SVI	SVII	SVI	SVII
нестерилізоване	контроль	361.90	0.23	1623.80	1.31
	Раксіл Ультра	372.30	0.22	1136.81	0.99
	Ламардор	390.39	0.19	1960.62	1.16
	Ламардор+Гаучо	266.02	0.22	822.14	0.82
стерилізоване	контроль	280.56	0.24	1264.92	1.50
	Раксіл Ультра	218.88	0.12	462.25	0.68
	Ламардор	285.60	0.16	466.65	0.79
	Ламардор+Гаучо	195.05	0.23	556.32	0.49

Результати проведених розрахунків показують, що загалом найвищу життєздатність та силу проростків на обох досліджуваних стадіях було зафіксовано за обробки насіння протруйником Ламардор без використання стерилізації. Тобто, вказаний варіант обробки забезпечує надійний захист від

патогенів грибних хвороб, тим самим стимулюючи активний початковий ріст проростку і коренів.

### ВИСНОВКИ:

1. Використання хімічної стерилізації насіння перед визначенням його посівної якості дає можливість нейтралізувати вплив зовнішньої інфекції з метою встановлення наявності внутрішньої та ефективності дії протруйників щодо її знищення. Проведені дослідження показали, що зовнішня інфекція на досліджуваному насінневому матеріалі пшениці озимої була представлена збудниками *Aspergillus glaucus* та *Mucor mucedo*. Використані протруйники ефективно знищували вказану інфекцію, однак мали негативний вплив на початковий ріст і розвиток проростків пшениці озимої, сила якого різнилася залежно від кількості та природи діючої речовини.
2. За сукупною характеристикою впливу досліджуваних препаратів на посівну якість насіння було виділено протруйник Ламардор, який забезпечував надійний захист від збудників хвороб та активне формування проростка та первинних коренів, довжина яких переважала контрольний варіант на 29 % і 7 % у стадію розвитку ВВСН 07 та на 28 % і 43 % у стадію ВВСН 10 відповідно. За вмістом сухої речовини в колеоптилі та коренях вказаний варіант обробки дещо поступався контролю за рахунок зростання активності вільнорадикальних процесів. Проте за комплексною характеристикою процесу проростання (індекс енергії), використання для допосівної обробки насіння препарату Ламардор сприяло формуванню найбільш життєздатних рослин.
3. Підвищення життєздатності та сили росту рослин пшениці озимої на початкових етапах проростання за рахунок використання допосівної обробки препаратом Ламардор може мати важливе сільськогосподарське значення, особливо за умови погіршення фітосанітарної ситуації в агроценозах.

#### 3.1.5. Оцінка продуктивності сортів пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.)

*Об'єкт дослідження* – особливості формування урожайності пшениці озимої залежно від сортових особливостей.

*Предмет дослідження* – адаптивність і продуктивність сучасних сортів пшениці озимої.

**Мета дослідження** – оцінити сорти пшениці озимої м'якої за адаптивністю і продуктивністю в умовах Лісостепу.

#### **Завдання:**

- Оцінити морфологічні показники досліджуваних сортів (висота, колос, зернові характеристики).
- Дослідити продуктивність кожного сорту в польових умовах.
- Визначити рівень адаптивності сортів до місцевих умов.
- Виділити найпродуктивніші й найбільш стабільні сорти для виробництва.

**Наукова новизна:** Уперше комплексно оцінено продуктивність сучасних сортів пшениці озимої у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах із

визначенням особливостей їх адаптивності та структури врожаю. Уточнено показники варіабельності ключових морфологічних ознак.

**Теоретичне і практичне значення:** Дослідження поглиблює теоретичні підходи до вивчення сортових особливостей продуктивності пшениці, що важливо для селекції та адаптивного землеробства. Практично воно дозволяє агровиробникам обрати сорти з найвищою урожайністю та стабільністю, оптимізуючи сортову політику господарств.

Збільшення виробництва зерна є одним із найбільш важливих шляхів розвитку агропромислового виробництва України. Втрати валових зборів зерна щорічно сягають до 25–30 %. Саме тому більшість країн світу веде пошук біологічних, хімічних, агротехнічних і інших заходів захисту рослин від шкідливих видів. Тому основним завданням селекціонерів є підвищення стійкості рослин до збудників захворювань.

Останніми роки потенціал врожаю зерна пшениці озимої не повною мірою використовується у результаті ураження рослин збудниками захворювань. Втрати щорічного валового збору складають приблизно до 20 %.

У посівах пшениці озимої найбільш шкодочинними і поширеними хворобами є септоріоз, борошниста роса, фузаріоз колосу, бура іржа, кореневі гнилі і тверда сажка. Останнім часом спостерігається посилення розвитку фузаріозу колосу, що спричиняє до недобір урожайності та суттєве погіршення показників якості борошна та хліба. Внаслідок ураження зерна видами фузаріїв, воно набуває токсичних властивостей і стає непридатним для споживання у їжу для людини і для годівлі тварин.

Серед комплексу найбільш поширених і шкідливих хвороб пшениці озимої у лісостеповій зоні України особливе місце займає септоріоз листя. У результаті ураження втрати врожаю становлять 30–40 %. На уражених органах рослин з'являються плями різного відтінку, а саме світлі, жовті, бурі, світло-бурі, у більшості плями з темною облямівкою, на яких з часом формуються пікніди. Шкідливість септоріозу досить висока, що проявляється у пригніченні росту рослин, зменшенні асиміляційної поверхні листя, що призводить до передчасного його всихання, зменшенні довжини колосу та його озерненості. У листках пшениці озимої знижується на 19–71% уміст хлорофілу, на 33–59 % уміст аскорбінової кислоти, на 4–17% зменшується інтенсивність дихання. Зазначене вище може спричинити вилягання, пустоколосість і загибель деяких рослин, особливо за умов прояву хвороби у фазах прапорцевого листка, колосіння та початок цвітіння.

Вимоги до сучасних сортів все більш стають різнобічними і високими. Результати селекційної роботи у створенні сортів пшениці м'якої озимої останніх років свідчать, що високої потенційної продуктивності сорту не завжди достатньо для отримання очікуваного ефекту від його вирощування навіть на високих агрофонах. Досить важливо сорту надати досить важливу особливість стабільність урожайності, що можна досягти через стійкість до збудників захворювання. Саме тому важливу роль у системі захисту рослин належить виведенню стійких сортів пшениці озимої до хвороб.

Вивчення адаптивності і продуктивності сортів пшениці озимої проводили в умовах Житомирського району Житомирської області на базі фермерського господарства «Поліся-Агро».

Дослідження були проведені на чорноземі опідзоленому впродовж 2020–2022 рр. Грунт дослідних ділянок характеризується такими показниками: вміст гумусу – 1,41%, 2,76 мг-екв. на 100 г ґрунту – гідролітична кислотність, 95 мг/кг ґрунту – азоту, що легко гідролізується, 158 мг/кг ґрунту рухомого фосфору, 96 мг/кг ґрунту обмінного калію.

Адаптивний потенціал і продуктивність сортів пшениці м'якої озимої за схемою: 1. Єдність – еталон; 2. Краєвид; 3. Царівна; 4. Вдала; 5. Василина; 6. Лісова пісня; 7. Волошкава. У досліді площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>, повторення 4-х разове.

Технологія вирощування пшениці м'якої озимої у досліді загальноприйнята для зони Північного Лісостепу. Сорти пшениці озимої висівали в оптимальні строки – 20 вересня. Досліджувані сорти висівали у нормі 5,5 млн. шт. схожих зерен на 1 га. Вагову норму висіву сортів пшениці озимої визначали. Сіяли пшеницю озиму досліджуваних сортів звичайним рядковим способом з шириною міжряддя 15 см та глибиною загортання 3–4 см. У фазі кінець куціння пшениці озимої застосовували гербіцид Гроділ Максі, г (0,9 л/га).

Протягом вегетаційного періоду сортів пшениці м'якої озимої проведено фенологічні спостереження, обліки, відбір проб, вимірювання і підрахунки за Методикою державного сорто випробування сільськогосподарських культур. Початок фенологічної фази фіксували коли 10-15% рослин вступило у фазу, а за повну – 75%. Тривалість вегетаційного періоду вираховували від дати появи сходів до початку воскової стиглості зернівок. Визначення густоти і куцистості рослин пшениці озимої здійснювали на спеціально закріплених пробних майданчиках (2 рядки по 28 см) у трьох місцях по діагоналі дослідних ділянок у двох несуміжних повтореннях, розмір яких становив 1/6 м<sup>2</sup>. Рослини і стебла пшениці озимої визначали чотири рази за вегетацію: у фазу повних сходів, восени перед припиненням вегетації, навесні після відновлення вегетації, перед збиранням урожайності зерна шляхом відбору пробних снопів та наступного їх лабораторного аналізу.

Показники продуктивності сортів пшениці озимої визначали за методикою Бобро М. А. шляхом відбору у фазі воскової стиглості зерна по 4 проб з 1-єї ділянки у двох повтореннях. На 25 рослинах кожного досліджуваного сорту виміряли висоту рослин, довжину колоса, кількість у колосі колосків та зерен. Потім обмолочували, зважували зерно з 1 колосу і масу 1000 насінин. Лабораторний аналіз відібраних рослин передбачав визначення наступних елементів структури урожаю: висоту стебел, довжину колоса, кількість у колосі колосків та зерен, маса зерна з одного колосу та масу 1000 насінин.

Урожайність сорти пшениці м'якої озимої збирали з кожної дослідної ділянки комбайном SAMPO-500. Далі зважували та враховували поправку на стандартну вологість (14%) і чистоту (100%) зібраного зерна. Під час збирання врожаю молотильний апарат комбайна SAMPO-500 виключали після обмолоту кожної дослідної ділянки, чекали поки зерно повністю висиплеться у мішок,

зважували його, відбирали проби для наступного визначення вологості, чистоти насіння, маси 1000 зерен, натури зерна і інших показників якості.

Статистичну обробку експериментальних даних проводили за допомогою комп'ютерних програм використовуючи метод дисперсійного аналізу.

### Оцінка стійкості сортів пшениці озимої до хвороб

Протягом 2022–2024 рр. нами було проведено оцінку стійкості сучасних сортів пшениці озимої, що внесені до Державного реєстру України на 2021 р., до наступних будників хвороб: фузаріоз колосу (*Fusarium graminearum* Schwabe), борошниста роса (*Erysiphe graminis*) та септоріоз листя (*Septoria tritici* Rob. et Desm.).

У результаті проведення польових досліджень встановлено, що сорти пшениці озимої відрізнялися за ступенем стійкості проти збудників хвороб (рис. 3.1.5.1.1–3.1.5.2).

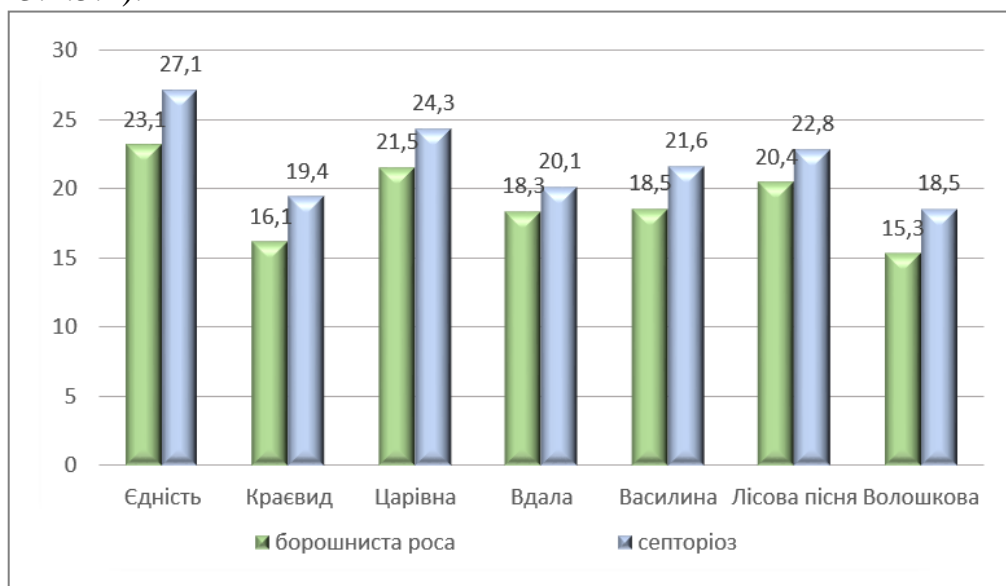
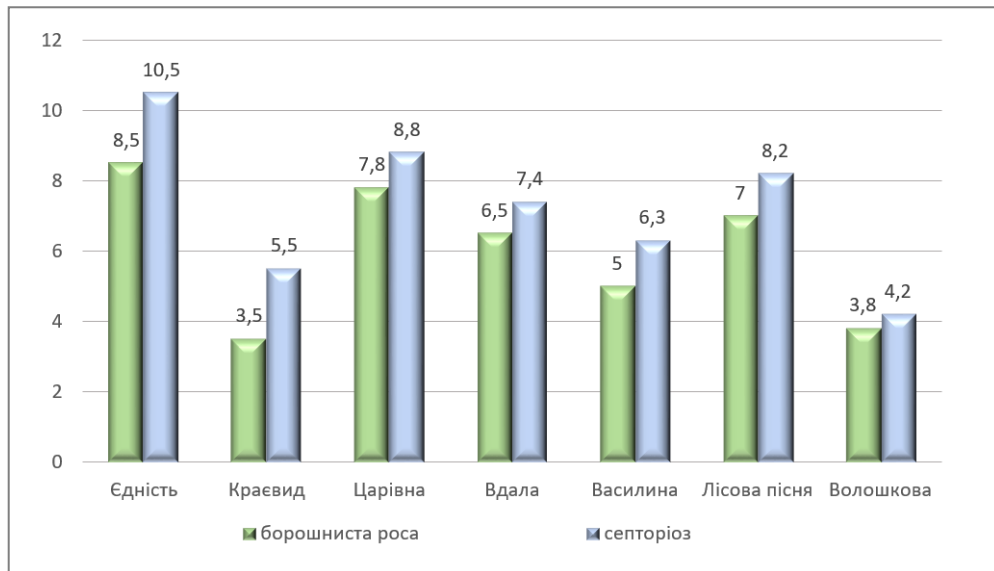


Рис. 3.1.5.1. Поширення хвороб у посівах сортів пшениці озимої, 2022–2024 рр.

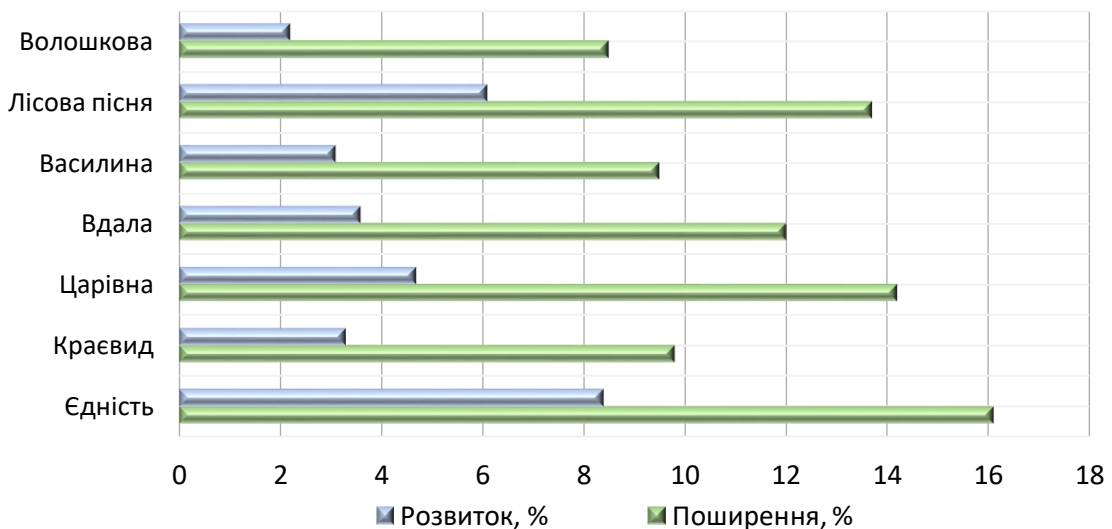
Досліджено, що найменш уражені збудниками борошнистої роси і септоріозу були наступні сорти пшениці озимої: Волошкова, Краєвид та Василина. Так, на цих сортах поширення борошнистої роси становить на 15,3–17,4% та септоріозу на 18,5–19,6% (рис. 1.1). Поширення борошнистої роси і септоріозу у посівах сортів Лісова пісня і Царівна складає 20,4–21,5% і 22,8–24,3% відповідно. У посівах сорту пшениці озимої Вдала поширення борошнистої роси становило 23,1% септоріозу – 27,1%.

Розвиток борошнистої роси у посівах сортів пшениці озимої Волошкова, Краєвид та Василина становить 3,5–5,0% та септоріозу на 14,2–6,3% (рис. 1.2). У посівах сортів Лісова пісня і Царівна розвиток борошнистої роси і септоріозу складає 7,0–7,8% і 8,2–8,8% відповідно. Розвиток борошнистої роси і септоріозу у посівах сорту Єдність складає 8,5 і 10,5% відповідно.



**Рис. 3.1.5.2. Розвиток хвороб у посівах сортів пшениці озимої, 2022–2024 рр.**

Найменш уражувалися фузаріозом колосу сорти пшениці озимої Волошкова, Краєвид та Василина. Так, на цих сортах поширення хвороби становить 8,5–9,8% та розвиток 2,2–3,2% (рис. 3.1.5.3).



**Рис. 3.1.5.3. Стійкість сортів пшениці озимої до фузаріозу колосу, 2022–2024 рр.**

У посівах сортів Лісова пісня і Царівна складає поширення і розвиток фузаріозу колосу становить 13,7–14,2% і 4,7–6,1% відповідно. У посівах сорту пшениці озимої Вдала поширення і розвиток фузаріозу колосу становило 12,0% і 3,6% відповідно [1]. Результати досліджень свідчать, що залежно від сорту кількість продуктивних стебел з 1м<sup>2</sup> змінюється від 461 до 492, шт., висота рослин від 71,2 до 93,5 см, кількість колосків в колосі від 13,42 до 17,3 шт., кількість зерен в колосі від 23,1 до 28,3 шт., маса зерна з колоса від 0,91 до 1,25, маса 1000 зерен від 40,3 до 47,2 г [1].

#### **Продуктивність сортів пшениці озимої**

Ураженість рослин збудниками найбільш поширених хвороб пшениці озимої у наших дослідженнях, у свою чергу, позначилась і на показниках продуктивності культури (табл. 3.1.5.1).

Таблиця 3.1.5.1

**Структура врожаю сортів пшениці озимої, 2022–2024 рр.**

Сорти	Кількість продуктивних стебел з 1 м <sup>2</sup> , шт.	Висота рослин, см	Кількість в колосі, шт.		Маса, г	
			колосків	зерен	зерна з 1 колоса	1000 зерен
Краєвид	486	71,2	16,8	27,4	1,22	46,5
Царівна	472	85,3	14,1	24,3	0,97	43,1
Вдала	483	90,6	15,9	25,3	1,11	45,0
Василина	489	92,5	16,1	26,8	1,18	45,8
Лісова пісня	480	87,7	14,8	24,9	1,07	44,6
Волошкова	492	93,5	17,3	28,3	1,25	47,2

Найвищі показники структури врожаю одержано при вирощуванні сортів озимої пшениці Краєвид, Василина та Волошкова. Так, кількість колосків в колосі зростає на 2,9–4,1, кількість зерен в колосі зростає на 3,7–5,2 шт., маса зерна з колоса на 0,27–0,34 г, маса 1000 зерен на 5,5–6,9 г порівняно з еталонним сортом Єдність.

Формування показників структури врожаю сортів пшениці м'якої озимої впливає на урожайність зерна досліджуваних сортів (рис. 3.1.5.4).

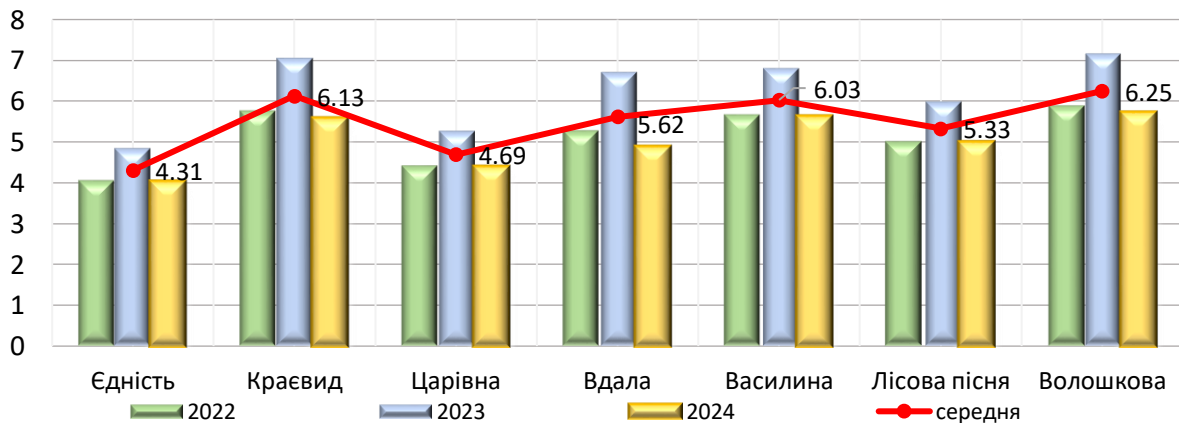


Рис. 3.1.5.4. Урожайність сортів пшениці озимої, 2022–2024 рр.

Вирощування сорту пшениці м'якої озимої Царівна забезпечує отримання урожайності зерна у середньому за роки досліджень 4,69 т/га, що на 0,38 т/га більше порівняно із сортом Єдність. Сорт Лісова пісня забезпечив формування врожаю зерна на рівні 5,33 т/га, що на 1,02 т/га більше порівняно із сортом Єдність. При вирощуванні сорту Вдала отримано урожайність зерна 5,62 т/га, що на 1,31 т/га більше порівняно із сортом Єдність. Найвищу урожайність зерна (6,03–6,25 т/га) отримано при вирощуванні відносно стійких до збудників

борошнистої роси і септоріозу сортів пшениці м'якої озимої Василина, Краєвид і Волошкова, де приріст складає 1,72–1,94 т/га у порівнянні з сортом Єдність.

Слід зазначити, що усі досліджувані сорти забезпечили достовірне збільшення урожайності зерна, тому що приріст на усіх дослідних ділянках перевищує НІР<sub>05</sub>. Таким чином, створення і впровадження відносно стійких сортів до декількох збудників захворювань є найбільш реальним і радикальним заходом покращання фітосанітарної ситуації та забезпечує зменшення використання хімічних препаратів, тобто є складовою біологізації технологій захисту рослин.

## ВИСНОВКИ

1. Одним з основних напрямів селекційної роботи є виведення сортів пшениці озимої з комплексною стійкістю до основних збудників захворювань.

2. За період 2022–2024 рр. було проведено оцінювання сортів пшениці м'якої озимої на стійкість до таких хвороб, фузаріоз колоса, септоріоз листя, борошниста роса.

3. Відмічено, що поширення хвороб у посівах сортів пшениці м'якої озимої борошнистою росю становило 15,3–23,1%; септоріозу – 18,5–27,1%; фузаріозу колосу на сортах – 8,5–16,1%. Розвиток хвороб у посівах сортів пшениці м'якої озимої становив: борошнистою росю становило 3,8–8,5%; септоріозу – 4,2–10,5%; фузаріозу колосу – 2,2–8,4%.

4. Серед сортів пшениці озимої високостійких проти збудників хвороб не виявлено. Досліджено, що відносну стійкість до борошнистої роси, фузаріозу колосу та септоріозу виявили сорти Краєвид, Волошкова, Василина, що уражувалися збудниками зазначених хвороб в 1,7–2,5 рази менше порівняно із еталонним сортом.

5. Вирощування сортів пшениці озимої Краєвид, Волошкова, Василина забезпечує збільшення на 3,7–5,2 шт. кількості зерен в колосі, на 0,27–0,34 г маси зерна з колоса, на 5,5–6,9 г маси 1000 зерен порівняно із еталонним сортом Єдність.

5. Найвищу урожайність зерна (6,03–6,25 т/га) було отримано при вирощуванні толерантних сортів пшениці озимої Краєвид, Василина і Волошкова, де приріст підвищується на 1,72–1,94 т/га порівняно із сортом Єдність.

### 3.1.6. Адаптивність і продуктивність сортів жита озимого в системі сталого землеробства

*Об'єкт дослідження:* Сорти та гібриди жита озимого.

*Предмет дослідження:* Адаптивні властивості, екологічна пластичність, індивідуальна продуктивність та придатність до сталих технологій вирощування.

**Метою досліджень** було оцінювання адаптивного потенціалу і продуктивності сортів та гібридів жита озимого для визначення найбільш перспективних сортів, що здатні забезпечувати стабільний урожай за зміни клімату.

**Завдання**

- Оцінити адаптивність сортів і гібридів жита озимого до стресових умов.
- Вивчити їх продуктивність за основними структурними елементами колосу.
- Визначити рівень екологічної пластичності.
- Розкрити перспективність сортів для сталого та ресурсозберігаючого землеробства.

**Наукова новизна:** Уперше комплексно систематизовано адаптивний потенціал сучасних сортів жита озимого у зв'язку з їх індивідуальною продуктивністю та придатністю до стійких агротехнологій. Уточнено роль сортового різноманіття у формуванні стабільної урожайності.

**Теоретичне і практичне значення:** Результати доповнюють теорію адаптивного рослинництва, показуючи взаємозв'язок між морфологічними ознаками, екологічною пластичністю та стабільністю урожаю жита озимого. Практично робота дозволяє впроваджувати у виробництво сорти з високою стресостійкістю, що забезпечують стабільну урожайність і відповідають принципам сталого та ресурсозберігаючого землеробства.

Жито озиме (*Secale cereale L.*) є однією з важливих зернових культур, яка відіграє суттєву роль у забезпеченні продовольчої безпеки та формуванні стабільних врожаїв у зонах ризикованого землеробства. Завдяки високій зимостійкості, невибагливості до ґрунтово-кліматичних умов вирощування та здатності забезпечувати стабільні врожаї у регіонах із підвищеним ризиком прояву абіотичних стресів, вирощування цієї культури сприяє сталому сільському господарству. особливо у регіонах, де більш вимогливі культури не можуть вирощуватися через низьку агрономічну цінність ґрунту. В умовах змін клімату та необхідності переходу до сталого сільського господарства особливої актуальності набуває відбір і вирощування сортів, здатних поєднувати високу продуктивність із широкою екологічною пластичністю. Система сталого землеробства передбачає раціональне використання природних ресурсів, збереження родючості ґрунтів, мінімізацію застосування хімічних засобів і зниження антропогенного навантаження на довкілля.

Встановлено, що жито озиме є однією з культур з найменшим ризиком вирощування, оскільки не потребує високої родючості ґрунту та агротехнології, а створені сорти та гібриди мають високий генетичний потенціал, адаптовані до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, стійкі до посухи та зимових холодів, хвороб і вилягання рослин. ґрунтово-кліматичні умови всіх зон України, які характеризуються невисокою природною родючістю ґрунтів, підвищеною їх кислотністю, достатньою кількістю опадів, відповідають біологічним вимогам вирощування культури; підвищення попиту на внутрішньому і зовнішньому ринках спонукає вітчизняних агровиробників до розширення площ жита озимого та пошуку шляхів зниження собівартості виробленої продукції за рахунок удосконалення технологій вирощування.

Дослідженнями вчених обґрунтована корисна роль жита як компонента сучасної сівозміни і в якості покривної культури, зокрема сприяє зменшенню ерозії ґрунтів і накопиченню органічної речовини, стримує міграцію нітратів, може знижувати викиди парникових газів у порівнянні з інтенсивними

зерновими ротаціями. Також жито розглядають як перспективну культуру для інтеграції в циркулярну біоекономіку. Ці екосистемні послуги роблять його привабливим для практик сталого землеробства.

У цьому контексті саме жито озиме має стратегічне значення завдяки своїй здатності ефективно використовувати вологу та поживні речовини, пригнічувати бур'яни й витримувати несприятливі погодні умови. Проте рівень урожайності та стабільність її формування значно залежать від генетичного потенціалу сортів і їх здатності адаптуватися до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Сталість виробництва та якість зерна жита озимого в умовах постійних кліматичних викликів, залежить від таких факторів, як підвищення температури, нерівномірний розподіл опадів (зменшення кількості опадів навесні та на початку літа, сильні дощі), біотичний стрес, агрономічні практики та викиди парникових газів. Дослідження взаємодії між зміною клімату, якістю ґрунту, біотичними стресорами та взаємодією рослин і мікробів дає уявлення про реакцію жита на зміни умов довкілля.

Сортовим рослинним ресурсам належить особливе значення в економічному і соціальному розвитку України, насамперед – у стабілізації та збільшенні обсягів виробництва всієї продукції рослинництва, а отже – забезпеченні основ продовольчої безпеки держави. Важливим напрямом селекції пшениці озимої є створення сортів з високою продуктивністю і екологічною пластичністю. Урожайність жита значно варіює залежно від сорту, ґрунтово-кліматичних умов і агротехніки. Для виділення стабільних і продуктивних сортів необхідне проведення багатолокаційних і багаторічних випробувань з використанням сучасних методів аналізу стійкості. Використання адаптивних сортів сприяє раціональному використанню ресурсів, зниженню залежності від інтенсивних технологій, мінімізації впливу стресових факторів середовища та підвищенню екологічної стійкості агроекосистем. Незважаючи на поточні досягнення, залишаються серйозні проблеми у виробництві зерна жита за зміни клімату. Тому вдосконалення селекційних зусиль є стратегічно важливим для підвищення конкурентоспроможності жита озимого в сталому сільському господарстві, а також для реалізації цілей Європейської Зеленої Угоди.

Дослідження з оцінювання продуктивності і адаптивності сортів жита озимого проводили протягом 2023–2025 рр. в умовах Житомирської філії Українського інституту експертизи сортів рослин на дерново-підзолистих ґрунтах. Ґрунт дослідних ділянок характеризується такими агрохімічними показниками: уміст гумусу – 1,36–1,61%; азоту, що легко гідролізується – 55–69 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору – 208–210 мг/кг ґрунту, калію – 93–116 мг/кг ґрунту; рН – 5,3.

Дослідження проводили за Методикою проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні [22]. Площа дослідної ділянки 25 м<sup>2</sup>, повторність шестиразова. Сорти і гібриди жита озимого вирощували за загальноприйнятою для зони технологією. Попередником був горох. Перед оранкою на глибину 20–22 см проводили

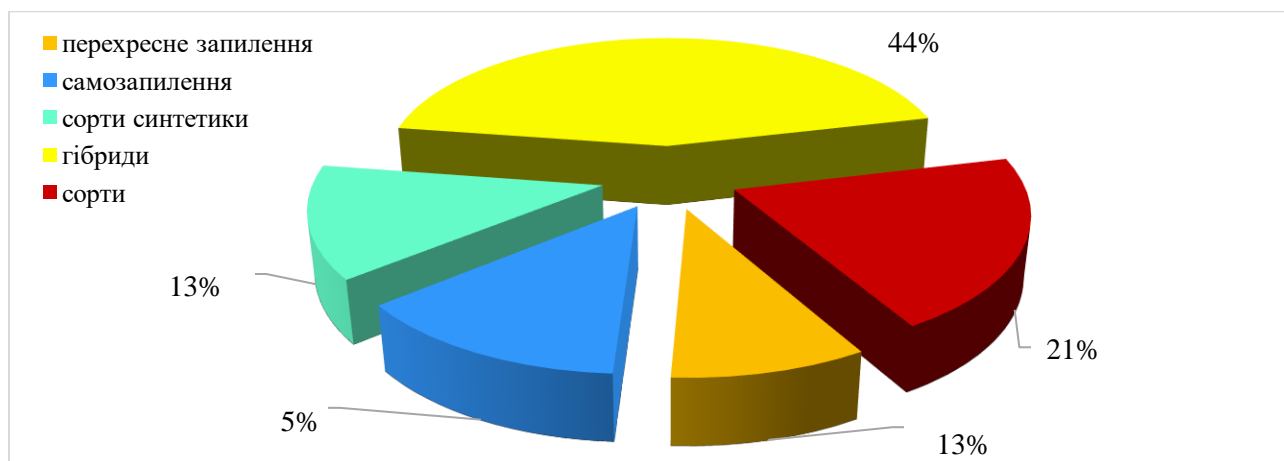
дискування у 2 сліди. Перед висіванням сортів жита озимого проводили культивуацію. В основне удобрення вносили нітроамофоску 200 кг/га. Сівбу сортів і гібридів жита озимого проводили у другій декаді вересня. Навесні у фазі весняного відновлення вегетації проводили підживлення аміачною селітрою у дозі 100 кг/га. До початку виходу в трубку для контролю однорічних і багаторічних дводольних бур'янів (в т.ч. стійкі до 2,4-Д) у посівах жита озимого застосовували гербіцид Гренадер, 0,025 г/га з ПАР Агропав Екстра (0,1%).

У період вегетації сортів і гібридів жита озимого проводили регулярні фенологічні спостереження з фіксуванням початку основних фаз росту і розвитку рослин. Оцінку адаптивності сортів і гібридів жита озимого здійснювали за такими ознаками: стійкість до вилягання, обсіпання, посухостійкість, зимостійкість, череззерниця, стійкість до бурої іржі, борошністої роси і септоріозу. Адаптивність оцінювали 9-ти бальною шкалою. Поширення і розвиток хвороб у посівах жита озимого оцінювали за загальноприйнятими методиками з використання 9-ти бальної шкали.

Урожайність визначали поділяючно шляхом обмолоту з кожної ділянки. Експериментальні дані опрацьовували методом дисперсійного аналізу з використанням прикладних комп'ютерних програм. Аналіз сортових ресурсів жита озимого, які внесено до Реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2025 здійснювали за використання аналітичного, математично-статистичного та дисперсійного методів досліджень.

Наразі сортові ресурси жита озимого (*Secale cereale L.*), що включено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2025 році нараховує 98 сортів і гібридів вітчизняної і іноземної селекції (рис. 3.1.6.1.).

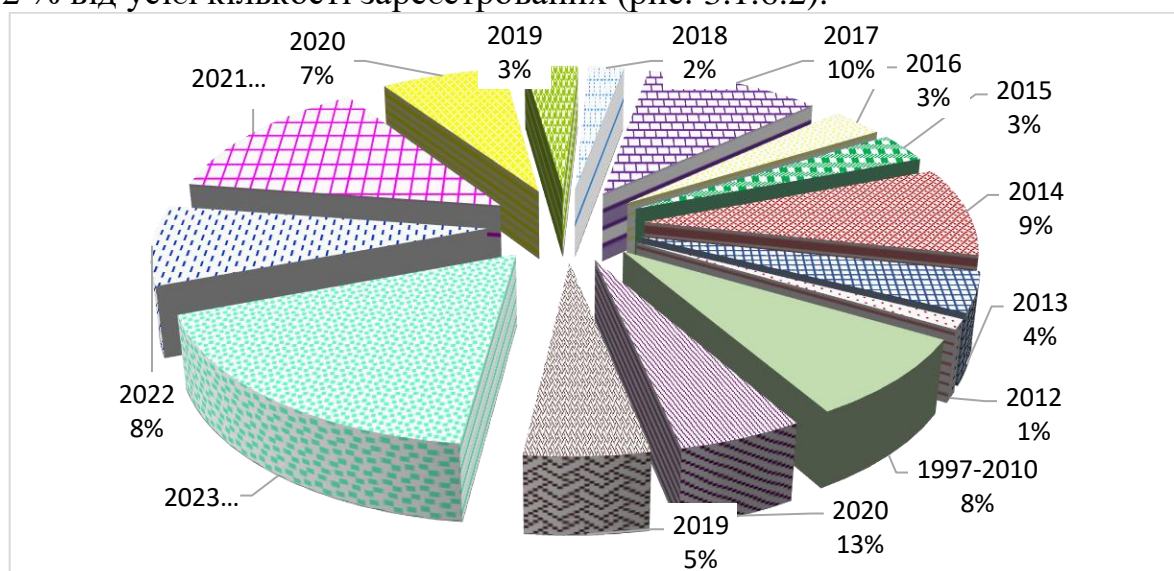
Наразі у Державному реєстрі кількість сортів і гібридів вітчизняної селекції становить 31, що відповідає 32% від усіх зареєстрованих. Переважна кількість сортів і гібридів жита озимого мають іноземне походження, що становить 68% від загальної кількості усіх внесених до Державного реєстру. Найбільшу частку серед зареєстрованих становлять сорти і гібриди жита озимого німецької селекції – 67%. Впродовж 2020–2025 рр. кількість сортів і гібридів жита озимого в Реєстрі сортів рослин збільшилася на 55 сорти порівняно з періодом 1997–2019 рр. Це становить 56% від загальної кількості. За цей період до Реєстру було включено більше сортів і гібридів (44) іноземної селекції, які в 2025 р. становили 45% від загальної кількості. Водночас, станом на 2019 рік їх було зареєстровано 23 % від загальної кількості.



**Рис. 3.1.6.1. Розподіл сортів і гібридів *Secale cereale* L. за походженням**

Джерело: розроблено за даними Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік.

У 2024 і 2025 роках до Державного реєстру було включено по 5 сортів і гібридів жита озимого, зокрема Альдана, Анже, ЗУ Ерлінг, ЗУ Івар, ЗУ Торві, ЗУ КАРЛССОН, КВС Емфор, КВС Фідальгор, Міранорс і Пауергрін. Це становить 10,2 % від усієї кількості зареєстрованих (рис. 3.1.6.2).



**Рис. 3.1.6.2. Сортівний склад *Secale cereale* L. в Україні, 1997–2025 рр.**

Джерело: розроблено за даними Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2025 рік

До Державного реєстру за 2023 рік було включено 17 сортів і гібридів жита озимого (КВС Пульсор, КВС Гілмор, Лунатор, Нива Волошкова, Рефлектор, ЗУ Барезі, ЗУ Глація, ЗУ Перспектив, ЗУ Футтурі, ЗУ Тор, Р3980, Л2177ПхЛ2184Н, ЛО1066П ЛО1104Н, ЛО1066П ЛО1095Н, ЛСР164, ЛСР 168 і ХЮРО35), що становить 18% від загальної кількості зареєстрованих. У 2022 році до Державного реєстру було включено 7 сортів і гібридів жита озимого, зокрема Астранос, КВС Ротор, КВС Ігор, ЛСР 158, ЛСР 160, ЛО1066П ЛО1098Н і ЛО1066П ЛО1094Н. Це становить 8% від усієї кількості усіх зареєстрованих сортів і гібридів жита озимого. У Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні протягом 2021 року було включено 8 сортів і гібридів

жита озимого – Айвенго, ЗУ Арвід, КВС Тайо, Пам'яті Дерев'янка, Фрактальне, Л2171П Х Л2181Н, ЛСР 143, Хюс 74. У 2020 р. до Реєстру включено 13 сортів і гібридів жита озимого – Амей, Верша, Каліпсо, КВС Пропауер, Композитне, КВС Требіано, Хантер, Ло1019П Ло1066Н, ЛСР 126, ЛСР 147, ЛСР 135, МСГ 2135 і РГ 1124. Протягом 2012–2019 рр. до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні було включено 35 сортів і гібридів сортів жита озимого, що становить 36% від усієї кількості зареєстрованих. З 1997 до 2010 року у Реєстрі кількість сортів жита озимого становить 8% від усіх зареєстрованих (Велитень, Дозор, Древлянське, Забава, Інтенсивне 99, Память Худоєрка, Синтетик 38, Сіверське). Усі досліджувані сорти і гібриди жита озимого зернового напрямку використання (табл. 3.1.6.1).

Таблиця 3.1.6.1.

### Характеристика сортів і гібридів жита озимого в умовах Житомирської філії УІЕСР, 2023–2025 рр.

Назва сорту	Рік реєстрації	Рекомендована зона для вирощування	Напрямок використання	Метод створення	Група стиглості	Якість	Країна заявника
Нива Волошкова	2024	ЛП	зерн	С		сбіл	UA
Рефлектор	2024	СЛП	зерн	СЗ			DE
Альдана	2023	ЛП	зерн	С		нбіл	UA
Анже	2023	ЛП	зерн	С		нбіл	UA
КВС Пульсор	2023	П	зерн	F <sub>1</sub>		нбіл	DE
Лунатор	2023	СЛП	зерн	СЗ			DE
КВС Гілмор	2022	ЛП	зерн	F <sub>1</sub>	рс	нбіл	DE
КВС Ротор	2023	ЛП	зерн	F <sub>1</sub>		нбіл	DE
КВС Ігор	2023	ЛП	зерн	F <sub>1</sub>	сс	нбіл	DE
ЗУ Перспектив	2023	СЛП	зерн	F <sub>1</sub>	сс		DE
ЗУ Барезі	2022	СЛП	зерн	F <sub>1</sub>		сбіл	DE
ЗУ Глація	2024	СЛП	зерн	F <sub>1</sub>			DE

Примітка: П – Полісся, Л – Лісостеп, С – Степ, зерн – зерновий напрям використання, С – сорт-синтетик, СЗ – самозапилення, F<sub>1</sub> – гібрид, рс – ранньостиглий, сс – середньостиглий, сбіл – середньобілковий, нбіл – низькобілковий, UA – Україна, DE – Німеччина.

Гібрид жита озимого КВС Пульсор рекомендований до поширення в зоні Полісся. Для вирощування у зоні Полісся і Лісостепу рекомендовані такі сорти і гібриди жита озимого, як Нива Волошкова, Альдана, Анже, КВС Гілмор, КВС Ротор і КВС Ігор. Сорти і гібриди жита озимого Рефлектор, Лунатор, ЗУ Перспектив, ЗУ Барезі і ЗУ Глація рекомендовані до поширення у трьох ґрунтово-кліматичних зонах – Поліссі, Степу і Лісостепу.

Адаптивність є однією з найбільш важливих характеристик сортів і гібридів жита озимого, що визначає їх здатність підтримувати високу продуктивність за різних ґрунтово-кліматичних умов. Досліджувані сорти і гібриди жита озимого відзначаються підвищеною зимостійкістю (7 балів), посухостійкістю (7 балів) та стійкістю до вилягання (табл. 3.1.6.2).

Таблиця 3.1.6.2.

**Адаптивність сортів жита озимого в умовах Житомирської філії УІЕСР, 2023–2025 рр.**

Назва сорту	Стійкість, бал			Зимостійкість, бал	Череззерниця, бал	Стійкість до хвороб, бал		
	до вилягання	до обсіпання	до посухи			БІ*	БР	СП
Нива Волошкова	9,0	8,0	7,0	7,0	6,5	9,0	9,0	9,0
Анже	9,0	8,0	7,7	7,7	4,4	9,0	9,0	9,0
Альдана	9,0	8,7	7,7	7,7	5,2	9,0	9,0	9,0
ЗУ Барезі	9,0	9,0	7,0	7,0	4,5	9,0	9,0	9,0
ЗУ Глація	9,0	8,0	7,0	7,0	4,0	9,0	9,0	9,0
КВС Гілмор	9,0	8,5	7,0	7,0	4,8	9,0	9,0	9,0
КВС Пульсор	9,0	8,5	7,0	7,0	4,5	9,0	9,0	9,0
КВС Ігор	9,0	8,0	7,0	7,0	5,5	9,0	9,0	9,0
Лунатор	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	9,0	9,0	9,0
ЗУ Перспектив	9,0	8,0	7,0	7,0	4,8	9,0	9,0	9,0
Рефлектор	9,0	8,0	7,0	7,0	6,8	9,0	9,0	9,0
КВС Ротор	9,0	8,0	7,0	7,0	4,0	9,0	9,0	9,0

\*Примітка: БІ – бура іржа, БР – борошниста роса, СП – снігова пліснява

Найвищу стійкість до обсіпання забезпечили сорти і гібриди жита озимого КВС Пульсор, КВС Гілмор, Альдана і ЗУ Барезі – 8,5–9,0 балів. Підвищена вологість повітря та ґрунту під час наливання і досягання зерна, тривалі дощі, різкі коливання температури підсушують пилки рослин жита озимого, що спричиняє зменшення кількості запліднених квіток. Поява череззерниці часто свідчить про недостатню адаптивність сорту до гідротермічних стресів, особливо до надмірного зволоження у фазі досягання. У більш адаптивних сортів і гібридів спостерігається стабільна фізіологічна реакція на такі умови: вони характеризуються щільнішою структурою колоса, оптимальним восковим нальотом і регульованим водним балансом зерна, що зменшує ризик злипання. Рівень прояву череззерниці можна розглядати, як індикатор адаптивного

потенціалу сортів і гібридів жита озимого до вологих і нестабільних погодних умов. Череззерниця досліджуваних сортів і гібридів жита озимого була на рівні 4–7 бали. Варто відзначити, що високий рівень адаптивності забезпечує стабільність урожайності навіть у роки з несприятливими погодними умовами, сприяючи підвищенню продовольчої безпеки.

Досліджувані сорти і гібриди жита озимого характеризувалися високими показниками індивідуальної продуктивності (табл. 3.1.6.3).

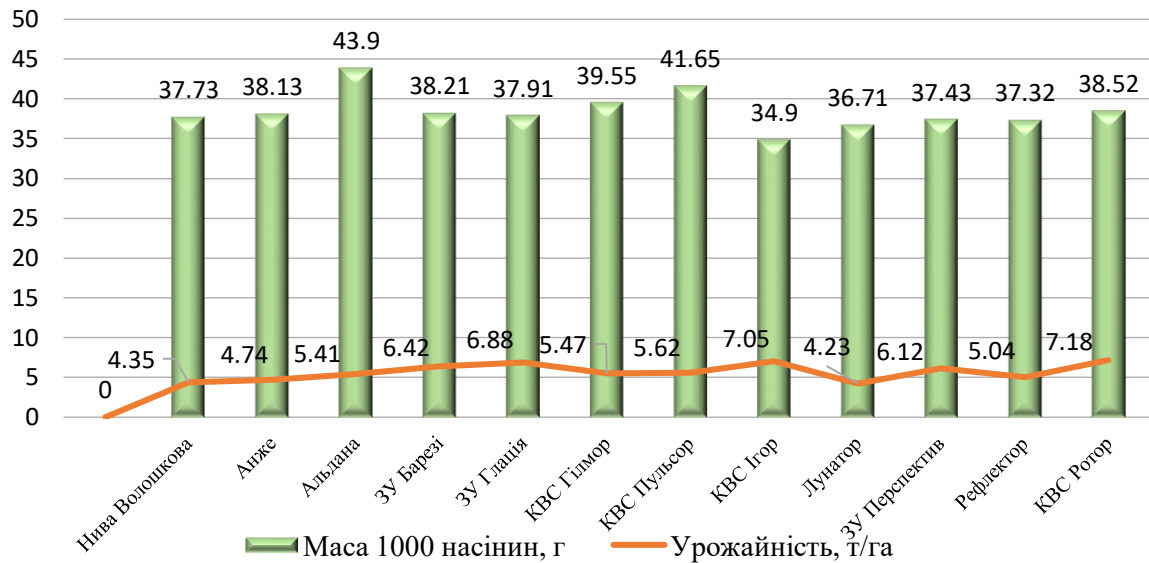
Таблиця 3.1.6.3.

**Індивідуальна продуктивність сортів і гібридів жита озимого в умовах Житомирської філії УІЕСР, 2023–2025 рр.**

Назва сорту	Висота рослин, см	V, %	Довжина колоса, см	V, %	Кількість зерен в колосі, г	V, %	Тривалість вегетаційного періоду, діб	V, %
Нива Волошкова	134,6	4,36	10,5	10,13	65,2	2,11	282	1,88
Анже	143,3	2,56	13,1	7,75	67,3	3,69	282	1,47
Альдана	133,4	3,49	13,2	5,33	74,6	1,75	282	0,94
ЗУ Барезі	142,1	2,85	12,3	8,60	69,5	2,04	282	0,89
ЗУ Глація	141,5	2,87	13,1	8,35	72,1	3,69	282	1,08
КВС Гілмор	127,5	3,50	9,6	12,12	54,8	3,24	282	0,71
КВС Пульсор	134,6	2,77	10,4	12,51	62,5	2,24	282	1,08
КВС Ігор	128,9	3,99	12,5	6,97	71,2	1,89	282	1,25
Лунатор	145,6	1,92	10,3	12,86	63,4	2,65	282	0,89
ЗУ Перспектив	134,2	2,72	10,5	8,13	64,3	2,48	282	0,71
Рефлектор	135,2	2,64	9,2	9,34	55,7	2,39	282	0,71
КВС Ротор	136,2	3,25	11,2	9,52	66,8	2,55	280	0,54

У середньому за роки досліджень найнижчу висоту мали сорти і гібриди жита озимого КВС Гілмор і КВС Ігор – 127,5 і 128,9 см відповідно. Висота сортів і гібридів Альдана, ЗУ Перспектив, Нива Волошкова, КВС Пульсор, Рефлектор і КВС Ротор коливалася від 133,4 см до 136,2 см. Найвищу висоту (141,5–145,6 см) спостерігали у сортів і гібридів жита озимого ЗУ Глація, ЗУ Барезі і Лунатор. Довжина колосу сортів і гібридів жита озимого коливалася від 9,2 см до 13,2 см. Найменшу кількість зерен в колосі встановлено у гібриду КВС Гілмор (54,8 шт) і сорту Рефлектор (55,7 шт). У сортів і гібридів жита озимого Лунатор, Нива Волошкова, КВС Пульсор, ЗУ Перспектив, КВС Ротор і Анже кількість зерен в колосі варіювала від 62,5 до 67,3 штук. Найбільшу кількість зерен у колосі (69,5–74,6 шт) сформували сорти і гібриди жита озимого Анже, ЗУ Барезі, КВС Ігор, ЗУ Глація і Альдана. Тривалість вегетаційного періоду сортів і гібридів жита озимого у середньому за роки досліджень становила 282 доби.

Маса 1000 насінин досліджуваних сортів і гібридів жита озимого у середньому за роки досліджень коливалася від 34,9 г до 43,9 г (рис. 3.1.6.3).



**Рис. 3.1.6.3. Урожайність і маса 1000 насінин сортів і гібридів жита озимого в умовах Житомирської філії УІЕСР, 2023–2025 рр.**

Найвищу масу 1000 насінин мали гібрид КВС Пульсор і сорт Альдана. Найнижчу урожайність зерна у середньому за роки дослідження сформували сорти Лунатор (4,23 т/га) і Нива Волошкова (4,35 т/га). Урожайність сортів жита озимого Анже, Рефлектор і Альдана була на рівні 4,74–5,41 т/га. Гібриди жита озимого характеризувалися вищою урожайністю зерна порівняно із сортами. Найвищу урожайність зерна сформували гібриди жита озимого ЗУ Глація, КВС Ігор і КВС Ротор – 6,88–7,18 т/га, що на 2,65–2,95 т/га більше порівняно із сортом Лунатор. Гібриди жита озимого, завдяки гетерозисному ефекту, характеризуються високою екологічною пластичністю, енергією росту, поліпшеними показниками якості зерна та стійкістю до вилягання і хвороб. Це робить їх перспективними для інтенсивних і ресурсозберігаючих технологій вирощування. Поєднання високої адаптивності, урожайності та якості продукції у сучасних сортів і гібридів жита є запорукою сталого розвитку зерновиробництва й ефективного використання потенціалу агроландшафтів. Отже, раціональне використання сортових ресурсів жита озимого є стратегічним напрямом формування стійких агроєкосистем, підвищення конкурентоспроможності зернової галузі та досягнення цілей сталого розвитку, зокрема, продовольчої безпеки, екологічної рівноваги та економічної стабільності сільських територій.

### **Висновки.**

1. Відбір і впровадження сортів із підвищеною екологічною пластичністю та стійкістю до стресових факторів довкілля є важливим напрямом селекції, спрямованим на підвищення стабільності врожайності та якості зерна в умовах змін клімату. Сортовий потенціал занесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні станом на 2025 р., налічує 98 сортів і гібриди, а також є вагомим інноваційним вкладом для проведення ефективної сортозаміни в різних зонах вирощування жита озимого.
2. У результаті дослідження визначено найбільш адаптивні та продуктивні сорти і гібриди жита озимого. Це допоможе оптимізувати сортову політику, підвищити рентабельність виробництва, знизити втрати урожаю в екстремальні роки та забезпечити сталий розвиток зернового сектора в умовах змін клімату.
3. В умовах Житомирської філії УІЕСР на дерново-підзолистих ґрунтах сорти і гібриди жита озимого характеризувалися підвищеною зимостійкістю (7 балів), посухостійкістю (7 балів) та стійкістю до вилягання (9 балів).
4. Найвищу стійкість до обсіпання (8,5–9,0 балів) забезпечили гібриди жита озимого КВС Пульсор, КВС Гілмор, ЗУ Барезі і сорт Альдана. Гібрид КВС Пульсор і сорт Альдана мали найвищу масу 1000 насінин – 41,6 і 43,9 г.
5. Найвищу урожайність зерна (6,88–7,18 т/га) у ґрунтово-кліматичних умовах Полісся сформували гібриди ЗУ Глація, КВС Ігор і КВС Ротор.

## 3.2. Вдосконалення ресурсозберігаючих технологій вирощування олійних культур

### 3.2.1. Вплив способів основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику в умовах Південного Степу України

*Об'єкт дослідження:* рослини соняшнику за різних способів основного обробітку ґрунту (оранка ПЛН-3-35, плоскоріз КПП-250, чизель ПЧ-2,5).

*Предмет дослідження:* вплив основного обробітку ґрунту на водний режим, біометричні показники, якість насіння та урожайність соняшнику.

**Мета дослідження** – розробити найбільш ефективний спосіб основного обробітку ґрунту південних чорноземів, що забезпечує найбільш сприятливі умови росту і розвитку рослин, а також їх високу продуктивність і збереження родючості.

**Завдання дослідження:**

оцінити динаміку запасів вологи та щільності ґрунту за різних способів обробітку;

визначити вплив обробітку на фенологію, ріст та розвиток рослин;

встановити зміни елементів структури врожаю та якості насіння;

визначити оптимальний спосіб обробітку для умов Південного Степу.

**Наукова новизна:** вперше для умов Південного Степу кількісно встановлено, що оранка скорочує вегетаційний період соняшнику на 2–3 дні порівняно з безполицевими системами та забезпечує максимальну урожайність 1,84 т/га, перевищуючи чизельну і плоскорізну обробку на 0,15–0,16 т/га.

**Теоретичне і практичне значення:** результати поглиблюють розуміння впливу різних способів обробітку на водно-фізичні властивості ґрунту, формування листової поверхні та врожайність соняшнику, а практично обґрунтовують доцільність використання оранки як найбільш ефективного способу основного обробітку для забезпечення вищої продуктивності та якості насіння в умовах дефіциту вологи Південного Степу України.

У досліді вивчалися такі способи основного обробітку ґрунту під посів соняшнику:

1. Оранка плугом ПЛН-3-35 на глибину 25 – 27 см (контроль).
2. Обробіток безполицевий плоскорізом КПП-250 на глибину 25 – 27 см.
3. Обробіток безполицевий чизелем ПЧ-2,5 на глибину 25 – 27 см.

Повторність досліді чотириразова, розміщення варіантів і повторень послідовне. Площа посівних ділянок 300 м<sup>2</sup>, облікових – 100 м<sup>2</sup>.

Агротехніка вирощування соняшнику, за винятком основного обробітку ґрунту, - загальноприйнята.

У досліді проводилися такі обліки, аналізи і спостереження: фенологічні спостереження – відповідно до методики Б.О. Доспехова; щільність ґрунту методом ріжучого циліндру в два терміни – у період повних сходів і в фазу наливу насіння, у шарах 0 – 10; 10 – 20 і 20 – 30 см; агрегатний склад ґрунту - методом Савінова (сухе просіювання) у шарах 0 – 10; 10 – 20 і 20 – 30 см навесні після появи повних сходів; вологість ґрунту та запаси продуктивної вологи

визначали в орному (0 - 30 см) шарах ґрунту у фази - сходів, цвітіння та наливу насіння. Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим, а запаси вологи розрахунковим методом, забур'яненість посіву визначалася кількісно-ваговим методом до формування густоти рослин сояшнику і перед збиранням врожаю; врожайність сояшнику враховували по ділянках із всієї облікової площі ділянок із перерахуванням на стандартну вологість; якісний аналіз насіння включав визначення вмісту жиру (ГОСТ-10846-74); дані урожайності сояшнику обробляли дисперсійним методом.

Волога є одним з основних елементів ґрунтової родючості, яка за наявності достатньої кількості елементів живлення в доступній формі, є визначальною в продуктивності сояшнику. Спостереження за вологістю ґрунту показали, що досліджувані способи обробки ґрунту створювали неоднакові умови зволоження перед посівом сояшнику. Верхній шар ґрунту (0-10 см) в ранньовесняний період був краще зволожений на варіантах з безвідвальними обробками, в результаті чого «фізична стиглість» ґрунту на цих варіантах наступала на 3 – 4 дні пізніше порівняно з обробкою ПЛН 3-35.

Визначення запасів вологи в шарі ґрунту 0-30 см при посіві сояшника показало, що найменші її запаси були при обробці ґрунту ПЛН 3-35 – 37 мм, а при розпушуванні плоскорізом КПП- 250 і чизелем ПЧ- 2,5 мали однаковий вплив на накопичення вологи 45 мм і 46 мм відповідно (табл. 3.2.1.1.). Таким чином, у порівнянні з відвальною обробкою ґрунту плугом розпушування плоскорізом і чизелем збільшило запаси вологи в ґрунті на момент посіву на 60 і 70 м<sup>3</sup>/га.

Таблиця 3.2.1.1

**Динаміка запасів вологи в ґрунті 0-30 см, мм**

Основний обробіток ґрунту	Фаза розвитку рослин		
	посів	цвітіння	дозрівання
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	39	24	18
Безполицевий обробіток плоскорізом КПП-250	45	26	19
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	46	28	19
НІР <sub>095</sub>	2,6	1,8	1,2

Далі визначення запасів вологи у фазі цвітіння і дозрівання показало, що відвальна оранка на відміну від безвідвальних способів має кращу вологоутримуючу здатність, так до моменту дозрівання всі способи обробки ґрунту були в межах статистичної похибки.

Вивчення динаміки вологості ґрунту залежно від основного обробітку ґрунту показало, що при посіві сояшника найбільша вологість ґрунту в шарі 0-30 см була при плоскорізній обробці і чизельній, а найменша при оранці. Так, вміст вологи на момент посіву при чизельній обробці була найвища 25,8%, а на плоскорізній - 24,7 %, проти 24,0 % на оранці (табл. 3.2.1.2.).

Таблиця 3.2.1.2.

**Динаміка вологості ґрунту за основними фазами розвитку соняшника, %  
від абсолютно-сухого ґрунту 0-30 см**

Основний обробіток ґрунту	Фаза розвитку рослин				
	посів	Формування кошика	цвітіння	налив насіння	дозрівання
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	24	22,7	16,6	14,8	13,5
Безполицевий обробіток плоскорізом КПП-250	24,7	23,1	16,3	14,5	13,3
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	25,8	23,2	16,4	14,6	13,2
НІР <sub>095</sub>	0,52	0,36	0,29	0,12	0,11

По мірі росту і розвитку рослин соняшнику вологість ґрунту в шарі 0-30 см змінювалися відповідно з проходженням фенологічних фаз і закономірно знижуються до дозрівання насіння і збирання врожаю до 13,0-13,5 % маси сухого ґрунту. Найвищі витрати води з ґрунту в період вегетації соняшнику відбуваються до появи кошика. У період від посіву до появи кошика витрата води в залежності від основної обробки складає 1,2 – 1,6 %, від утворення кошика до цвітіння - 7,4-9,4 %, від цвітіння до наливу насіння – 1,8 – 2,5 % і від наливу насіння до дозрівання – 1,2 – 1,8 % маси сухого ґрунту.

При цьому слід зазначити, що в фазу утворення кошика найбільші абсолютні показники вологи в ґрунті були при чизельній обробці – 23,2%, тоді як у фазу цвітіння і наливу насіння в ґрунті при обробці плугом було більше вологи. Таким чином, найменші запаси продуктивної вологи накопичуються в ґрунті з обробкою ПЛН 3-35 – 39 мм, безполицевого обробітку збільшують запас на 6 – 7 мм.

**Зміна агрофізичних показників ґрунту в залежності від основного обробітку.** Одним з дуже важливих агрофізичних показників стану ґрунту, що характеризують певною мірою ефективну родючість, є її об'ємна маса (щільність). Значення щільності в землеробстві різноманітне, але особливо велике в регулюванні водного режиму. Будова орного шару ґрунту, в структурно-агрегатному складі яких переважають агрегати розміром 0,25-0,50 мм, багато в чому визначається величиною щільності складання ґрунту. Щільність складання ґрунту визначає величину її інтегральної порозності, впливає на формування водно-повітряного та теплового режимів, інтенсивність і спрямованість фізико-хімічних і мікробіологічних процесів. Від комплексу цих умов залежить мобілізація поживних речовин, їх доступність рослинам.

Відомо, що кожному ґрунту властива своя рівноважна щільність, до якої він прагне під впливом зовнішніх і внутрішніх факторів. Тому інтенсивність обробки для створення оптимальних умов на різних ґрунтах значною мірою залежатиме від величини розходжень між оптимальною і рівноважною щільністю і швидкістю переходу до останньої. Для вибору оптимальних прийомів обробки ґрунту і визначення умов їх застосування необхідно поглиблене вивчення

фізичних властивостей тих чи інших ґрунтів, залежності їх від складних умов, змін, що відбуваються при обробці.

Фізичні властивості ґрунту характеризуються багатьма показниками, визначення яких часом складно і для масового застосування обмежена. Найбільш прийнятним для широкого визначення є щільність ґрунту. Це дуже важливий показник, з яким пов'язані інші властивості.

Численні дослідження показали, що на чорноземах ґрунтах України, Молдавії при своєчасній оранці зяб за зимовий період не переущільнюється (оптимальна маса 1,1 – 1,3 г/см<sup>3</sup>), а набуває оптимальний стан чи підвищену рихлість.

У підорних шарах природна щільність ґрунту досягає – 1,35 – 1,45 г/см. У цих умовах капілярний підтік вологи до поверхні ґрунту після зволоження її до найменшої вологемкості відбувається тільки в перші 1-3 дні і зачіпає в основному орний шар. Як тільки на поверхні ґрунту утворюється просохлий шар в кілька міліметрів, підйом вологи по капілярах до поверхні ґрунту припиняється і подальші втрати її підкоряються конвекційно - дифузному механізму руху води. При цьому обробка ґрунту призводить до швидкого висушування обробленого шару.

Сучасні тенденції мінімалізації обробітку ґрунту засновані, перш за все, на зменшенні її глибини. Це спричинило за собою зміни в будові орного шару. За даними наукових досліджень обробка звичайного чорнозему на глибину 10 – 12 см призвела до збільшення об'ємної маси в шарі 0-30 см до 1,16 – 1,27 г/см, зменшенню загальної пористості до 50 – 53 %.

Способи обробки ґрунту по-різному впливали на водно-фізичні властивості ґрунту. Так, у варіантах з плоскорізною обробкою об'ємна маса ґрунту була на 0,03 – 0,06 г/см<sup>3</sup> більше, ніж після оранки (табл. 3.2.1.3).

Таблиця 3.2.1.3

**Щільність ґрунту перед посівом і в кінці вегетації, г/см<sup>3</sup>**

Основний обробіток ґрунту	Перед посівом шар ґрунту, см				Перед збиранням шар ґрунту, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	1,13	1,20	1,24	1,19	1,20	1,25	1,29	1,25
Безполицевий обробіток плоскорізом КПГ-250	1,20	1,28	1,26	1,25	1,24	1,29	1,34	1,30
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	1,20	1,27	1,28	1,26	1,26	1,29	1,35	1,31
НІР <sub>095</sub>	0,04	0,06	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02

Визначення щільності ґрунту перед посівом соняшнику в наших дослідженнях показало, що найменшою вона була у верхньому шарі ґрунту: на оранці – 1,19 г/см<sup>3</sup>, а на чизельній і плоскорізній обробці – 1,25 г/см<sup>3</sup>.

З глибиною ґрунту відзначається ущільнення її нижніх шарів. Так, на оранці щільність шару 10 – 20 см збільшувалася в порівнянні з верхнім шаром на 0,07 г/см<sup>3</sup>, а в шарі 10 – 30 см на 0,11 г/см<sup>3</sup>. На безвідвальних обробках щільність ґрунту відповідно зростає на 0,08 і 0,12 г/см<sup>3</sup>. Розгляд даних по різних способам підготовки показує, що в цілому 0 – 0,30 м шар був досить рихлим і коливався в межах 1,19 – 1,25 г/см<sup>3</sup>.

Порівняння даних щільності ґрунту у весняний період з їх показниками перед збиранням соняшнику свідчать про те, що вони до кінця вегетації збільшуються, але залишаються сприятливими для рослин соняшнику.

Щільність верхнього шару ґрунту зростає на 0,04 г/см<sup>3</sup> на поліпшеній зябі, на 0,06 г/см<sup>3</sup> на безвідвальних обробках. При цьому в більш глибоких шарах ґрунту відбувається ще більше ущільнення ґрунту, за рахунок атмосферних опадів і сили тяжіння самої землі. Так, на оранці в шарах 10 – 20 і 20 – 30 см щільність підвищується на 0,07 г/см<sup>3</sup> при безвідвальних обробках на звичайну глибину відповідно на 0,08 г/см<sup>3</sup>.

В шарі 0 – 30 см, як показують дані результатів досліджень, щільність ґрунту (1,19 – 1,26 г/см) істотно залежить від способу підготовки ґрунту, що вказує на диференційний підхід, щодо застосування обробки.

У тісному зв'язку з щільністю ґрунту знаходиться її пористість. Вивчення впливу основного обробітку ґрунту чорноземного ґрунту показало, що оптимальна її шпаруватість протягом усієї вегетації соняшнику, в якій більше половини її обсягу (50 – 55) припадає на пори, може забезпечуватися будь-яким з випробуваних прийомів (табл. 3.12).

Як видно з даних таблиці, перед посівом пористість ґрунту на контролі була 53,3 %, зменшилася на 2,3 – 2,7% при застосуванні безвідвальної обробки на звичайну глибину. З глибиною по шарах ґрунту спостерігається зниження пористості ґрунту в порівнянні з верхнім шаром ґрунту. При порівнянні пористості ґрунту, створеної оранкою, в порівнянні з безвідвальними обробками слід зазначити, що в шарі ґрунту 10 – 20 см вони дещо покращують цей показник на 0,4 – 0,7%, тоді як в шарі ґрунту 20 – 30 см вони його погіршують на 0,4 – 1,2%.

Таблиця 3.2.1.4

## Динаміка пористості ґрунту перед і в кінці вегетації соняшника, %

Основний обробіток ґрунту	Перед посівом шар ґрунту, см				Перед збиранням шар ґрунту, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	55,7	52,9	51,4	53,3	52,9	51,0	49,4	51,0
Безполицевий обробіток плоскорізом КПП-250	52,9	49,8	50,6	51,0	51,4	49,4	47,5	49,0
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	52,9	50,2	49,8	50,6	50,6	49,4	47,1	48,6

Порівняння даних пористості ґрунту в передпосівний період з її показниками перед збиранням соняшнику свідчать про те, що вони до кінця вегетації соняшнику знижуються в 0 – 30 см шарі на 2,4 – 4,3 %. Шпаруватість верхнього шару ґрунту при цьому знижується на 2,8 % при поліпшеній зябі, на 3,2 – 5,1 % на варіантах з без відвальними обробками. Таким чином, склад орного шару в основному залежить від глибини і менше від способу обробки ґрунту. Більш щільний склад орного шару спостерігається при плоскорізній і мінімальних обробках ґрунту. На всіх обробках відзначається збільшення об'ємної маси ґрунту від верхнього до нижнього шару. У тісному зв'язку з щільністю ґрунту знаходиться її шпаруватість.

**Особливості розвитку і росту рослин під впливом основного обробітку ґрунту.** Посів на всіх варіантах досліду проведений 08 травня. Досліди показали, що сходи соняшнику на всіх варіантах основного обробітку ґрунту відзначені - 18.V; поява кошиків на оранці - 04.VII, а на обробці чизелем - 05.VII і плоскорізом 06.VII, тоді як цвітіння відповідно 22.VII і 21.VII. Дозрівання насіння соняшнику раніше всіх відзначено також на оранці - 16.IX, на обробці чизелем і плоскорізом пізніше на 2 і 3 дні (табл. 3.2.1.5.).

Таблиця 3.2.1.5

## Дати основних фаз розвитку рослин соняшнику

Основний обробіток ґрунту	Фаза розвитку рослин			
	Поява сходів	Поява кошика	Цвітіння	дозрівання
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	18.V	04.VII	18.VII	16.IX
Безполицевий обробіток плоскорізом КПП-250	18.V	06.VII	21.VII	19.IX
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	18.V	05.VII	20.VII	18.IX

Відповідно з датами настання основних фаз розвитку рослин соняшнику знаходиться тривалість основних міжфазних періодів його розвитку. Так тривалість періоду від посіву до сходів на всіх варіантах основного обробітку ґрунту становить 10 днів, від сходів до утворення кошика – 47 – 49 днів, від утворення кошика до цвітіння – 16 – 18 днів, від цвітіння до дозрівання 58 – 59 днів, і від сходів до дозрівання 121 – 124 днів (табл. 3.14).

За суттєвий впливом на проходження основних фенологічних фаз можна виділити використання традиційного основного обробітку ґрунту ПЛН 5-35 він скороти вегетаційний період на 3 дні в порівнянні з використанням плоскорізом КПП-250 і 2 дні з чизелем ПЧ-2,5.

Спостереженнями встановлено, що густина стояння рослин соняшнику за варіантами основного обробітку ґрунту становить 42,2 – 43,5 тис/га. Спостереження за висотою рослин показали, що найбільшою вона була на оранці – 1,61 м, на плоскорізній обробці – 1,56 м і чизельній обробці – 1,57 м (табл. 3.2.1.6).

Таблиця 3.2.1.6

**Тривалість основних міжфазних періодів розвитку рослин соняшника в залежності від способу основного обробітку ґрунту**

Основний обробіток ґрунту	від посіву до сходів	від сходів до появи кошика	Від появи кошика до цвітіння	Від цвітіння до дозрівання	від сходів до дозрівання
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	10	47	15	58	121
Безполицевий обробіток плоскорізом КПГ-250	10	49	17	59	124
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	10	48	16	59	123

Таблиця 3.2.1.7

**Біометричні показники рослин соняшнику в залежності від способу основного обробітку ґрунту, середнє за 2020-2021 р.**

Основний обробіток ґрунту	Густота рослин, тис./га	Висота рослин, м	Діаметр кошика, см	Діаметр стебла, мм
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	43,5	1,60	0,18	26
Безполицевий обробіток плоскорізом КПГ-250	42,2	1,56	0,17	24
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	42,4	1,57	0,16	23

Діаметр кошика соняшнику за варіантами основного обробітку ґрунту коливався в межах 16 – 18 см, при мінімальній величині на чизельній обробці – 16 см і плоскорізній обробці на – 17 см. Найбільш високий показник діаметра стебла відзначений по оранці – 26 мм, при мінімальній величині на чизельній обробці – 23 мм.

**Засміченість посівів в залежності від основного обробітку ґрунту.** Вибір правильного способу обробітку ґрунту повинен враховувати і забур'яненість посівів бур'янами.

При плоскорізній і дрібній обробці до 50 % загальної кількості насіння бур'янів концентрується в верхньому (0 – 10 см) шарі ґрунту, тому навесні вони сходили раніше і дружніше, ніж при оранці, за рахунок цього забур'яненість посівів перед міжрядною обробкою була в цих варіантах в 3,2 – 3,4 рази вище.

Визначення потенційної засміченості показало, що після безвідвальної обробки основна маса бур'янів (58 %) зосереджена у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту, в той час як в шарі 10 – 20 см їх було 27 % і в шарі 20 – 30 см – 15 %. Після оранки насіння бур'янів розподіляються практично рівномірно по шарах (29,33 і 28 %). Тому ранньою весною на ділянках без обороту пласта налічували 222 бур'янів на 1 м<sup>2</sup>, а по оранці – 53,4 шт.

Облік засміченості посівів соняшнику в наших дослідах показав, що вона більшою мірою залежала від умов обробітку соняшнику, ніж від основної обробки ґрунту.

У середньому за три роки, перед першою міжрядною обробкою найменша засміченість соняшнику була на оранці – 38,1 шт./м<sup>2</sup>. При проведенні безвідвальних обробок на звичайну глибину їх кількість зростає: при на плоскорізній обробці на 21,5 % і чизельній обробці на 7,3 % (табл. 3.2.1.8).

Таблиця 3.2.1.8

### Засміченість посівів соняшника однорічними бур'янами

Основний обробіток ґрунту	Перед першою міжрядною обробкою, шт./м <sup>2</sup>	Перед збиранням соняшника	
		шт./м <sup>2</sup>	Вага сирової маси, г/м <sup>2</sup>
Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	38,1	36,1	22,8
Безполицевий обробіток плоскорізом КПП-250	46,2	51,2	37,1
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	40,9	48,4	26,9
НІР <sub>095</sub>	2,2	2,8	3,9

Облік кількісної засміченості посівів перед збиранням соняшнику показав, що вона за оранки, зберігає попередню закономірність, тільки при дещо більшій абсолютній величині.

Так, при обробці ґрунту чизелем ПЧ- 2,5 засміченість зростає на 34,1 % , а плоскорізом КПП-250 – 41,8 %.

Ваговий облік засміченості посівів соняшнику має схожу з кількісною засміченістю закономірність, тільки вона має дещо інший характер. Так, в порівнянні з оранкою розпушування плоскорізом збільшує масу бур'янів – на 62,7 %, а чизельна обробка – на 17,5 %.

Таким чином, найменша забур'яненість посівів соняшнику була на оранці як перед першою міжрядною обробкою рослин – 38,1 шт/м<sup>2</sup>, так і перед збиранням соняшнику – 36,1 шт./м.

**Якість насіння і урожайність соняшника.** Дослідженнями встановлено, що насіння соняшнику з високою масою формуються на оранці 76,5 м. Найменша їх маса була на: плоскорізній – 75,5 г і на чизельній – 75,1 г (табл.3.2.1.9).

Таблиця 3.2.1.9

### Якість насіння і урожайність соняшника

Основний обробіток ґрунту	Маса 1000 насінин, г	лузжистість насіння, %	олійність насіння, %	Урожайність насіння, т/га
---------------------------	----------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

Оранка плугом ПЛН-3-35 (контроль).	76,5	21,8	54,7	1,84
Безполицевий обробіток плоскорізом КПП-250	75,1	22,2	54,2	1,68
Безполицевий обробіток чизелем ПЧ-2,5	75,5	21,4	54,7	1,69
НІР <sub>095</sub>	0,03	0,36	0,4	0,12

Визначення лузжистості насіння показало, що воно практично не залежало від способу основного обробітку ґрунту, але найменшим вона була на обробках чизелем - 21,4 %, а більшою при плоскорізній обробці – 22,2 %.

Аналогічна закономірність відзначена і при визначенні олійності насіння. При цьому мінімальна олійність була на обробці плоскорізом КПП-250 – 54,2 % , а найбільшою – на оранці і чизельній обробці на – 54,7 %. Решта обробки ґрунту займали проміжне положення.

Облік врожаю насіння показав, що найбільш високою врожайністю насіння, виділяється оранка - 1,84 т/га, а обробка ґрунту плоскорізом і чизелем знижує врожайність насіння соняшнику на 0,16 і на 0,15 т/га . Таким чином, в якості основної обробки доцільно застосовувати оранку плугом ПЛН- 3 -35.

## ВИСНОВКИ

1. Безполицевий основний обробіток ґрунту сприяє накопиченню вологи в ґрунті, так найменші запаси продуктивної вологи накопичуються при обробці ПЛН 3-35 і становили 39 мм, а на безполицевому обробітку збільшують запас на 6-7 мм.
2. Використання плоскоріза КПП-250 и чизеля ПЧ-2,5 для основного обробітку ґрунту дещо підвищують щільність оброблюваного шару чорнозему типового в посівах соняшнику в порівнянні з оранкою, але ці величини на протязі вегетації знаходяться в межах оптимальної норми для рослин соняшнику і суттєво не впливають на їх ріст та розвиток.
3. Досліджувані способи основного обробітку ґрунту суттєво не впливають на розвиток рослин соняшнику але використання традиційного основного обробітку ґрунту ПЛН 5-35 дозволяє скороти вегетаційний період на 3 дні в порівнянні з використання плоскорізом КПП-250 і 2 дні в порівнянні з чизелем ПЧ-2,5.
4. Безполицевий обробіток у порівнянні з оранкою, призводить до підвищення забур'яненості посівів соняшнику як однолітніми, так і багаторічними коренепаростковими їх видами. Найменша забур'яненість посівів соняшнику була на оранці як перед першою міжрядною обробкою рослин - 38,1 шт/м<sup>2</sup>, так і перед збиранням соняшнику - 36,1 шт./м.
5. В умовах південного Степу на чорноземах безполицевий основний обробіток веде в порівнянні з оранкою до зниження врожаю насіння соняшнику. Облік врожаю насіння показав, що найбільш високою врожайністю насіння, виділяється оранка - 1,84 т/га, а обробка ґрунту плоскорізом і чизелем знижує



35	2,6	6,8	75,7	120,6	175,1	49	10,3
----	-----	-----	------	-------	-------	----	------

Сіяли озимий ріпак восени в першій декаді вересня на глибину 3 +/-1 см з міжряддям 15 см сівалкою LTD HORSCH 9.35. Під час сівби на всіх варіантах при посіві застосовували мінеральне добриво азото – фосфорне N<sub>10</sub>,P<sub>10</sub>,S<sub>8</sub> по діючій речовині. Після посіву поле прикотковували кільчасто-шпоровими котками ЗККШ–6 в першій декаді вересня. Норма висіву в господарстві 3 кг/га, густина стояння 500 тис.шт./га.

Восени ріпак обробляли бором і гербіцидом Шквал 0,6 л/га в баковій суміші в другій декаді жовтня.

Підживлення проводили по таломерзлому ґрунті аміачною селітрою KuhnAXIS 20.1, в третій декаді лютого, КАС-32 – Uniport 2500 Plus в першій декаді вересня.

#### Схема досліду:

1. Контроль (без підживлення)
2. КАС -32 -106кг/га (N = 34кг)
3. КАС-32-212кг/га (N = 68кг)
4. Аміачна селітра 100 кг/га (N = 34 кг)
5. Аміачна селітра 200 кг/га (N = 68 кг)

Підживлення проводили по мерзлоталому ґрунті.

**Метод розміщення варіантів** – систематичний (рис. 3.2 та 3.3).

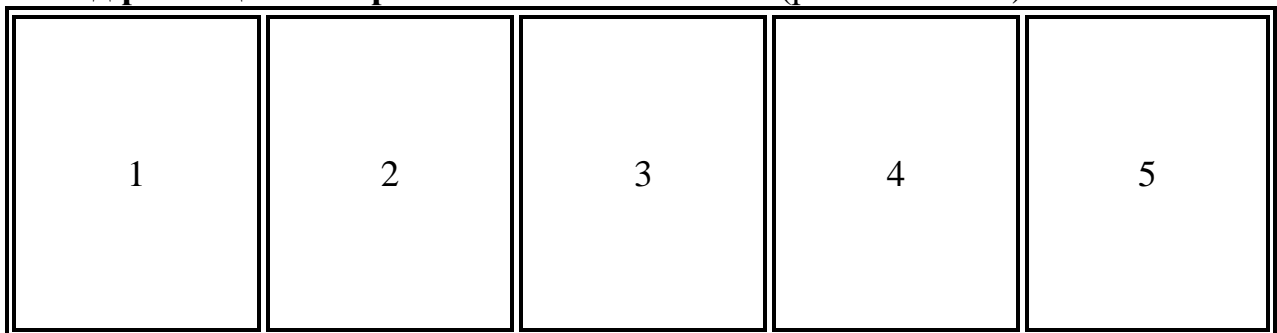


Рис.3.2.2.1 Схема розміщення варіантів у досліді



### Рис. 3.2.2.2 Дослідні ділянки на полі

Розміри дослідних ділянок 2,6 га, два проходи сівалкою 9.35. Бокові захисні смуги 1 м, а облікові ділянки – 1 м<sup>2</sup>.

Обробка посівів в баковій суміші: фунгіцидом Фолікур 1л/га і підживлення по листу Нутриванто лійний 2 кг/га і Карбамід 10 кг/га, Uniport 2500 Plus в другій декаді квітня.

Обробка інсектицидами Біская 0,4 л/га в першій декаді травня.

Збирання озимого ріпаку почали 26 липня, прямим комбайнуванням комбайнами New Holland CX720 і ClaasLexion 480.

**Методика обліків і спостережень.** Під час досліду визначалися фенологічні та біометричні показники. Діаметр кореневої шийки виміряли рулеткою на дослідних ділянках коли рослина готувалася до перезимівлі. Брало 8 – 10 рослин і визначали середню товщину. Діаметр вимірювали восени у фазу розетки 5 – 6 справжніх листочків до настання перших приморозків. (рис. 3.2.2.3)



Рис. 3.2.2.3 Вимірювання діаметру кореневої шийки озимого ріпаку до настання перших приморозків

Оцінка стану посівів після підживлення ріпаку озимого визначають у основні фази розвитку окомірно. Оцінюють стан посівів за п'ятибальною шкалою: 5 балів – відмінний стан; 4 бали – добрий; 3 бали – задовільний; 2 бали – поганий; 1 бал – дуже поганий; 0 балів – посів не змінився.

Визначення інтенсивності росту рослин, як правило, визначають по фазах розвитку рослин визначали лінійкою весною після перезимівлі коли зробили підживлення і почалося відновлення вегетації. Брало на дослідних ділянках 10 рослин і визначали середню висоту. Міряли за такою схемою: 7 днів після обробки, 14 днів і 21 день.

Визначали біологічну врожайність перед збирання за 3 – 4 дні.

У чотирьох місцях ділянки (поля) викопують з глибини 5-6 см рослини двох суміжних рядів довжиною 83 см, що при ширині міжрядь 15 см становить 0,25 м<sup>2</sup>.

Корені обережно звільняють від ґрунту, рослини зв'язують, снопи позначають етикетками.

У кожному снопі підраховують рослини й пагони, обчислюють загальну й продуктивну гілкуватість як частку відділення відповідно загальної кількості пагонів та кількості продуктивних пагонів на кількість рослин. Після цього корені відрізають, сніп зважують.

Від кожного снопа беруть підряд 25 рослин, вимірюють їхню висоту (відоснови до кінчика суцвіття), потім відрізають стрючки, кожен стрючок аналізують: вимірюють довжину, підраховують скільки зернин у стрючку.

При розрахунках продуктивності враховують поправку на вологу, що міститься у рослинах. Урожай ріпаку озимого прийнято виражати за 8 % вологості.

### **Стан посівів озимого ріпаку в досліді**

#### *Діаметр кореневої шийки*

Як відомо, осінній період вегетації ріпаку озимого є важливим для формування стійкості до низьких температур, загартування та формування майбутньої високої продуктивності, що обумовлено його біологічними особливостями. Насамперед діаметр кореневої шийки і висота її над землею запорука гарного врожаю. На дослідній ділянці в усіх варіантах була однаковою, що вказано в таблиці 3.27, починаючи від 1,1 см до 1,5 см. Діаметр кореневої шийки на дослідних ділянках наведено у таблиці.

Оптимальна товщина кореневої шийки озимого ріпаку до перезимівлі 0,8 – 1,2 см і саме головне щоб вона не була високо над землею. Виходячи з даних, наведених у таблиці 3.27 видно, що культура на досліді 2020-2021 роках до перезимівлі була в оптимальному стані, але так як в 2020 році була холодна і малосніжна зима посіви озимого ріпаку вимерзли і дослід не вдався.

*Таблиця 3.2.2.2*

Діаметр кореневої шийки озимого ріпаку до настання приморозків, см

Варіант	Рік							
	2020				2021			
	1	2	3	Середнє	1	2	3	Середнє
1	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	1,0	1,2	1,1
2	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1
3	1,0	1,1	1,2	1,1	1,0	1,1	1,1	1,0
4	1,2	1,1	1,1	1,1	0,9	0,8	1,1	1,0
5	1,2	1,0	1,1	1,1	1,0	1,2	1,1	1,1

В 2021 році озимий ріпак перезимував, добре вийшов з зими і почав відростати. (рис 3.5)



Рис. 3.2.2.4. Корінь озимого ріпаку в розрізі після відновлення вегетації навесні 2021 року.

### Оцінка стану посівів після підживлення озимого ріпаку

Оцінка стану посівів після підживлення вказано у таблиці 3.2.2.3

Таблиця 3.2.2.3

Оцінка стану посівів озимого ріпаку після підживлення у 2021 році, бал

Варіант	Кількість днів після підживлення			Середнє
	7	14	21	
1	2	2	2	2
2	4	5	5	5
3	3	4	4	4
4	3	3	4	3
5	3	4	5	4

З таблиці 3.28 видно, що найкращий стан рослин в порівнянні з контролем (без підживлення) зафіксований на ділянках 2, 3 і 5, де був застосований КАС-32 в нормі вилу 106 і 212 кг/га і аміачна селітра в нормі 200 кг/га. Трохи гірше себе проявив КАС-32 в варіанті 2, де норма становила 106 кг/га. І найгірше проявила себе ділянка 4 де була аміачна селітра 100 кг/га.

Ділянка другого варіанту краще вплинула на озимий ріпак ніж 4 де була аміачна селітра. Що стосується 2, 3 і 5 варіант вони вплинули майже однаково, але КАС – 32 в нормі 106 кг/га дещо краще.

Отже, КАС-32 в нормі 106 кг/га найкраще вплинув на стан посівів в найкоротші строки, ніж варіанти з аміачною селітрою, тому що має три форми азоту.

### Вплив системи удобрення на розвиток та ріст ріпаку озимого

Настання фенологічних фаз озимого ріпаку в залежності норми і форми мінерального добрива дані наведені в таблиці 3.2.2.4.

Таблиця 3.2.2.4

## Дати настання фенологічних фаз розвитку озимого ріпаку

Фаза	Варіант				
	1	2	3	4	5
Сходи	8.09	8.09	8.09	8.09	8.09
Утворення справжніх листочків	13.09	13.09	13.09	13.09	13.09
Утворення розетки листків	10.10	10.10	10.10	10.10	10.10
Стеблування	23.04	29.04	30.04	27.04	30.04
Бутонізація	27.04	30.04	29.04	29.04	30.04
Цвітіння	10.05	17.05	19.05	16.05	18.05
Утворення стручків	19.05	26.05	27.05	25.05	26.05
Достигання	16.07	23.07	25.07	21.07	24.07

Нестача азоту навесні призводить до швидшого росту навесні головного пагона; зменшення кількості бокових гілок; більш раннього цвітіння і скорочення його тривалості; зменшення кількості стручків; різкого зниження продуктивності посівів.

В таблиці 3.29 проходили всі фази однаково до розетки листків включно. Після підживлення озимий ріпак почав вступати у фенологічні фази по різному. Порівняємо дію КАСу і аміачної селітри з контролем. З таблиці видно що контроль найшвидшу вступає у фази розвитку ніж там де було мінеральне добриво.

Якщо порівнювати однакові дози але різні форми то видно, що різниця незначна  $\pm 2$  днів, але вона присутня. Зробимо висновок дія азоту присутня але різниця між формою незначна, а за дозою впливає на більш довшу вегетацію. Найдовша вегетація була на варіанті 3 де був застосований КАС-32 в нормі 216 кг/га (рис 3.6). Збирання відбувалося в один день.



Рис. 3.2.2.6 Фаза бутонізація озимого ріпаку на дослідній ділянці

*Кількість бокових пагонів на ріпаку озимому*

На одній рослині може формуватися 7 – 10 бокових гілок, оптимальна кількість гілок на 1 м<sup>2</sup> становить 450 шт./м<sup>2</sup> (може коливатися в межах 350 – 600 гілок). Дані про кількість бокових пагонів в досліді наведена в табл. 3.2.2.5.

Таблиця 3.2.2.5

Кількість бокових пагонів на одній рослині озимого ріпаку, шт.

Варіант	Повторення			Середнє
	1	2	3	
1	7	7	7	7
2	8	9	9	9
3	8	9	7	8
4	9	7	8	8
5	8	7	8	8

Виходячи з даних які наведені в таблиці 3.30 найбільша гіркуватість озимого ріпаку в порівнянні з контролем у варіанті другому (9 бокових пагонів). У варіантах 3, 4 і 5 бокових гілок в середньому 8 шт на одну рослину. І найгірше на контролі лише 7 шт.

Порівнюючи КАС і аміачну селітру то на закладання бокових пагонів найкраще вплину КАС-32 в дозі 106 кг/га. На ріпак озимий впливають різні форми і дози мінерального добрива на гіркуватість стебла.

*Кількість стручків на рослині*

Озимий ріпак може формувати кількість стручків на одній рослині від 20 – 30 до 300 – 400. Інформація по досліді занесена в таблицю 3.31.

Виходячи з матеріалу який наведений в таблиці найбільше стручків в

порівнянні з контролем на варіанті 2 (264 шт.). Трішки менше на 3 і 5 варіанті. Там кількість склала 246 і 240 штук. В варіанті 4 дещо менше, ніж в варіанті 3.2.2.6.

Таблиця 3.2.2.6

Кількість стручків на одній рослині озимого ріпаку, шт.

Варіант	Повторення			Середнє
	1	2	3	
1	150	165	173	162
2	250	274	269	264
3	234	245	261	246
4	245	220	216	227
5	243	230	247	240

Порівнюючи різні форми і дози мінеральних добрив, то найбільше у варіанті 2 ніж у 4. Невелика різниця між 3 і 5 варіантами.

Все ж таки найкраще впливає на кількість стручків на рослинах КАС-32 в дозі 106 кг/га. Отже, форма і доза мінерального добрива впливає на кількість закладання стручку на рослині.

*Кількість насіння в стручку*

У стручку в середньому містяться 18 – 40 насінин. Показники дослідів записані у таблицю 3.2.2.7

Таблиця 3.2.2.7.

Кількість насіння в стручку ріпаку озимого, шт.

Варіант	Повторення			Середнє
	1	2	3	
1	22	20	24	22
2	36	38	30	34
3	33	30	32	32
4	29	32	33	31
5	34	35	32	33

Аналізуючи таблицю 3.32 порівнюємо всі варіанти з контролем. Найбільше насіння в стручку у варіанті 2. Набагато більше в 3, 4 і 5 варіантах.

Зробимо висновок, найбільше зерен у другому варіанті де був КАС-32 дозі 106 кг/га. Форма і доза мінерального добрива впливає на формування кількості зерен в стручку.

**Врожайність ріпаку озимого залежновід форм і доз добрив.**

В досліді визначено біологічну і фактичну врожайність дані

приведені у таблиці 3.2.2.8. Біологічна врожайність подана середня з чотирьох повторностях.

Таблиця 3.2.2.8

## Врожайність насіння озимого ріпаку у 2021 році, ц/га

Варіант	Врожайність	
	Біологічна	Фактична
1	13,3	13,1
2	22,6	22,4
3	24,3	24,1
4	21,9	21,8
5	23,6	23,4

Аналізуючи таблицю 3.34, порівнюючи всі варіанти з контролем, найбільшу біологічну врожайність у варіанті 3, де КАС-32 норма 212 кг/га. Деяко гірше проявив себе від найкращого аміачна селітра (5 варіант), де врожайність склала 23,6 ц/га. КАСу доза 106 кг/га де врожай склав 22,6 ц/га, а 4 варіант з аміачною селітрою 100 кг/га – 21,9 ц/га.

Якщо порівнювати дію КАСу з аміачною селітрою найкраща біологічна так і фактична врожайність у варіанті 3 (за дією КАСу).

За підсумками дослідження можна твердо сказати, що різні форми і дози азоту впливають на біологічну врожайність насіння. КАС-32 в дозі 212 кг/га показав найбільшу врожайність тому, що містить 3 форми азоту: аміачна ( $\text{NH}_4$ ), нітратну ( $\text{NO}_3$ ) іамідна ( $\text{NH}_2$ ), а аміачна селітра містить тільки дві форми азоту: аміачну ( $\text{NH}_4$ ) і нітратну ( $\text{NO}_3$ ).

*Приріст урожаю*

В таблиці 3.2.2.9 наведено приріст урожаю за рахунок різних форм і доз добрив.

Таблиця 3.2.2.9

## Приріст біологічного урожаю насіння озимого ріпаку залежно від форми азоту за 2021 рік

Варіант	Доза азоту у підживленні діючої речовини, кг/га	Біологічна врожайність, ц/га	Приріст врожаю		Агрохімічна ефективність (окупність), ц/кг
			ц/га	%	
1	-	13,3	-	-	-
2	34	22,6	4,3	23	12,6
3	68	24,3	6,0	32	8,8
4	34	21,9	3,6	20	10,5
5	68	23,6	5,3	29	7,8

Виходячи з даних таблиці 3.34 порівнюємо різні форми і дози добрив, а також приріст урожаю і агрохімічну ефективність (окупність). Найбільший приріст був у варіанті 3 але окупність була всього 8,8 %, щоє мало. Аміачна

селітра в дозі 200 кг/га, що забезпечила приріст врожаю 5,3 ц/га, а агрохімічна ефективність низька 7,8 %. В 2 і 4 варіанті приріст відносно невеликий 4,3 ц і 3,6 ц/га, але в той самий час окупність найбільша – відповідно 12,6 і 10,5 %.

Згідно літературних джерел мінеральні добрива повинні приносити приріст врожаю до 30 %, а у нас лише 3 варіант 32 %, що каже, добриво себе повністю реалізувало але агрохімічна ефективність мала.

З таблиці видно, що різні форми і дози мінеральних добрив впливають на врожайність – відповідно і на приривку.

## ВИСНОВКИ

6. Грунтово-кліматичні умови Південного Степу України є задовільними для вирощування озимого ріпаку. Проте, для отримання високих врожаїв озимого ріпаку необхідно рослини забезпечити достатньою кількістю елементів живлення у вигляді мінеральних добрив.

7. Різні форми і дози мінеральних добрив впливають на всі показники росту, розвитку і продуктивності ріпаку озимого.

8. На стан та врожайність озимого ріпаку КАС-32 впливає краще, ніж аміачна селітра. Виходячи з дослідів, оптимальна доза КАС становить 106 кг/га. Це обґрунтовано економічною та агрохімічною ефективністю.

9. За підсумками дослідів встановлено, що різні форми і дози азоту впливають на біологічну врожайність насіння. Найкращі результати за біологічною врожайністю спостерігалися у варіанті 3 (підживлення КАС-32, 212 кг/га) та варіанті 5 (підживлення аміачною селітрою 200 кг/га) де показники були вищими за контроль на 1,03 – 1,10 т/га.

### 3.2.3. Фотосинтетична активність соняшнику за дії регулятора росту рослин в зоні степу України

*Об'єкт досліджень* – високоолеїновий гібрид соняшнику Коломбі.

*Предмет досліджень* - Процес фотосинтетичної активності рослин соняшнику за дії модифікованого регулятора росту рослин АКМ в умовах Південного Степу України.

**Мета дослідження:** визначення впливу модифікованого регулятора росту рослин АКМ на фотосинтетичну активність рослин соняшнику в умовах Південного Степу України.

**Завдання дослідження:**

- дослідити вплив АКМ та АКМ+Са на формування листової поверхні;
- встановити вплив різних схем обробки на фотосинтетичні процеси;
- визначити ефективність комбінованої інкрустації та обприскування;
- оцінити їхній вплив на адаптивність рослин у посушливих умовах.

**Наукова новизна:** вперше встановлено, що інкрустація АКМ+Са у поєднанні з обприскуванням у фазі бутонізації забезпечує максимальне

розширення листкової поверхні та підвищення фотосинтетичної активності, що прямо корелює зі збільшенням накопичення сухої речовини.

**Теоретичне і практичне значення:** результати дають нове уявлення про роль кальцій-модифікованого АКМ у регуляції фотосинтезу, а практично рекомендують комбіновану інкрустацію та обробку як ефективний прийом підвищення стійкості гібриду Коломбі до посухи та покращення продуктивності у Південному Степу.

Дослід проводився Мелітопольському районі Запорізької області до 2019 р.. Зона Південного Степу суттєво відрізняється від інших зон країни, за кліматичними та ґрунтовими умовами і, відповідно, має свої особливості для вирощування сільськогосподарських культур.

Погодні умови, що склалися протягом проведення дослідів, відзначалися високими сумами активних температур за вегетаційний період (табл.3.2.3.1). Опадів за рік випадає близько 480 мм, із них за вегетаційний період – 253 мм (за багаторічними даними). В 2017 і 2019 рр. умови зволоження були близькі до середніх багаторічних значень і є більш сприятливими для вирощування олійних культур. Гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за роки досліджень коливався в межах 0,46–0,85, що свідчить про належність району до посушливої зони. Слід відмітити, що у 2018 році на фоні високих сум активних температур спостерігалася низька кількість опадів (147 мм) і гідротермічний коефіцієнт був на 70 – 85 % нижчим за інші досліджувані вегетаційні періоди.

Таблиця 3.2.3.1  
Погодні умови проведення дослідів (2017 – 2019 рр.)

Рік досліджень	ГТК	Кількість опадів за період вегетації, мм	Сума активних температур, °С
2017	0,78	218	2801
2018	0,46	147	3223
2019	0,85	257	3037

Ґрунти місця проведення дослідів представлені чорноземами південними важкосуглинковими з вмістом гумусу 3,1 %. Ґрунти мають близьку до нейтральної реакції (рН водний 7,1). Забезпеченість орного шару легкогідролізованим азотом низька (за Корнфілдом 103 мг/кг), рухомим фосфором – підвищена (за Чиріковим 114 мг/кг), обмінним калієм – висока (за Чиріковим 139 мг/кг). Але, нерівномірна та недостатня кількість опадів під час вегетації блокує повноцінне використання рослинами елементів живлення.

У досліді вивчалися середньоранній високоолеїновий гібрид соняшнику Коломбі за умов різного основного обробітку ґрунту та різних способів застосування регулятора росту рослин АКМ+Са. Досліджувані гібриди соняшнику рекомендовані до вирощування у зоні Степу України. Схема дослідів наведена у табл.3.2.3.2

Таблиця 3.2.3.2

## Схема дослідю

Гібрид соняшнику	Варіант дослідю
Коломбі	1 Контроль (передпосівна обробка насіння водою)
	2 Передпосівна обробка насіння АКМ+Са
	3 Обприскування рослин АКМ+Са у фазу початку бутонізації
	4 Передпосівна обробка насіння АКМ+Са + обприскування рослин АКМ+Са у фазу початку бутонізації

АКМ внесений до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні регулятор росту рослин. Він є напівсинтетичним плівкоутворюючим препаратом антистресової дії. До складу препаративної форми входять дистинол 0,015 г/л (диметилсульфоксид + іонол), ПЕГ – 1500 (440 г/л) та ПЕГ – 400 (190 г/л), решта – вода [500, 501, 502]. Згідно наших лабораторних досліджень регулятор росту рослин АКМ був модифікований додаванням іонів  $\text{Ca}^{2+}$  (1,0 г/л). Отриманим препаратом посівний матеріал інкрустували за добу до сівби (200 мл/т). Загальний об'єм робочого розчину 10 л/т насіння. Обприскування рослин АКМ+Са (500 мл/га) проводили у фазу початку бутонізації (ВВСН-50-51) з розрахунку витрат робочого розчину 200л/га.

Технологія вирощування соняшнику була загальноприйнята для даної ґрунтово-кліматичної зони та однаковою для усіх варіантів дослідю, окрім досліджуваних факторів. Насіння висівали на початку третьої декади квітня при прогріванні ґрунту до 10 – 12 °С. Норма висіву 55 тис. шт./га за ширини міжрядь 70 см. Попередник – пшениця озима.

Під час досліджень визначали наступні показники: площу листової поверхні, фотосинтетичний потенціал посіву (ФСП), чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ), масу сухої речовини визначали за загальноприйнятими методиками. Статистичну оцінку даних проводили за методикою В.О. Єщенко та програмою «Agrostat».

У таблиці 3.2.3.3 наведені дані динаміки накопичення сухої речовини, які дають детальну інформацію про інтенсивність проходження ростових процесів у посівах соняшнику за дії регулятору росту рослин. Це дає можливість аналізувати вплив фактору на рослину за темпами приросту надземної біомаси.

Таблиця 3.2.3.3

Динаміка накопичення сухої речовини рослинами соняшнику гібриду  
Colombi при застосуванні регулятору росту рослин, г/м<sup>2</sup>

РРР	Фаза розвитку рослин ВВСН				
	12-14	18-20	39-41	50-51	63-65
Контроль (без обробки)	26,9	45,3	154,7	245,6	752,3
Обприскування рослин АКМ+Са	-	-	-	-	763,8
Передпосівна обробка насіння АКМ+Са	29,3	56,7	180,7	270,7	790,7

Передпосівна обробка насіння АКМ+Са + Обприскування рослин АКМ+Са	-	-	-	-	816,0
НІР	2,5	3,1	10,1	3,0	5,6

Починаючи вже з перших етапів вегетації культури спостерігався прямий зв'язок між накопиченням біомаси рослин соняшнику гібриду Colombi та передпосівною обробкою АКМ+Са. Встановлено, що найменша інтенсивність накопичення сухої речовини протягом досліджуваного періоду спостерігалася у контрольному варіанті. Однак, використання для передпосівної обробки насіння соняшнику препарату АКМ+Са сприяє зростанню цього показника залежно від фази розвитку на 5,1 – 25,2 %.

Слід відмітити, що найбільший вплив на накопичення сухої речовини рослинами соняшнику мав варіант з подвійним використанням регулятора росту рослин АКМ+Са для передпосівної обробки насіння і обприскування рослин у фазу бутонізації, де зростання цього показника у фазу цвітіння (ВВСН 63-65) було вищим за контроль на 8,5 %.

Для більш повного оцінювання фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику ми використали показник чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ), який визначає кількість сухої речовини, що утворюється в процесі фотосинтезу протягом доби з розрахунку на 1 м<sup>2</sup> листя (табл. 3.2.3.4).

Таблиця 3.2.3.4

Чиста продуктивність фотосинтезу рослин соняшнику гібриду Colombi при застосуванні регулятора росту рослин, г/м<sup>2</sup> за добу

РРР	Фаза розвитку рослин ВВСН				
	12-14	18-20	39-41	50-51	63-65
Контроль (без обробки)	0,77	3,99	3,34	8,66	0,77
Обприскування рослин АКМ+Са	-	-	-	-	0,83
Передпосівна обробка насіння АКМ+Са	0,90	4,19	3,82	9,16	0,85
Передпосівна обробка насіння АКМ+Са + Обприскування рослин АКМ+Са	-	-	-	-	0,90
НІР	0,07	0,11	0,24	0,60	0,03

В результаті досліджень було встановлено, що чиста продуктивність фотосинтезу гібриду Colombi коливалася в певних межах залежно від способу обробки. Передпосівна обробка насіння соняшнику сприяла більш інтенсивній роботі фотосинтетичного апарату, де показник ЧПФ був вищим за контроль від 5,0 до 16,9 % (залежно від фази розвитку). У варіанті з подвійним використанням препарату АКМ+Са для передпосівної обробки насіння і для обприскування рослин у фазу бутонізації цей показник у фазі цвітіння (ВВСН 63-65) мав вищі значення, порівняно з усіма варіантами дослідження на 5,9 - 16,9 %. Це дозволяє

керувати фотосинтетичною діяльністю посівів соняшнику і дає змогу очікувати більш високі врожаї з кращими показниками якості.

З фази розвитку ВВСН-12-14 спостерігається наростання площі листової поверхні. Поступове зростання цього показника сягає максимуму у стадії цвітіння ВВСН-63-65. Значні зміни зафіксовані у варіанті з передпосівною обробкою насіння регулятором росту рослин АКМ з додаванням кальцію де зростання цього показника було на 4,9 %, порівняно з контролем.

Додаткове обприскування рослин соняшнику препаратом АКА сумісно з кальцієм у фазу початку бутонізації ВВСН-50-51 сприяє зростанню площі листової поверхні до фази масового цвітіння ВВСН-63-65 на 20,9 %, порівняно з контролем.

Таблиця 3.2.3.5

Динаміка формування площі листової поверхні гібриду Коломбі за обробки насіння і рослин регулятором росту АКМ з додаванням кальцію, (тис.м<sup>2</sup>/га)

Варіант досліджу	Фаза розвитку рослин ВВСН				
	12-14	18-20	39-41	50-51	63-65
Контроль (передпосівна обробка насіння водою)	12,0	16,7	19,8	27,8	45,2
Передпосівна обробка насіння АКМ з додаванням Кальцію	13,4	19,9	23,6	30,2	50,1
Обприскування рослин АКМ з додаванням Кальцію у фазу початку бутонізації	-	-	-	-	48,7
Передпосівна обробка насіння АКМ з додаванням кальцію + обприскування рослин АКМ з додаванням Кальцію у фазу початку бутонізації	-	-	-	-	53,9

Збільшення площі листової поверхні сприятиме зростанню фотосинтетичної активності, відповідно це буде призводити до накопичення сухої речовини, що прямопропорційно веде до збільшення продуктивності рослин соняшнику.

## ВИСНОВКИ

1. Для покращення фотосинтетичної діяльності рослин соняшнику гібриду Solombi в посушливих умовах зони Південного Степу України доцільно проводити передпосівну інкрустацію насіння регулятором росту рослин АКМ+Са, особливо у поєднанні з обприскуванням рослин у фазу бутонізації.

2. Для підвищення адаптаційних властивостей під час проростання насіння необхідно проводити інкрустацію насіння регулятором росту АКМ із додаванням кальцію, а для збільшення площі листової поверхні соняшнику необхідно провести додаткове обприскування рослин даним препаратом.

### **3.2.4. Продуктивність соняшнику гібриду каменяря за передпосівної обробки насіння у степу України**

**Об'єкт досліджень** – гібрид соняшнику Каменяря.

**Предмет досліджень** - процес формування продуктивності соняшнику гібриду Каменяря за дії регулятора росту рослин АКМ разом із протруйником у умовах Південного Степу України

**Мета дослідження:** визначення впливу регулятора росту рослин АКМ разом із протруйником на формування продуктивності соняшнику гібриду Каменяря в умовах Південного Степу України.

**Завдання дослідження:**

- визначити ефект препаратів на діаметр кошика, масу насіння та масу 1000 насінин;
- оцінити зміни біологічної врожайності;
- встановити ефективність комбінованої обробки;
- надати рекомендації щодо передпосівної підготовки насіння.

**Наукова новизна:** доведено, що сумісна передпосівна обробка АКМ + Максим XL забезпечує максимальне збільшення діаметра кошика (до 16,7 см), маси насіння з кошика (+14,9 %) та маси 1000 насінин (+4,64 %), формуючи найвищу врожайність 2,54 т/га.

**Теоретичне і практичне значення:** результати поглиблюють розуміння фізіолого-біохімічних механізмів дії інкрустуваних препаратів, а практично доводять ефективність поєднання АКМ з Максим XL як способу підвищення врожаю гібриду Каменяря на 0,44 т/га та покращення якості насіння.

Дослідження проводилися на базі кафедри рослинництва імені професора В.В. Калитки ТДАТУ. Польові дослідження проводилися на південному чорноземі з рН ґрунтового розчину 7,2. Запаси загального азоту становили 23 мг/кг ґрунту, валового фосфору – 65 мг/кг ґрунту, обмінного калію – 242 мг/кг ґрунту.

У досліді використовували насіння соняшнику гібриду Каменяря. Оригіноматором гібриду є Інститут олійних культур (м.Запоріжжя). Сівбу соняшнику проводили у другій декаді квітня при прогріванні ґрунту до 10 – 12 °С. Соняшник вирощували на богарі за технологією, рекомендованою для зони Степу України. Попередник – озимий ячмінь.

Дослід проводився за наступною схемою:

Варіант 1 - контроль (без обробки).

Варіант 2 - передпосівна обробка насіння Максим XL (6 л/т).

Варіант 3 - передпосівна обробка регулятором росту рослин АКМ (200 мл/т).

Варіант 4 - Сумісне застосування для передпосівної обробки насіння препаратів АКМ (200 мл/т) і Максим XL (6 л/т).

У досліді використовували рекомендовані концентрації препаратів, що зазначені у Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.

Передпосівну обробку насіння проводили методом інкрустації з розрахунку 15 л/т насіння бакової суміші водного розчину досліджуваних препаратів. Загальна площа дослідів становила 4 га. Розміщення дослідних ділянок систематичне у трьох повторностях. При з'ясуванні впливу протруйника Максим XL та регулятора росту рослин АКМ на продуктивність соняшнику гібриду Каменярь за загальноприйнятими методиками визначали наступні показники: схожість (ДСТУ 4138-2002), кількість листків на одній рослині, площу листової поверхні, висоту рослин, діаметр стебла та кошика, масу насіння в одному кошику, густоту стояння рослин, масу 1000 насінин, біологічну урожайність [1, 2]. Відбір та підготовку проб для аналізів проводили згідно ДСТУ 4138-2002. Статистичну обробку даних проводили за критерієм Ст'юдента при  $p \leq 0,05$ .

Фактори зовнішнього середовища відображають усю сукупність процесів впливу на ріст і розвиток рослин. При використанні тих чи інших агротехнічних прийомів, ми змінюємо умови життя рослин. Тому сполучення таких прийомів представляє великий теоретичний і практичний інтерес.

Польова схожість – важливий показник, який залежить від багатьох факторів. Нашими дослідженнями доведено, що за дії протруйника Максим XL спостерігалася тенденція до підвищення схожості насіння на 3,1 %, за дії препарату АКМ – на 4,0 %, порівняно з контролем (табл. 3.2.4.1). Найбільшу ефективність спостерігали при сумісному використанні регулятора росту рослин АКМ і протруйника Максим XL, де польова схожість була вищою за контроль на 5,2 %.

Таблиця 3.2.4.1

Морфологічний аналіз рослин соняшнику гібриду Каменярь ( $\bar{M} \pm m$ ,  $n = 5$ )

Показники	Контроль	Максим XL	АКМ	АКМ + Максим XL
Польова схожість, %	90,1	92,9	93,7	94,8
Кількість рослин на 1 га, тис.	53,0	54,6	55,1	55,7
Висота рослини, см	152,1±3,4	157,2±3,5	159,1±3,7	165,4±3,6*
Діаметр стебла, мм	16,7±0,2	18,3±0,2*	19,1±0,2*	20,6±0,2*
Кількість листків, шт/роsl.	26,5±0,2	27,5±0,2*	27,5±0,2*	28,1±0,2*
Площа листової поверхні, тис.м <sup>2</sup> /га	21,2± 2,9	23,1±2,8	23,2±3,0	25,0±2,9*

\* – різниця істотна, порівняно з контролем ( $P \leq 0,05$ )

Встановлено, що в усіх варіантах дослід з сумісним використанням досліджуваних препаратів спостерігається достовірне збільшення висоти рослин на 13,3 см, порівняно з контролем. На фоні збільшення висоти рослин за дії передпосівної обробки спостерігалось і зміцнення стебел. Так, діаметр стебла достовірно збільшувався в усіх дослідних варіантах на 9,6 – 23,4 %, порівняно з контролем.

Зростання показника загальної фітомаси активізує роботу фотосинтезуючого апарату. За дії досліджуваних препаратів кількість листків на рослині збільшується від 1,0 до 1,6 шт., порівняно з контролем. Відповідно, площа листової поверхні також збільшується. Особливо це стосується сумісного застосування препаратів АКМ і Максим XL де цей показник достовірно вищий за контроль на 18 %.

Передпосівна обробка насіння позитивно вплинула на формування урожаю. З'ясовано, що за дії передпосівної обробки в усіх варіантах дослід збільшується діаметр кошика в 1,12 – 1,41 рази, порівняно з контролем. Особливо це стосується варіанту з сумісним застосуванням препаратів (табл. 3.2.4.2).

Таблиця 3.2.4.2

Структура урожаю гібриду соняшнику Каменяр ( $\bar{M} \pm m$ ,  $n = 5$ )

Показники	Контроль	Максим XL	АКМ	АКМ + Максим XL
Діаметр кошика, см	11,8±0,3	13,2±0,3*	13,5±0,3*	16,7±0,4*
Маса насіння з 1 кошика, г	39,7±0,8	42,1±0,9*	43,3±0,8*	45,6±0,9*
Маса 1000 насінин, г	45,2±0,9	46,0±0,8	46,4±0,9	47,3±0,9*
Біологічна врожайність, т/га	2,10	2,30	2,39	2,54

\* – різниця істотна, порівняно з контролем ( $P \leq 0,05$ )

Також у цих варіантах збільшувалася маса насінин з одного кошика, особливо при сумісному застосуванні АКМ і Максим (на 14,9 %).

Сумісне використання для передпосівної обробки препарату захисту і регулятора росту рослин призвело до збільшення маси 1000 насінин, де цей показник був достовірно вищим за контроль на 4,64 %.

Проведені в польовому досліді дослідження показали, що передпосівна обробка насіння препаратами АКМ і Максим XL, істотно впливали на елементи структури урожаю соняшнику гібриду Каменяр і в значній мірі визначили показник продуктивності культури.

Незалежно від варіанту обробки урожайність зросла на 9,5 – 21,0 %, порівняно з контролем. Але слід зазначити, що при сумісному застосуванні АКМ і Максим XL зростання врожайності було максимальним на 0,44 т/га.

## ВИСНОВКИ

Використання для передпосівної обробки насіння регулятора росту рослин АКМ і протруйника Максим XL сприяє збільшенню загальної фітомаси, сприяє зростанню урожаю соняшнику гібриду Каменярь на 0,44 т/га та покращує якість отриманого врожаю за показником маси 1000 насінин.

### 3.2.5. Формування продуктивності соняшнику у Південному Степу України за дії передпосівної обробки

*Об'єкт досліджень* – сорт соняшнику Чумак.

*Предмет досліджень* – процес формування продуктивності рослин соняшнику за дії регулятора росту рослин АКМ і протруйника в умовах Південного Степу України.

**Мета дослідження:** вивчення впливу передпосівної обробки насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ і фунгіциду Дерозал на підвищення його продуктивності і якість урожаю в умовах Південного Степу України.

**Завдання дослідження:**

- встановити реакцію проростків на різні концентрації АКМ+Са;
- визначити зміни накопичення сухої речовини;
- оцінити функціональні залежності між обробкою і ростом;
- визначити оптимальну концентрацію іонів кальцію.

**Наукова новизна:** уперше кількісно доведено значний вплив концентрації  $\text{Ca}^{2+}$  на накопичення сухої речовини у коренях та гіпокотилі (зростання у 1,25–1,37 раза) із сильною залежністю  $R^2 = 0,92\text{--}0,93$ .

**Теоретичне і практичне значення:** дані уточнюють роль кальцієвмісних обробок у формуванні стресостійкості та ранніх ростових процесів соняшнику, а практично дають підстави рекомендувати концентрацію  $\text{Ca}^{2+}$  1,0 г/л як найбільш ефективну для передпосівної обробки насіння.

Для досліду використовували насіння соняшнику сорту Чумак, який рекомендований для вирощування у Степовій зоні. Соняшник висівали за технологією, рекомендованою для зони Степу України. Культуру вирощували на богарі. Попередник – ярий ячмінь. Загальна площа ділянки становила 5 га. Розміщення ділянок систематичне у трьох повтореннях.

Ґрунти місця проведення досліду представлені чорноземами південними важкосуглинковими з вмістом гумусу 3,1 %. Ґрунти мають близьку до нейтральної реакції (рН водний 7,1). Забезпеченість орного шару легкогідролізованим азотом низька (за Корнфілдом 103 мг/кг), рухомим

фосфором – підвищена (за Чиріковим 114 мг/кг), обмінним калієм – висока (за Чиріковим 139 мг/кг).

Дослід проводився за наступною схемою:

- Варіант 1 - контроль (без обробки)
- Варіант 2 - передпосівна обробка насіння фунгіцидом Дерозал (1,5 л/т)
- Варіант 3 - передпосівна обробка регулятором росту рослин АКМ (200 мл/т)
- Варіант 4 - Сумісне застосування для передпосівної обробки насіння препаратів АКМ (200 мл/т) і Дерозал (1,5 л/т)

АКМ внесений до Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні регулятор росту рослин. Він є напівсинтетичним плівкоутворюючим препаратом антистресової дії. До складу препаративної форми входять дистинол 0,015 г/л (диметилсульфоксид + іонол), ПЕГ – 1500 (440 г/л) та ПЕГ – 400 (190 г/л), решта – вода. Отриманим препаратом посівний матеріал інкрустували за добу до сівби (200 мл/т). Загальний об'єм робочого розчину 10 л/т насіння.

Технологія вирощування соняшнику була загальноприйнята для даної ґрунтово-кліматичної зони та однаковою для усіх варіантів дослідження, окрім досліджуваних факторів. Насіння висівали на початку третьої декади квітня при прогріванні ґрунту до 10 – 12 °С. Норма висіву 55 тис. шт./га за ширини міжрядь 70 см.

У наших дослідженнях за дії протруйника Дерозал спостерігалася тенденція до підвищення схожості насіння на 2%, за дії препарату АКМ - на 3 % порівняно з контролем (табл. 3.2.5.1). Найбільшу ефективність спостерігали при сумісному використанні регуляторів росту рослин АКМ і протруйника Дерозал, де польова схожість була вищою за контроль на 4 %.

Таблиця 3.2.5.1

Морфологічний аналіз соняшнику сорту Чумак

Показники	Варіант дослідження			
	контроль	Дерозал	АКМ	АКМ+Дерозал
Польова схожість, %	91	93	94	95
Кількість рослин, тис. на 1 га	45,0	45,9	46,4	46,8
Висота рослини, см	102,4±3,1	118,2±3,4*	123,4±3,6*	127,8±3,8*
Діаметр стебла, мм	15,8±0,2	17,6±0,2*	20,7±0,2*	22,9±0,2*
Кількість листків на рослину, шт	22,5±0,2	24,5±0,2*	26,5±0,2*	28,0±0,2*
Площа листової поверхні, см <sup>2</sup>	108,2± 3,2	113,1±3,1	117,2±3,1	119,0±3,2*

\* – різниця достовірна, порівняно з контролем ( $P \leq 0,05$ )

Використання досліджуваних препаратів достовірно збільшує висоту рослин на 15,8 – 25,4 см, порівняно з контролем. При цьому у варіанті дослідження з сумісним застосуванням АКМ і Дерозалу цей показник досягав максимуму і був вищим за контроль у 1,25 рази.

На фоні збільшення висоти рослин за дії передпосівної обробки спостерігалось і зміцнення стебел. Так, діаметр стебла достовірно збільшувався на 1,8 – 7,1% порівняно з контрольним варіантом досліду.

Збільшення фітомаси призводить до активізації фотосинтезуючого апарату і, відповідно, впливає на формування урожайних властивостей соняшнику. Слід зазначити, що за дії досліджуваних препаратів кількість листків на рослині збільшується від 2,0 до 5,5 шт., порівняно з контролем. Відповідно, площа листової поверхні також стає більшою. Особливо це стосується сумісного застосування препаратів АКМ і Дерозал, де цей показник достовірно вищий за контроль на 10 %.

Отже, кращий вплив на ростові процеси оказує дослід з сумісним застосуванням препаратів АКМ і Дерозал. Внаслідок збільшення фітомаси можна очікувати на краще формування урожайних властивостей соняшнику.

Передпосівна обробка насіння позитивно вплинула і на формування урожаю. За дії АКМ і Дерозалу збільшується діаметр кошика в 1,2 – 1,6 рази, порівняно з контролем (табл.3.2.5.2).

Таблиця 3.2.5.2  
Структура врожаю соняшнику сорту Чумак

Показники	Варіант досліду			
	контроль	Дерозал	АКМ	АКМ +Дерозал
Діаметр кошика, см	10,6±0,3	12,9±0,3*	14,5±0,3*	17,1±0,4*
Маса насіння з 1 кошика, г	35,0±0,8	36,1±0,8	42,6±0,9*	45,8±0,9*
Кількість насіння в 1 кошику, шт	704,2±9,3	703,8±9,6	773,1±9,4*	817,9±9,6*
Маса 1000 насінин, г	49,7±0,9	53,0±0,8*	55,1±0,9*	56,0±0,9*
Біологічна врожайність, т/га	1,58	1,66	1,98	2,14

\* – різниця достовірна, порівняно з контролем ( $P \leq 0,05$ )

Основними структурними одиницями урожаю соняшнику є маса та кількість насінин в одному кошику. При вивченні впливу досліджуваних препаратів з'ясовано, що застосування АКМ сприяє збільшенню цих показників на 22% і на 10% відповідно, порівняно з контролем. Однак, слід відмітити, що при сумісному застосуванні АКМ і Дерозалу кількість насінин в 1 кошику була більшою на 16%, порівняно з контролем, а їх маса - на 31 %.

Передпосівна обробка насіння соняшнику також призвела до збільшення такого показника, як маса 1000 насінин. Незалежно від варіанту обробки, цей показник був достовірно вищим за контроль на 6,6 – 12,7%.

Передпосівна обробка насіння, препаратами АКМ і Дерозал в значній мірі визначила показник продуктивності культури. Незалежно від варіанту обробки урожайність зростає на 5,1 – 35,4%, порівняно з контролем. Але

слід зазначити, що сумісне використання АКМ і Дерозалу сприяло більш інтенсивному підвищенню врожайності до 0,56 т/га.

Завдяки використанню АКМ сумісно з протруювачем Дерозал, підвищується класність отриманого урожаю за показником натуре, порівняно з контрольним варіантом досліджу. Окрім цього, знижується лузжистість насіння до 19%, порівняно з контролем, що дає змогу збільшити вихід олії з однієї тони продукції (табл. 3.2.5.3).

Таблиця 3.2.5.3

**Якість насіння соняшнику, залежно від передпосівної обробки**

Варіант досліджу	Натура, г/л	Лузжистість, %	Олійність, %	Кислотне число, мг КОН/г олії
Контроль	372,8 ± 8,3	30,4 ± 0,8	45,6 ± 0,7	0,29 ± 0,01
Дерозал	390,3 ± 7,9*	29,6 ± 0,7	45,9 ± 0,6	0,28 ± 0,01
АКМ	402,5 ± 8,5*	28,2 ± 0,8	47,0 ± 0,7	0,23 ± 0,01*
АКМ + Дерозал	431,0 ± 8,1*	25,6 ± 0,8*	47,6 ± 0,6	0,22 ± 0,01*

\* – різниця достовірна, порівняно з контролем ( $P \leq 0,05$ )

Основним показником якості соняшнику також є і вміст олії. Так, у контрольному варіанті цей показник сягав 45,6%. Застосування досліджуваних препаратів має тенденцію до збільшення олійності цього сорту до 2%. За вмістом вільних жирних кислот за дії препарату АКМ і сумісної дії АКМ і Дерозалу, кислотне число олії було в 1,26 – 1,32 рази нижчим, порівняно з контрольним варіантом досліджу.

### ВИСНОВКИ

Найбільший ефект дає варіант досліджу з сумісним використанням для передпосівної обробки насіння соняшнику регулятора росту рослин АКМ і фунгіциду Дерозал. При цьому збільшується загальна фітомаса, покращуються урожайні і якісні властивості соняшнику сорту Чумак.

### 3.2.6. Оцінка генетичної чистоти батьківських ліній і гібридів соняшнику

*Об'єктом дослідження* були материнські лінії та гібриди соняшнику.

*Предмет дослідження:* генетична чистота та стабільність вихідного матеріалу.

**Метою досліджень** було порівняти результати оцінки генетичної чистоти ліній і гібридів соняшнику, отримані методами ґрунтового контролю та електрофорезу запасних білків насіння; вивчити можливість ефективного використання методу електрофорезу запасних білків насіння при визначенні рівня типовості вихідних ліній, гібридів соняшнику, щодо встановлення шляхів більш широкого визначення генетичної чистоти генотипів на молекулярному рівні в промисловому насінництві. набуває актуальності.

### **Завдання дослідження:**

- провести оцінку чистоти ліній;
- встановити відповідність гібридів стандарту;
- визначити можливі відхилення у селекційному процесі;
- сформулювати рекомендації для виробництва гібридного насіння.

**Наукова новизна:** встановлено діагностичні відмінності між лініями та гібридами, що дозволило уточнити критерії генетичної чистоти для вихідного матеріалу соняшнику.

**Теоретичне і практичне значення:** результати дозволяють удосконалити систему контролю якості посівного матеріалу та забезпечують підвищення ефективності селекційних програм і виробництва гібридів із високою стабільністю та однорідністю.

Визначення генетичної чистоти (типовості) гібридних ліній соняшнику проводили двома методами – польовим ґрунтовим контролем та електрофорезом запасних білків насіння.

Ґрунтом дослідних ділянок для польового ґрунтового контролю був чорнозем степу з вмістом гумусу в шарі ґрунту 0-30 см 3,4-0,6 і рН ґрунтового розчину від 6,8 до 7,0.

Польовий ґрунтовий контроль проводили ділянковим методом. Експеримент мав дві повторності. На кожній ділянці висівали один досліджуваний генотип (зразок). Вибірка рослин для визначення генетичної чистоти методом польового ґрунтового контролю склала 500 рослин. Посів проведено в оптимальні строки. Глибина загортання насіння 6-8 см. Насіння соняшнику висівали на ділянки з шириною міжрядь 70 см. На окрему дослідну ділянку висівали по 500 насінин кожного зразка. Для встановлення генетичної чистоти (типовості) рослини стерильних материнських ліній і гібридів оцінювали за морфологічними ознаками, на стерильність, фертильність протягом вегетаційного періоду. Під час польового ґрунтового контролю встановлено типові та нетипові рослини для кожної проби. Результати оцінки рослин перераховували та виражали на 100 рослин.

Електрофорез запасних білків насіння соняшнику проводили згідно методу Попереля. Для аналізу було відібрано по 102 насінини від кожної лінії та гібрида.

Піронін Y використовувався як маркер якості.

Електрофорез проводили у вертикальних пластинах з поліакриламідного гелю при 500 В і початковому струмі 50 мА на кожній пластині протягом 2,5 годин.

Фіксацію та фарбування білків проводили в розчині. Склад розчину для фарбування: етиловий спирт, крижана оцтова кислота, трихлороцтова кислота екстра-чиста та Coomassie Brilliant Blue R-250. Кумасі Brilliant Blue R-25 використовували як барвник білка на електрофоретограмі. Плити гелю промивали водою.

Отримані електрофоретограми аналізували. Рівень генетичної чистоти визначали на основі типових і атипових спектрів білків.

За типовими морфологічними ознаками рослин визначали генетичну чистоту (типовість) ліній і гібридів соняшнику з ґрунтовим контролем. Генетичну чистоту (типовість) ліній і гібридів методом електрофорезу запасних білків встановлювали за типовими для кожної лінії, кожного гібрида алельними варіантами електрофоретичних спектрів запасних білків. Отримані результати аналізували за допомогою тесту MSTAT, а середні порівнювали за допомогою тесту множинного порівняння на рівні 5%.

Встановлені алельні варіанти електрофоретичних спектрів запасних білків білків насіння дозволили визначити генетичну чистоту ліній і гібридів соняшнику та порівняти ці дані з результатами оцінки рослин методом ґрунтового контролю.

Існують дослідження, які показують, що рівень поліморфізму запасних білків у насінні соняшнику недостатньо чіткий, щоб поліморфізм запасних білків використовуватися при ідентифікації генотипів соняшнику.

Водночас наші дослідження свідчать про перспективність використання методу електрофорезу запасних білків у ідентифікації генотипів соняшнику та відповідають результатам досліджень інших авторів.

У досліді встановлено збіг даних результатів на 74,4 %, отриманих методами ґрунтового контролю та електрофорезу запасних білків насіння. Збіг за рівнем типовості стерильних материнських ліній між двома методами становив 84,6 %. Збіг між рівнем гібридності гібридів був меншим і становив 69,2 %. Збіг рівня типовості самозапилених ліній соняшнику отримано на зразках ліній 16, 18, 22, 24, 25, 30, 32, 34, 40, 42, 44 (табл. 3.2.6.1).

**Table 3.2.6.1.** The level of typicalness of inbred lines of sunflower determined by methods of soil control for morphological traits and electrophoresis of storage proteins of seeds using electrophoretic spectra

Sample number of line	Level of typicalness		Difference in level of typicalness, %
	evaluation by morphological traits of plants, %	evaluation by electrophoretic spectra of storage proteins, %	
16	67.7	68.7	1.0
18	93.8	93.9	0.1
22	87.9	86.6	1.3
24	76.4	76.5	0.1
25	80.0	74.9	5.1
27	71.8	87.5	15.7
30	74.4	75.0	0.6
32	43.9	43.8	0.1
34	90.3	90.6	0.3
35	92.5	84.0	8.5

40	85.2	87.5	2.3
42	88.4	87.5	0.5
44	97.9	98.9	1.0

LSD<sub>095</sub> % 6,2

Різниця у визначенні типовості цих ліній двома методами становила від 0,1 до 5,1% (LSD<sub>095</sub>% 6,2). Оскільки Р-значення F-критерію було нижчим за 0,05, воно мало статистично значущу різницю даних від одного методу до іншого з довірчим інтервалом 95,0%. Для ліній соняшнику 27, 35 відзначено розбіжність даних двох методів визначення типовості. Рівень типовості в зразку лінії 27, визначеному за електрофоретичними спектрами білків, становив 87,5 % і був на 16,0 % вищим, ніж при оцінці рослин за морфологічними ознаками.

Метод ґрунтового контролю лінії 27 показав наявність у цьому зразку досить великої кількості нетипових за висотою рослин, які оцінюються як високорослі та низкорослі. Аналіз алейних варіантів в електрофоретичних спектрах запасних білків насіння не дає змоги ідентифікувати ці нетипові рослини за їх білковими спектрами, оскільки гени, які контролюють цю ознаку, не представлені на електроферограмах.

Аналіз типовості лінії 27 показав збіг даних про наявність гетерозиготних фертильних розгалужених рослин, які описані методом ґрунтового контролю та встановлені електрофорезом запасних білків. Неможливість визначення нетипових рослин методом електрофорезу за ознакою «висота рослини» необґрунтовано підвищувала типовість лінії порівняно з ґрунтовим контролем. Рівень типовості рядка 27 достовірний методом ґрунтового контролю (рослини оцінюються за морфологічними ознаками).

Рівень типовості лінії 35, встановлений електрофорезом запасних білків насіння, був нижчим на 8,1 % порівняно з ґрунтовим контролем і становив 84,4%.

Рівень типовості лінії методом ґрунтового контролю становив 92,5 %. Аналіз білкових спектрів електроферограм встановив, що насіння лінії 35 мало нетиповий для цієї лінії спектр білків у межах 15,6 % від загальної кількості проаналізованого насіння. Нетипові спектри запасного білка знизили рівень типовості до 84,4%. Під час польового ґрунтового контролю ці рослини (15,6%) за морфологічними ознаками не відрізнялися від типових рослин ліній. Отже, рівень типовості лінії 35, визначений за білковими спектрами, дорівнює 84,4 % і є достовірним рівнем типовості лінії.

Отримані експериментальні дані відповідають науковому постулату про те, що одні й ті ж морфотипи рослин можуть бути результатом змін у різних генах, які контролюють такі морфологічні ознаки рослин, які зовні не проявляються при описі рослин.

При оцінці рослин методом ґрунтового контролю за морфологічними ознаками рослин ці «генетично брудні» рослини були віднесені до типових, що призвело до штучного підвищення рівня типовості та завищеного показника генетичної чистоти. Рівень типовості лінії 35 за цією методикою був невірно та помилково завищений і склав 92,5%. На нашу думку, оцінка рослин тільки за морфологічними ознаками методом ґрунтового контролю може призвести до

помилкових і недостовірних висновків у визначенні генетичної чистоти генотипів соняшнику.

У досліді на визначення рівня гібридності проаналізовано 26 зразків гібридів соняшнику.

Практично збіг рівня гібридності встановлено двома методами у 18 зразків гібридів (1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 25, 26). Для цих зразків гібридів різниця в гібридності між двома методами (грунтовий контроль та електрофорез запасного білка насіння) становила від 0,2% до 5,5% (LSD<sub>095%</sub> 6,4) (табл. 3.2.6.2).

**Table 3.2.6.2.** Comparative data on determining the level of hybridity of sunflower hybrids using the methods of soil control and electrophoresis of storage proteins of seeds

Sample number	Sample type	Level of typicalness, %		Sample number	Sample type	Level of typicalness, %	
		GC* (standard)	EF			GC (standard)	EF
1	hybrid	79.2	80.1	14	hybrid	67.2	82.9
2	hybrid	82.3	84.5	15	hybrid	86.9	87.7
3	hybrid	92.9	83.9	16	hybrid	90.6	93.1
4	hybrid	67.2	65.3	17	hybrid	93.0	92.4
5	hybrid	90.9	87.5	18	hybrid	65.3	95.1
6	hybrid	73.2	73.4	19	hybrid	88.5	93.8
7	hybrid	75.7	85.6	20	hybrid	89.9	87.6
8	hybrid	71.0	75.0	21	hybrid	75.0	91.8
9	hybrid	53.8	51.7	22	hybrid	91.8	87.7
10	hybrid	62.0	63.5	23	hybrid	81.1	83.3
11	hybrid	65.0	62.7	24	hybrid	82.9	95.1
12	hybrid	58,9	38.7	25	hybrid	90.0	95.5
13	гібрид	63.7	79.7	26	hybrid	76.2	76.6

LSD<sub>095%</sub> 6.3

Note: \*GC - ґрунтконтроль; EF – електрофорез.

Наведені інтервали показників рівня гібридності в таблиці засновані на найменш значимій різниці Фішера (LSD). Вони сконструйовані таким чином, що якщо два середніх індикатора однакові, то їх інтервали будуть покриті у випадках 95,0%.

У кількох гібридів встановлено різницю у визначенні генетичної чистоти гібридів двома методами. Різниця показників гібридності між двома методами визначення становила від 9,0 до 29,8 %.

За допомогою методу електрофорезу запасних білків зразки гібридів 3 та 12 (7,7 % від загальної кількості гібридів) мали нижчі показники гібридності на 9,0 % та 20,2 % порівняно з методом ґрунтового контролю.

Це можна пояснити наступними факторами. Відбір і сортову прополку (видалення та вибракування нетипових рослин) батьківських компонентів

проводили лише за морфологічними ознаками рослин без аналізу та контролю алельних варіантів електрофоретичних спектрів запасних білків. Такий підхід призвів до появи в посівах гібридів нетипових рослин, які не мали відмінностей у морфологічних ознаках рослин, але мали відмінності в білкових спектрах запасних білків насіння.

За допомогою методу електрофорезу білків усі відмінності в алелях геліантинінових спектрів насіння цих гібридів визначено як якісні, що дало змогу точно зареєструвати та більш достовірно визначити генетичну чистоту. У цьому випадку метод ґрунтового контролю необґрунтовано завищував рівень гібридності гібридів 3 і 12 і призвів до недостовірного результату. Отже, у цьому випадку встановлення гібридності гібридів було більш надійним за допомогою аналізу білкових спектрів насіння.

Дані таблиці 3.2.6.3 показують і підтверджують, що за алельним станом локусів білкових спектрів метод електрофорезу дає змогу ідентифікувати більшу кількість нетипових рослин (38,7%) рослин за ґрунтовим контролем.

**Table 3.2.6.3.** Results of the analysis of the genetic purity of sunflower samples using methods of soil control and electrophoresis of helianthins of seeds

Sample number	Soil control (standard): morphological of traits plants					Electrophoresis of storage protein: protein spectrum				
	level of hybridity, %	typical plants, %	atypical plants, %	maternal form, %	fertility restorer line, %	level of hybridity, %	typical plants, %	atypical plants, %	maternal form, %	fertility restorer line, %
3	92.9	92.9	4.0	2.0	2.0	83.9	83.9	9.4	4.8	1.9
12	58.9	58.9	23.5	7.1	10.5	38.7	38.7	39.7	11.4	10.2

Алельні варіанти електрофоретичних спектрів запасних білків дозволили ідентифікувати більшу кількість рослин материнських ліній у зразках гібридів 3 та 12 відповідно на 4,8 та 11,4 %. Методом ґрунтового контролю виявлено рослин материнської форми в посівах гібриду 3 менше на 2,8 % і в посівах гібрида 12 менше на 7,3 %. Такі дані свідчать про високу частку рослин фертильного аналога (закріплювача стерильності) стерильних материнських ліній у посівах гібридів.

Ці рослини не були своєчасно видалені з гібридизаційної ділянки під час сортових прополок. У гібридних посівах такі рослини за фенотипом не відрізнялися від рослин гібридів F<sub>1</sub>. Оцінка гібридних рослин за морфологічними ознаками не виявила рослин фертильного аналога (закріплювача стерильності) стерильних материнських ліній. Рослини фертильного аналога стерильних материнських ліній ідентифікували лише за різницею алельних варіантів білкових спектрів запасних білків гібридів і фертильних аналогів материнських ліній.

У досліді метод електрофорезу запасних білків насіння підвищив рівень гібридності на 9,9-29,8 % у 23,8 % досліджуваних гібридів (7, 13, 14, 18, 21, 24) порівняно з оцінними рослинами за морфологічними ознаками. в польових умовах.

У цьому випадку метод електрофорезу білків підвищував рівень гібридності та був менш надійним порівняно з ґрунтовим контролем. Така

різниця в рівні гібридності була характерна для зразків соняшнику з низьким рівнем генетичної чистоти, що визначається морфологічними ознаками рослин: 63,7-82,9 %. Ці зразки гібридів соняшнику характеризувалися великою кількістю рослин, які за ґрунтовим контролем відзначені як нетипові рослини за ознаками «високі» та «низькі». Рівень гібридності, визначений ґрунтовим контролем, був достовірно знижений за фактором наявності в посівах гібридів саме таких рослин.

За аналізом електроферограм електрофоретичні спектри запасних білків насіння таких рослин не відрізнялися від спектрів гібридів рослин. Цей фактор сприяв необґрунтованому та недостовірному підвищенню рівня гібридності гібридів (зразки 7, 13, 14, 18, 21, 24) шляхом оцінки рослин за електрофоретичними спектрами білків. Визначення рівня гібридності цих гібридів за допомогою електрофорезу запасних білків виявилися менш достовірними порівняно з даними методу ґрунтового контролю.

### Висновки

1. Результати досліджень щодо встановлення рівня генетичної чистоти стерильних материнських ліній і гібридів соняшнику з використанням ґрунтового контролю та електрофорезу запасних білків у більшості випадків збігаються. Збіг результатів досліджень за визначенням типовості материнських ліній становив 84,6 %, за визначенням гібридності гібридів – 69,2 %. Відмінності між показниками генетичної чистоти ліній становили від 0,1 до 5,1 %, відмінності між показниками генетичної чистоти гібридів коливалися від 0,2 % до 5,5 %.
2. Аналіз геліантових спектрів насіння підвищив достовірність показників генетичної чистоти ліній на 7,7 % та знизив достовірність показників генетичної чистоти на 7,7 % за наявністю нетипових рослин за ознакою «висота рослин» порівняно з ґрунтовим методом контролю.
3. Аналіз геліантових спектрів насіння підвищив достовірність рівня гібридності гібридів на 7,7 % та знизив достовірність рівня гібридності гібридів на 23,1 % за наявністю нетипових рослин за ознакою «висота рослин» порівняно з ґрунтовим методом контролю.
4. Ґрунтовий метод контролю визначення генетичної чистоти більш надійний при оцінці генотипів із наявністю в посівах нетипових рослин за ознакою «високі» та «низькі» рослини.
5. Висока ефективність методу визначення генетичної чистоти ліній і гібридів соняшнику на основі аналізу алельних варіантів електрофоретичних спектрів запасних білків насіння дозволяє підвищити достовірність отриманих даних, а в окремих випадках уникнути трудомісткості польового ґрунтового контролю.
6. Метод електрофорезу, заснований на аналізі електрофоретичних спектрів запасних білків насіння, може бути використаний як експрес-метод при визначенні рівня типовості материнських форм і гібридності гібридів соняшнику, а також для контролю на генетичну чистоту ліній і гібридів.

### 3.2.7. Посівні властивості насіння соняшнику гібриду *Talento* за дії модифікованого регулятора росту рослин АКМ

**Об'єкт досліджень** – гібрид соняшнику *Talento*.

**Предмет досліджень** – процес формування посівної якості насіння соняшнику гібриду *Talento* за дії передпосівної обробки насіння регулятором росту рослин, модифікованого іонами кальцію.

**Мета дослідження:** вивчення впливу регулятора росту рослин, модифікованого іонами кальцію, на посівні властивості насіння соняшнику гібриду *Talento* та встановлення оптимальної концентрації кальцію для передпосівної обробки насіння.

**Завдання дослідження:**

- визначити динаміку накопичення сухої речовини;
- оцінити реакцію гібриду на різні концентрації кальцію;
- встановити раціональний варіант передпосівної обробки;
- визначити фізіологічні механізми дії препарату.

**Наукова новизна:** доведено, що додавання  $\text{Ca}^{2+}$  до АКМ істотно підвищує інтенсивність накопичення сухої речовини проростками, з максимальним ефектом за концентрації 1,0 г/л, тоді як 2,0 г/л знижує цей показник.

**Теоретичне і практичне значення:** результати уточнюють регуляторну роль кальцію у ранніх ростових процесах, а практично демонструють доцільність застосування модифікованого АКМ-  $\text{Ca}^{2+}$  для покращення посівних якостей насіння гібриду *Talento*.

Дослідження проводились в лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва науково-дослідного інституту Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного. Досліджуючи ефективність застосування кальцію та його позитивного впливу на рослини, автори опирались на літературні дані з питань ефективності застосування кальцію та його позитивного впливу на рослини, постало питання удосконалення регулятора росту рослин АКМ за допомогою введення до його складу іонів кальцію і перевірити його ефективність на посівну якість насіння соняшнику в лабораторних умовах.

Регулятор росту рослин АКМ внесений до переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (2023). Це напівсинтетичний плівкоутворюючий препарат антистресової дії. До складу препаративної форми входять дистинол 0,015 г/л (диметилсульфоксид + іонол), поліетиленгліколь (ПЕГ) – 1500 (440 г/л) та ПЕГ – 400 (190 г/л), решта – вода. АКМ модифікували додаванням іонів  $\text{Ca}^{2+}$  у вигляді хлориду кальцію. Отриманим препаратом посівний матеріал інкрустували за добу до закладання досліду рекомендованою концентрацією 200 мл/т. Витрати робочого розчину відбувалися з розрахунку 10 л/т насіння. Оброблене насіння соняшнику пророщували у рулонах на фільтрувальному папері у термостаті ТС-80 українського виробництва при температурі + 20 °С (ДСТУ 4138-2002). Між

двома шарами зволоженого паперу розміщували по сто насінин зародком донизу у трьох повтореннях.

Схема досліду наведена у Таблиці 3.2.7.1.

**Таблиця 3.2.7.1. Схема лабораторного досліду**

<b>Варіант</b>	<b>Препарат для обробки насіння</b>
1	Вода (контроль)
2	АКМ
3	АКМ + Са (0,25 г/л)
4	АКМ + Са (0,50 г/л)
5	АКМ + Са (0,75 г/л)
6	АКМ + Са (1,00 г/л)
7	АКМ + Са (1,25 г/л)
8	АКМ + Са (1,50 г/л)
9	АКМ + Са (1,75 г/л)
10	АКМ + Са (2,00 г/л)

Дослідження проводили на насінні соняшнику гібриду *Talento* (оригіна́тор – *Syngenta*) за загальноприйнятими методиками. Це високоолеїновий гібрид для системи Clearfield з вмістом олеїнової кислоти в олії до 90%, середньоранньої групи стиглості. Рекомендований для вирощування у зонах Степу та Лісостепу. Рік реєстрації гібрида – 2016.

Відбір і підготовку проб для аналізів, а також визначення енергії проростання насіння і лабораторної схожості проводили за стандартною методикою (DSTU 4138-2002). Енергію проростання насіння рахували на четвертий день пророщування, схожість – на восьмий день.

Біометричні показники проростків соняшнику (довжина гіпокотилу і кореня) вимірювали за загальноприйнятою методикою (Palamarchuk et al., 2022). Вміст сухої речовини визначали гравіметричним методом (DSTU 4138-2002). Статистичну оцінку даних обчислювали за критерієм Ст'юдента та програмою «Agrostat».

Для встановлення кращого варіанту передпосівної обробки насіння соняшнику використовували метод багатокритеріальної оптимізації. В основі даного методу лежить застосування механізму прийняття рішень за багатьма критеріями, який дозволяє виключити вплив одиниць вимірювання показників якості посівного матеріалу, а також величин інтервалів допустимих значень кожного показника на вибір варіанту передпосівної обробки насіння соняшнику (цільову функцію). Дані вибору кращого варіанту передпосівної обробки для насіння соняшнику мають двосторонню альтернативно-критеріальну класифікацію зі значеннями критеріїв  $f_j$  і характеризують показники посівної якості  $A_j$  – в кількісних шкалах та у безрозмірному вигляді.

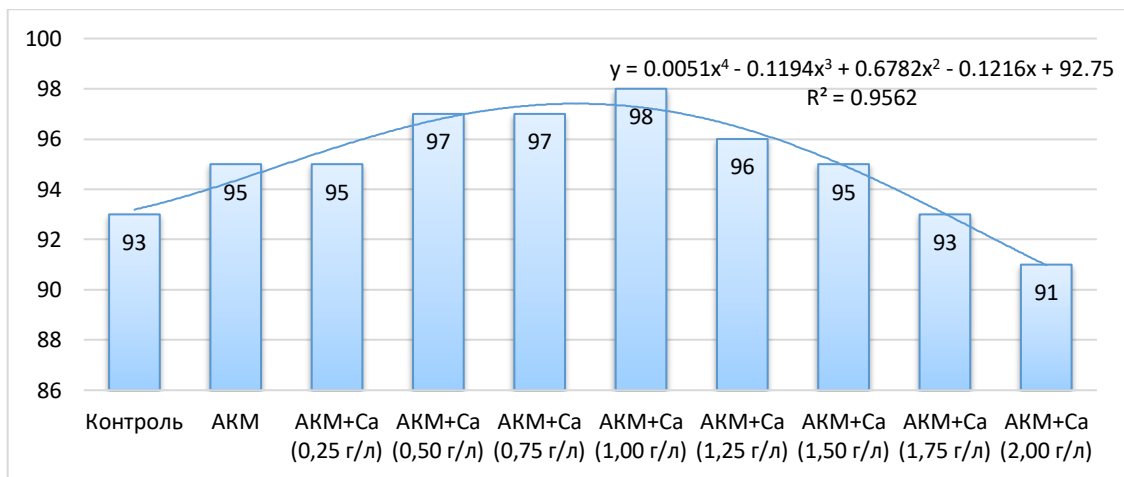
Використання методу інкрустації сучасними препаратами для передпосівної обробки насіння активізує процеси саморегуляції і сприяє

підвищенню посівної якості насіння та стійкості до несприятливих зовнішніх факторів.

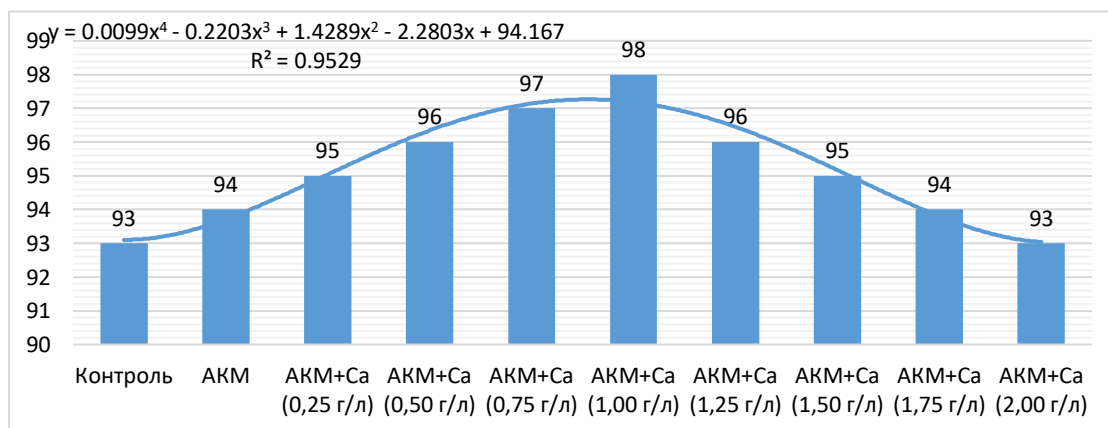
При проведенні дослідів встановлено, що інкрустація насіння соняшнику регулятором росту АКМ стимулює процеси проростання, про що говорить збільшення енергії проростання на 2,2 % відносно контролю (Рисунок 3.2.7.1).

Додавання до складу АКМ кальцію сприяє підвищенню цього показника, особливо у варіанті з концентрацією іонів кальцію 1,0 г/л, де енергія проростання була вище за контроль на 5,4 % порівняно з контролем і на 3,2 % порівняно з варіантом, де використовувався тільки АКМ. Високі концентрації кальцію 1,75 г/л і 2,0 г/л спричинювали зниження енергії проростання на 2,2 – 7,7 %, порівняно з усіма варіантами дослідів.

При визначенні лабораторної схожості насіння соняшнику встановлено, що передпосівна обробка насіння соняшнику сприяє збільшенню цього показника до 5,4 % відносно контролю (Рисунок 2). Причому найкращий ефект проявився у варіанті з поєднанням регулятора росту рослин АКМ з іонами кальцію у концентрації 1,0 г/л.



**Рисунок 3.2.7.1.** Вплив регулятора росту рослин АКМ+Са на енергію проростання насіння соняшнику гібриду *Talento* (апроксимована поліноміальна крива 4-ого ступеня).



**Рисунок 3.2.7.2.** Вплив регулятора росту рослин АКМ+Са на лабораторну схожість насіння соняшнику гібриду *Talento* (апроксимована поліноміальна крива 4-ого ступеня)

Суттєвою перевагою даної обробки посівного матеріалу є відсутність різниці між показниками енергії проростання і схожості насінин. Така відсутність різниці у польових умовах сприяє скороченню періоду сівба-сходи на 1–2 дні і отриманню більш рівномірних сходів. Для польових дослідів рекомендується обробка насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ з насиченням іонів кальцію у концентрації 1,0 г/л. При побудуванні апроксимованої поліноміальної кривої 4-ого ступеня впливу передпосівної обробки насіння соняшнику на показники енергії проростання і лабораторної схожості встановлена сильна функціональна залежність, де  $R^2 = 0,95 - 0,96$ .

Подібний результат досліджень з передпосівної обробки насіння хлоридом кальцію, отриманий і іншими вченими, які підтверджують позитивний вплив іонів кальцію на схожість насіння сільськогосподарських культур, особливо за стресових умов. В подальшому така обробка сприяє покращенню як морфологічних, так і продуктивних ознак культур.

Окрім покращення процесів проростання також говорять про краще накопичення антиоксидантних компонентів (поліфенолів, флавоноїдів,  $\gamma$ -аміномасляної кислоти) у проростках в присутності іонів кальцію, які активізують роботу ферментів, зменшують окислювальний стрес та покращують життєздатність клітин.

Під час проростання зародок використовує запасні поживні речовини сім'янки. При цьому на зародковому корінці з'являються зони поділу, розтягуються й диференціюються клітини, засвоюються поживні і фізіологічно активні речовини сім'янки, відбувається ріст проростка. Активність ростових процесів на початкових етапах органогенезу характеризується довжиною проростків, особливо у варіантах з передпосівною обробкою досліджуваних компонентів (Табл. 3.2.7.2).

**Таблиця 3.2.7.2.** Біометричні показники проростків соняшнику гібриду *Talento*

Варіант	Довжина, см	
	Контроль	Гіпокотиль
	Корінь	7,93 ± 0,31
АКМ	Гіпокотиль	4,80 ± 0,20
	Корінь	9,85 ± 0,39
АКМ+Са (0,25 г/л)	Гіпокотиль	4,92 ± 0,24
	Корінь	9,92 ± 0,36
АКМ+Са (0,50 г/л)	Гіпокотиль	5,27 ± 0,24
	Корінь	10,10 ± 0,47
АКМ+Са (0,75 г/л)	Гіпокотиль	5,52 ± 0,23
	Корінь	10,36 ± 0,43
АКМ+Са (1,00 г/л)	Гіпокотиль	6,20 ± 0,30
	Корінь	10,83 ± 0,51

АКМ+Са (1,25 г/л)	Гіпокотиль	5,83 ± 0,27
	Корінь	10,42 ± 0,43
АКМ+Са (1,50 г/л)	Гіпокотиль	5,23 ± 0,21
	Корінь	9,75 ± 0,40
АКМ+Са (1,75 г/л)	Гіпокотиль	4,70 ± 0,17
	Корінь	9,02 ± 0,38
АКМ+Са (2,00 г/л)	Гіпокотиль	4,18 ± 0,14
	Корінь	8,49 ± 0,39

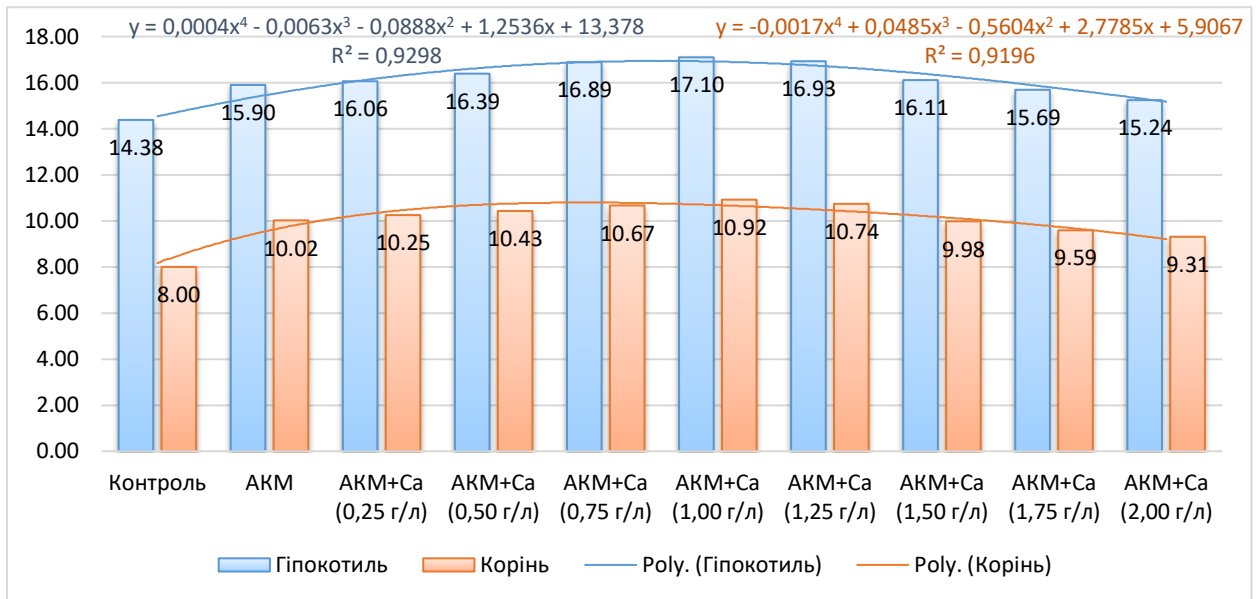
Найменшу довжину гіпокотилію і корінця формували проростки соняшнику контрольного варіанту. Застосування препарату АКМ дало змогу збільшити довжину гіпокотилію на 16,8 %, довжину кореня – на 24,2 %. Суттєвий вплив на ріст проростків був відмічений у варіантах, де до складу АКМ додавали кальцій. Особливо це стосується концентрацій 0,75, 1,0 і 1,25 г/л, де довжина гіпокотилію була вищою за контроль в 1,34 – 1,51 рази, а довжина коренів в 1,31 – 1,37 рази, порівняно з контролем.

Підвищена концентрація кальцію (2,0 г/л) пригнічує ростові процеси. Так, довжина гіпокотилію і довжина кореня цього варіанту досліді були нижчими за варіант з обробкою АКМ на 14,8 і 16,0 % відповідно.

За результатами дослідження, було виявлено, що добре сформований, біологічно повноцінний запас поживних речовин у насінні суттєво впливає на початковий ріст і розвиток рослини. Саме цей запас визначає спрямованість та інтенсивність фізіологічних і біохімічних процесів не тільки в початковий період росту і розвитку рослини, але й протягом усієї вегетації.

До складу проростків соняшнику входить вода і суха речовина, що представлена мінеральними і органічними сполуками. Приріст сухої речовини рослинами характеризує ефективність роботи асиміляційного апарату, накопичення пластичних речовин, утворення репродуктивних органів і, відповідно, формування урожаю.

Вміст сухої речовини в проростках досліджуваної культури, наведена на Рисунку 3.2.7.3.



**Рисунок 3.2.7.3.** Вміст сухої речовини (%) у проростках соняшнику гібриду *Talento* (апроксимована поліноміальна крива 4-ого ступеня).

При проведенні лабораторного дослідження встановлено, що вміст сухої речовини у гіпокотилі проростків соняшнику був більший, ніж у корені. Використання регулятора росту рослин для передпосівної обробки насіння соняшнику достовірного впливу на вміст сухої речовини у гіпокотилі не мав. Але модифікація АКМ іонами кальцію сприяла кращому накопиченню сухої речовини у гіпокотилі. Так, у варіантах дослідження з концентрацією іонів кальцію 0,5 – 1,25 % спостерігалось достовірне збільшення цього показника у 1,14 – 1,19 рази, порівняно з контролем.

Накопичення сухої речовини у корені було достовірно вищим за контроль в 1,25 – 1,37 рази у всіх варіантах дослідження. Причому, максимальне накопичення сухої речовини спостерігалось у гіпокотилі і корені проростків соняшнику з використанням концентрації іонів кальцію 1,0 г/л. Збільшення концентрації іонів кальцію до 2,0 г/л має тенденцію до зменшення інтенсивності накопичення сухої речовини проростками соняшнику.

Побудування апроксимованої поліноміальної кривої 4-ого ступеня дало можливість встановити сильну функціональну залежність накопичення сухої речовини гіпокотилем і коренем від впливу передпосівної обробки насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ у поєднанні з іонами кальцію, де  $R^2 = 0,92 - 0,93$ . Відповідні рівняння наведені на Рисунок 3.

Раніше було встановлено, що присутність іонів кальцію пом'якшує ефект сольового стресу при проростанні сорго двокольорового. Автори відзначають покращення процесів проростання насіння, ріст коренів і проростків та відзначають ефективність  $Ca^{2+}$  у захисті ксилеми від пошкоджень.

При проведенні порівняльної оцінки результатів досліджень встановлений ранжируваний ряд для варіантів дослідження.

Оптимальним варіантом для передпосівної обробки насіння соняшнику у досліді показав варіант з використанням регулятора росту рослин АКМ у

поєднанні з кальцієм у концентрації 1,0 г/л – перший ранг ( $\phi(x_1) = 0,80$ ). До другого і третього рангу відносяться варіанти обробки насіння АКМ+Са з концентрацією діючої речовини 0,75 і 1,25 г/л, що, відповідно, підтверджується значеннями цільових функцій  $\phi(x_2) = 1,56$  і  $\phi(x_3) = 1,58$ . Насіння соняшнику контрольного варіанту за комплексом показників посівної якості найменш придатне до сівби – десятий ранг.

Отже, передпосівна обробка насіння соняшнику гібриду Talento модифікованим регулятором росту рослин АКМ з концентрацією іонів кальцію 1,0 г/л має кращі показники посівної якості, порівняно з іншими варіантами дослідів. Вплив іонів кальцію на процеси проростання насіння безперечний. Але за різних стресових умов вчені зазначають різну оптимальну його концентрацію. Для пом'якшення негативної дії сольового стресу на рослини сорго зазначають концентрацію 50 мМ  $\text{CaCl}_2$ . Kinza Tanveer зі співавторами (2020) також висвітлюють позитивний вплив внесення хлориду кальцію на проростання і ріст рослин томату за умов засолення. Але при цьому оптимальною концентрацією кальцію є 10 мМ.

Таблиця 3.2.7.3. Результати значень цільових функцій  $\phi(x_1) \dots \phi(x_{10})$  при виборі оптимального варіанту передпосівної обробки насіння соняшнику

Альтернативи		Критерии, $A_j$												Значення цільових функцій, $\Pi(x_i)$	Ранг
		Енергія проростання (%), $A_2$		Схожість насіння (%), $A_2$		Довжина гіпокотилю (см), $A_3$		Довжина кореня (см), $A_4$		Вміст сухої речовини у гіпокоtilі (%), $A_5$		Вміст сухої речовини у корені (%), $A_6$			
		$f_1$	$\hat{f}_1$	$f_2$	$\hat{f}_2$	$f_3$	$\hat{f}_3$	$f_4$	$\hat{f}_4$	$f_5$	$\hat{f}_5$	$f_6$	$\hat{f}_6$		
X <sub>1</sub>	Контроль	93,00	0,30	93,00	0,30	4,11	0,05	7,93	0,07	14,38	0,12	8,00	0,07	5,09	10
X <sub>2</sub>	АКМ	95,00	0,50	94,00	0,40	4,80	0,34	9,85	0,62	15,90	0,53	10,02	0,65	2,96	7
X <sub>3</sub>	АКМ+Са 0,25 г/л	95,00	0,50	95,00	0,50	4,92	0,39	9,92	0,64	16,06	0,58	10,25	0,71	2,68	6
X <sub>4</sub>	АКМ+Са 0,50 г/л	97,00	0,70	96,00	0,60	5,27	0,53	10,10	0,7	16,39	0,67	10,43	0,77	2,03	4
X <sub>5</sub>	АКМ+Са 0,75 г/л	97,00	0,70	97,00	0,70	5,52	0,64	10,36	0,77	16,89	0,80	10,67	0,83	1,56	2
X <sub>6</sub>	АКМ+Са 1,00 г/л	98,00	0,80	98,00	0,80	6,20	0,92	10,83	0,91	17,10	0,86	10,92	0,91	0,80	1
X <sub>7</sub>	АКМ+Са 1,25 г/л	96,00	0,60	96,00	0,60	5,83	0,77	10,42	0,79	16,93	0,81	10,74	0,85	1,58	3
X <sub>8</sub>	АКМ+Са 1,50 г/л	95,00	0,50	95,00	0,50	5,23	0,52	9,75	0,60	16,11	0,59	9,98	0,64	2,65	5

x <sub>9</sub>	AKM+Ca 1,75 г/л	93,00	0,30	94,00	0,40	4,70	0,30	9,02	0,38	15,69	0,48	9,59	0,52	3,62	8
x <sub>10</sub>	AKM+Ca 2,00 г/л	91,00	0,10	93,00	0,30	4,18	0,08	8,49	0,23	15,24	0,35	9,31	0,44	4,50	9
	$f_j^-$	90,00		90,00		3,99		7,69		13,95		7,76			
	$f_j^+$	100		100		6,39		11,15		17,61		11,25			
	$f_j(x^u)$		1		1		1		1		1		1		
	$f_j^{om}$	100 (max)		100 (max)		6,39 (max)		11,15 (max)		17,61 (max)		11,25 (max)			

Таким чином, результати досліджень підтверджують дані інших науковців щодо впливу регуляторів росту та іонів кальцію на посівну якість насіння соняшнику. Отримані дані свідчать про перспективність подальшого дослідження впливу модифікованого регулятора росту рослин АКМ+Са у польових умовах де вивчатиметься продуктивність соняшнику та якість отриманої продукції. Це дозволить забезпечити населення якісною продовольчою продукцією.

## ВИСНОВКИ

1. Інкрустація насіння соняшнику регулятором росту АКМ стимулює процеси проростання: збільшуються показники енергії проростання на 2,2 % і схожості на 3,3% відносно контролю. Насичення АКМ іонами кальцію (1,0 г/л) збільшують ці показники на 5,4 % і 7,7 % відповідно. Використання передпосівної обробки насіння активізує початкові етапи органогенезу соняшнику. Застосування препарату АКМ збільшує довжину гіпокотилу на 16,8 %, довжину кореня – на 24,2 % відносно контролю. Додавання до АКМ іонів кальцію (0,75, 1,0 і 1,25 г/л) збільшує довжину гіпокотилу відносно контролю в 1,34 – 1,51 рази, а довжину коренів в 1,31 – 1,37 рази.
2. Високі концентрації кальцію (2,0 г/л) пригнічують ростові процеси і спричиняють зниження енергії проростання на 4,4 %, зменшують довжину гіпокотилу (на 14,8 %) і довжину кореня (на 16,0 %), порівняно з передпосівною обробкою насіння соняшнику регулятором росту рослин АКМ. Використання регулятора росту рослин модифікованого іонами кальцію (0,5 – 1,25 г/л) сприяє інтенсивному накопиченню сухої речовини гіпокотилу у 1,14 – 1,19 рази і сухої речовини кореня в 1,30 – 1,37 рази відносно контролю.
3. При побудуванні ранжируваного ряду встановлено, що оптимальним варіантом дослідження для передпосівної обробки насіння соняшнику за досліджуваними показниками виявився варіант обробки регулятором росту рослин АКМ з вмістом іонів кальцію 1,0 г/л.

### 3.2.8. Фізіологічні фактори формування врожайності соняшника в аридних умовах степу України.

*Об'єкт дослідження:* Рослини соняшнику самозапилених ліній та нових сортів, вирощених в аридних умовах Південного Степу України.

*Предмет дослідження:* Фізіологічні показники соняшнику (чиста продуктивність фотосинтезу, площа листової поверхні, показники споживання ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу) та їхній вплив на формування врожайності.

**Мета дослідження.** Встановлення фізіологічних закономірностей формування високої продуктивності рослин соняшнику, виявити генотипи з високим потенціалом продуктивності для вирощування в умовах степової зони України.

**Завдання дослідження:**

- оцінити фізіологічні процеси, що визначають формування продуктивності соняшнику в умовах дефіциту вологи;
- визначити генотипні відмінності рослин за інтенсивністю споживання ґрунтової вологи та елементами продуктивності;
- встановити взаємозв'язки між витратами ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу та рівнем врожайності;
- виявити сорти й генотипи, здатні формувати підвищений урожай (на 0,19–1,0 т/га вище за контрольний сорт Сур) в умовах аридного клімату;
- визначити фізіологічні критерії оцінки генотипів на посухостійкість.

**Наукова новизна:** Вперше для аридних умов Степу України кількісно встановлено, що показники споживання ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу є більш інформативним критерієм посухостійкості соняшнику, ніж сама чиста продуктивність фотосинтезу. Доведено, що генотипи, які споживають менше вологи (на відміну від зразків 52 та 129 із витратами 3,97–3,88 м<sup>3</sup>/г·м<sup>2</sup>·добу), формують найвищу врожайність у посушливих умовах — до 3,49 т/га.

**Теоретичне і практичне значення:** Отримані результати уточнюють фізіологічні механізми формування врожайності соняшнику в умовах жорсткого дефіциту вологи та визначають ключові критерії оцінювання генотипів на посухостійкість, серед яких найінформативнішим є показник витрати ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу. Практичне значення полягає в можливості раннього відбору сортів і ліній, здатних забезпечувати вищу продуктивність за посушливих умов (на 0,19–1,0 т/га вище за контроль), що дозволяє агровиробникам цілеспрямовано добирати адаптивні генотипи та підвищувати стабільність урожаю соняшнику в аридній зоні Степу України.

Дослідження проводились у Таврійському державному агротехнологічному університеті імені Дмитра Моторного. Оцінку рослин за морфологічними ознаками проводили в польових умовах на дослідних ділянках. Польові досліді закладали в 7-пільній сівоzmіні. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем звичайний середньої глибокий, малогумусний, важкосуглинковий

грунт з вмістом гумусу 3,2-3,6%. Матеріалом для досліджень були самозапилені зразки та нові сорти соняшнику. Соняшник у досліді висівали після озимої пшениці. Спосіб основного обробітку ґрунту – оранка на глибину 27-30 см. Навесні було проведено два обробітки ґрунту:

- ранньовесняний обробіток ґрунту на глибину 8,0-10,0 см з одночасним боронуванням;

- передпосівний обробіток на глибину 6,0-8,0 см.

Культивації виконували культиватором КПС-4.

Посів соняшнику проводили наприкінці третьої декади квітня: 25-30 квітня. Ширина міжрядь становила 70 см. Густота стояння рослин до збирання врожаю дорівнювала 40 тис. га.

Ділянки в польовому досліді мали 4 ряди. Облікова площа кожної ділянки становила 12,2 м<sup>2</sup>. Кожен варіант (зразок, сорт) досліді мав три повторності.

У період вегетації соняшнику проводили фенологічні спостереження за рослинами, опис рослин за морфологічними ознаками, визначення вологості ґрунту та розрахунки продуктивності фотосинтезу. Визначення вмісту запасів вологи в ґрунті, площі листової поверхні рослин, вміст сухої речовини в рослині соняшнику проводили на 6-8 етапах онтогенезу на етапі формування кошику - початок цвітіння рослин.

Зразки соняшнику відрізнялися за якісними морфологічними характеристиками рослин та періодом вегетації - 100-110 діб.

Дослідження проводилися відповідно до загальноприйнятих методів у рослинництві. Догляд за посівами полягав у формуванні густоти стояння рослин, двох міжрядних обробітках. Протягом періоду догляду за посівами проводилися два міжрядних обробітки. Збирання соняшнику з дослідних ділянок проводилося вручну з подальшим обмолотом кошиків у лабораторії. Проводилися фенологічні спостереження, біометрія, визначався водний режим ґрунту, вміст сухої речовини, площа листової поверхні, чиста продуктивність фотосинтезу рослин у період вегетації.

Після збирання врожаю та обмолоту кошиків соняшнику розраховували вагу та кількість насінин одного кошику, масу 1000 насінин, визначали врожайність соняшнику. Визначення запасів ґрунтової вологи, площі листової поверхні рослин, вмісту сухої речовини в рослинах проводилося у фазі утворення кошику - початок цвітіння рослин.

Відбір проб ґрунту для визначення вологості проводився в горизонті ґрунту 0-100 см через кожні 10 см у трьох повтореннях по діагоналі ділянки.

Для визначення запасу вологи ґрунтового горизонту 0-100 см розрахунки проводилися для кожного окремого шару ґрунту: 0-10 см, 10-20 см, 20-30 см ..... 90-100 см. Визначення запасу вологи було встановлено шляхом розрахунку для кожного окремого шару ґрунту, який мав різну щільність ґрунту -  $d$ .

Загальний вміст вологи в досліджуваному метровому профілі ґрунту отримували шляхом підсумовування показників, розрахованих окремо для кожного шару: ( $W_{pr} = W_{pr1} + W_{pr2} + W_{pr3} + \dots + W_{pr10}$ ).

Розрахунок загального водоспоживання за досліджуваний період розвитку соняшнику (фаза формування головки - початок цвітіння рослин) визначався за формулою:

$$\Sigma W = (W_{pr0} + Pr0-1 - W_{pr1}) \times KO,$$

Площу листової поверхні рослини соняшнику визначили методом висічки. Вміст сухої речовини в рослинах соняшнику визначали гравіметричним методом шляхом сушіння в печі за температури 105°C.

У дослідженні для перевірки достовірності експериментальних даних було використано дисперсійний аналіз у пакетах програм: ANOVA, Microsoft Office Excel. Достовірність експериментальних даних, перевірка значущості між досліджуваними показниками проводилися на основі критерію найменшої значущої різниці (LSD). Статистичну обробку результатів дослідження проводили також відповідно до загальноприйнятих методик у рослинництві.

Результати проведених досліджень показали, що в період розвитку рослини від фази утворення кошику до цвітіння найбільше споживання вологи з ґрунту мали зразки соняшнику 52 та 129: 38,1 і 43,5 м<sup>3</sup>/га відповідно (табл. 3.2.8.1).

Таблиця 3.2.8.1. Показники ознак рослин соняшнику, (2025 р.).

Зразок, сорт	СМА	NPP	CSMN	WHS
33	20.9	16.8	1.24	52.9
44	22.4	10.4	2.15	45.7
52	38.1	9.6	3.97	36.0
65	21.9	17.3	1.26	51.1
129	43.5	11.2	3.88	38.8
Малахіт	19.7	16.0	1.23	54.2
Емералд	12.4	11.9	1.04	60.2
Іголя	10.2	10.1	1.01	78.7
Орлик	132.	12.6	1.05	58.7
НІР <sub>0.05</sub>	2.5	2.2	0.12	3.4

СМА: споживання ґрунтової вологи протягом облікового періоду: фаза утворення кошику - початок цвітіння, м<sup>3</sup>/га;

NPP: чиста продуктивність фотосинтезу (NPP) рослин: фаза утворення кошику – початок цвітіння, г/м<sup>2</sup> за добу;

CSMN: витрати ґрунтової вологи на одну одиницю NPP за період утворення кошику – початок цвітіння, м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> за добу;

WHS: вага насіння кошику, г

Мінімальне споживання ґрунтової вологи в період формування кошика та початку цвітіння 10,2-13,2 м<sup>3</sup>/га спостерігалось у сортів соняшнику Emerald, Igolya, Orlik. Зразок соняшнику 52, з високим рівнем споживання ґрунтової вологи, характеризувався найнижчою чистою продуктивністю фотосинтезу - 9,6 г/м<sup>2</sup> за добу.

Новостворені сорти соняшнику Емералд, Іголя та Орлик, з мінімальним споживанням вологи з ґрунту в цій фазі розвитку рослин - 12,4; 10,2 та 13,2 м<sup>3</sup>/га, мали низьку чисту продуктивність фотосинтезу 11,9; 10,1; 12,6 г/м<sup>2</sup> за добу відповідно.

Максимальна чиста продуктивність фотосинтезу фотосинтезу 16,8 і 17,3 г/м<sup>2</sup> за добу була характерна для зразків 33 і 65 за середнім рівнем споживанням ґрунтової вологи 20,9 і 21,9 м<sup>3</sup>/га.

При комплексній оцінці розвитку рослин за показниками споживання ґрунтової вологи та чистої продуктивності фотосинтезу визначалися різні рівні співвідношення між цими показниками. Високий рівень споживання ґрунтової вологи за низької продуктивності фотосинтезу зумовив максимально високе співвідношення між цими показниками розвитку рослин у зразків 52 і 129. Співвідношення між споживанням вологості та чистої продуктивності фотосинтезу становило 3,97 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> за добу у зразка 52 та 3,88 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> за добу на зразку 129.

Зменшення продуктивності процесу фотосинтезу до 9,6 та 11,2 г/м<sup>2</sup> за добу на зразках 52 і 129 не призвело до зменшення витрат ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу, що зумовлено максимальним споживанням води рослинами в період одиницю чистої продуктивності фотосинтезу, що пояснюється максимальним споживанням води рослинами в період розвитку рослин розвитку рослин від утворення кошика до початку цвітіння.

Найменші витрати ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу становили 1,04; 1,01; 1,05 м<sup>3</sup> /г/м<sup>2</sup> за добу були характерні для сортів Емералд, Іголя та Орлик, які споживали мінімальну кількість споживаної вологи з ґрунту та мали мінімальні показники фотосинтезу в посушливих умовах Степу.

Сорти соняшнику з меншим споживанням ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу формували більшу масу насіння в одному кошику. Максимальну масу насіння з одного кошика відмічено у сортів Емералд (60,2 г), Іголя (78,7 г), Орлик (58,7 г). Збільшення споживання ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу негативно впливало на формування маси насіння з качана і сприяло зниженню маси насіння кошику.

Зразки соняшнику 52 і 129 з максимальним споживанням ґрунтової вологи на одиницю ЧПФ 3,97 та 3,88 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> за добу сформували мінімальну масу насіння в одному кошику 36,9 г та 38,8 г в умовах посухи. Сорти та зразки соняшнику з більшою масою насіння кошику мали менші значення споживання ґрунтової вологи на 5-8 етапах онтогенезу та споживали менше ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу.

Проведений кореляційний аналіз показників розвитку рослин соняшнику не виявив кореляційного зв'язку між споживанням вологи за період досліджень та чистою продуктивністю фотосинтезу, коефіцієнт коефіцієнт кореляції становив  $r = -0,21$  (табл. 3.2.8.2).

Таблиця 3.2.8.2. Кореляційна матриця взаємозв'язку між ознаками розвитку рослин соняшнику, (середнє за 2016-2023).

Коефіцієнт кореляції					
Споживання ґрунтової вологи та чиста продуктивність фотосинтезу	Споживання ґрунтової вологи та споживання ґрунтової вологи на одиницю NPP	Споживання ґрунтової вологи та вага насіння кошику	Чиста продуктивність фотосинтезу та споживання ґрунтової вологи на одиницю NPP	Чиста продуктивність фотосинтезу та вага насіння кошику	Споживання ґрунтової вологи на одиницю NPP та вага насіння кошику
-0.21	0.95	- 0.87	-0.50	0.03	-0.91

Збільшення або зменшення споживання вологи в період формування кошику - початок цвітіння не сприяло і не повною мірою впливало на збільшення продуктивності фотосинтезу.

Сильний позитивний кореляційний зв'язок виявлено між вологоспоживанням рослин та витратами ґрунтової вологи на одиницю чистої одиниці чистої продуктивності фотосинтезу, коефіцієнт кореляції  $r = 0,95$ .

Кореляційний аналіз показує негативний прямий зв'язок між витратами ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу та масою масою кошику:  $r = -0,91$ . Збільшення маси кошика у генотипів соняшнику відбувалося за рахунок зменшення споживання ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу.

Генотипи соняшнику, які формують максимальну масу кошика в посушливих умовах, мали меншу залежність від споживання ґрунтової вологи на етапі розвитку рослин: формування кошика - початок цвітіння.

Максимальна маса насіння кошику 58,7-78,7 г у сортів Емералд, Іголя, Орлик визначалася зниженим споживанням вологи з ґрунту: 10,2-13,2 м<sup>3</sup>/га та зменшенням споживання ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу: 1,01-1,05 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> за добу у фазу формування кошику - початок цвітіння.

Маса насіння кошику визначала рівень формування врожайності у зразків і сортів соняшнику. За роки досліджень нові отримані сорти соняшнику Емералд, Іголя, Орлик в посушливих умовах вегетаційного періоду з мінімальним споживанням ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу 1,01-1,05 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> за добу формували найвищу врожайність 2,68-3,49 т/га з вмістом жиру в насінні 49,4-51,4% (табл. 3.2.8.3).

Сорти, які потребують меншої кількості вологи і споживають меншу кількість вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу, формували найвищу врожайність насіння, мають здатність формувати високі рівні врожайності в посушливих умовах вегетаційних періодів.

Такі сорти формували врожайність на 0,19-1,0 т/га вищу за контрольний сорт Сур.

Зразки соняшнику 52 та 129 з найбільшими витратами ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу 3,97 та 3,88 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup> та 3,88 м<sup>3</sup>/г/м<sup>2</sup>

за добу, продуктивність в посушливих умовах Степу формувалася на найнижчому рівні 1,60-1,70 т/га.

Таблиця 3.2.8.3. Врожайність створених сортів та зразків соняшнику за оцінкою споживання вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу, т/га, (2025).

Variety, sample	Тривалість вегетаційного періоду, діб	Тривалість міжфазного періоду “сходи-увітіння”	Висота рослин, см	Врожайність, т/га	Вміст жиру в насінні, %
Сур (control)	107	55	139.2	2.49	49.1
33	104	50	142.3	2.24	53.0
44	104	50	145.6	1.97	52.4
52	107	55	157.1	1.60	52.3
65	105	51	152.9	2.15	51.9
129	110	57	127.9	1.70	52.9
Малахіт	102	51	115.4	2.41	49.1
Емералд	102	50	98.1	2.79	50.4
Йголя	110	55	110.2	3.49	51.4
Орлик	102	50	107.8	2.68	49.4
НІР <sub>0.05</sub>	1.1	1.0	4.7	0.12	0.6

За відсутністю прямого впливу чистої продуктивності фотосинтезу на формування маси насіння кошику та врожайність генотипів соняшнику, показники споживання ґрунтової вологи рослинами на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу на п'ятому етапі онтогенезу можуть бути надійними критеріями для оцінки генотипів на посухостійкість та адаптивність генотипів до вирощування у посушливих умовах Степу України.

Таким чином, рівень формування врожайності генотипів соняшника у посушливих умовах Степу України значною мірою визначається меншою витратою ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу у фазу розвитку рослин: формування кошику – початок цвітіння. Більш високопродуктивні сорти адаптовані до вирощування в посушливих умовах, споживають менше вологи на етапі формування генеративних органів рослини.

## ВИСНОВКИ

1. Чиста продуктивність фотосинтезу на етапі формування генеративних органів рослин соняшнику не прямого впливу на формування маси насіння з кошика. Більшою мірою формування маси насіння кошика залежить від кількості спожитої вологи з ґрунту рослинами в цей період розвитку.
2. В посушливих умовах Степу України маса насіння кошика соняшнику має сильну залежність від кількості спожитої ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу у фазі розвитку рослин: формування кошика - початок цвітіння. Мінімальна витрата ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу об'єктивно характеризує здатність генотипів

- соняшнику формувати максимальну масу насіння кошика, що в кінцевому підсумку формує максимальну врожайність.
3. Встановлено негативний кореляційний зв'язок між показниками споживання рослинами ґрунтової вологи на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу та масою насіння з кошика, коефіцієнт кореляції становив  $r = -0.91$ .
  4. В умовах Степу України зниження рівня вологоспоживання на одиницю чистої продуктивності фотосинтезу на п'ятому етапі розвитку рослин забезпечує формування максимальної врожайності на рівні 2,68-3,49 т/га у сортів соняшнику Емералд, Іголя, Орлик.
  5. Визначення рівня споживання ґрунтової вологи в період формування кошика - початок цвітіння дозволяє оцінити цвітіння дозволяє оцінити та відібрати високопродуктивні генотипи соняшнику, які споживають менше вологи на одиницю накопичення сухої речовини рослинами у фазі формування генеративних органів рослин у найбільш критичному для водоспоживання періоді.

### 3.3. Вдосконалення технології вирощування зернобобових культур

#### 3.3.1. Вплив Ризогуміну та біостимуляторів на формування врожайності гороху посівного (*Pisum sativum* L.) в умовах Південного Степу України

*Об'єкт дослідження:* продукційний процес посівів гороху за умов роздільного та сумісного застосування біостимуляторів і мікробіологічного препарату.

*Предмет* – схожість, біомаса, розміри фотоасиміляційного апарату посівів, кількість кореневих бульбочок, елементи біопродуктивності, врожайність гороху.

**Мета роботи** полягає у з'ясуванні особливостей формування врожайності гороху посівного сорту Девіз за окремого та сумісного використання мікробіологічного препарату «Ризогумін» та біостимуляторів («Стимпо», «Регоплант») в умовах Південного Степу України.

##### **Завдання:**

- оцінити вплив препарат «Ризогумін» та біостимуляторів «Стимпо» і «Регоплант» на формування ризобіально-кореневого комплексу у рослин гороху посівного сорту Девіз;
- визначити вплив досліджуваних препаратів на формування листової поверхні посівів гороху, накопичення хлорофілу та продуктивність фотосинтезу;
- з'ясувати вплив окремого та сумісного використання препаратів на елементи структури біологічного врожаю та урожайність гороху посівного сорту Девіз.

**Новизна роботи** полягає у тому, що відсутня повна інформація щодо взаємодії мікробіологічних препаратів та біостимуляторів при їх застосуванні в технологіях вирощування зернобобових культур в посушливих умовах півдня України.

Теоретичне та практичне значення роботи. Представлена робота є одним з кроків у розкритті агробіологічної дії мікробіологічного препарату Ризогумін та біостимуляторів III покоління (Стимпо та Регоплант) при їх окремому та сумісному застосуванні в процесі формування врожайності гороху. Отримані данні можуть бути використані агровиборниками для збільшення врожайності гороху та екологізації технологій вирощування культур в сівозміні.

Одним з небажаних наслідків інтенсифікації агровиборництва є погіршення родючості ґрунтів, послаблення резистентності культур. Застосування комплексів мікробіологічних препаратів та біостимуляторів в технологіях вирощування сільськогосподарських культур стимулює ростові процеси, оптимізує мінеральне живлення, збільшує врожайність в несприятливих умовах.

В Україні горох є найпоширенішою культурою, він здатний формувати досить високі і стабільні врожаї зерна порівняно з іншими зерновими бобовими культурами. За останні 5 сезонів на частку гороху в структурі посівних площ під бобовими припадало в середньому 76%. Станом на 2021 р. аграрії України намолотили 541,8 тис. тонн гороху з площі 232,2 тис. га, а середня врожайність культури становила 2,33 т/га. В 2018 році посівні площі під горохом в Україні становили 431 тис. га. Слід зазначити, що на зону степу припадає майже половина посівних площ гороху. У розрізі областей найбільше площ під культуру відведено в Запорізькій області - 60 тис. га, Одеській - 43 тис. га та Харківській - 34 тис. га. Активне використання засобів захисту рослин, мінеральних добрив призводить до деградації ґрунтів, зниженню кількості ґрунтових бактерій та їх активності, як результат, порушення структури агроценозів. До найбільш важливих представників ґрунтової мікрофлори відносяться бактерії, які здатні до азотфіксації. До них належать представники роду *Rhizobium*. З іншого боку, застосування регуляторів росту фітогормональної природи дозволяє повніше реалізувати агробіологічний потенціал культури.

Дослід проводили з використанням насіння та рослин гороху посівного (*Pisum sativum* L.) середньостиглого сорту Девіз вусатого морфологічного типу в умовах дослідного поля ТДАТУ (м. Мелітополь).

Сорт гороху Девіз внесений до Реєстру сортів рослин України з 2007 р.

Оригіатор – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН.

Сортові різняльні ознаки. Сорт створено методом міжсорткової гібридизації з наступним багаторазовим індивідуальним доббором. Різновидність - contecstum (зчеплена), під різновидність - mesomelan (насіневий рубчик чорного кольору) Сорт безлисточковий (вусатий), напівкарликового типу, Стебло звичайне, висота рослин - 78-85 см, міжвузлів до першого суцвіття-12-14. Квітки білі, на квітконіжках по 2 квітки. Біб луцильного типу, середньої величини, слабо увігнутий, з тупою верхівкою. Кількість насінин у бобі 4-5, максимальна - 8, Насіння округло-здавлене, з гладенькою поверхнею, рожеве з чорним насінневим рубчиком. Маса 1000 насінин 250-270 г.

Сорт зернового використання, середньостиглий. Стійкий до вилягання, потребує своєчасного збирання. Стійкий до посушливих умов вирощування.

Стійкість сорту Девіз до хвороб та стресових факторів: Стійкість до вилягання – 8-9 балів; Стійкість до осипання – 8-9 балів; Фузаріоз гороху – 7-8 балів; Септоріоз гороху – 7-8 балів; Аскохітоз гороху – 7-8 балів; Антракноз бобових – 7-8 балів; Іржа гороху – 7-8 балів; Борошниста роса гороху – 7-8 балів; Пероноспороз гороху – 7-8 балів; Гниль ризоктоніозна коренева гороху – 7-8 балів.

В державному сортовипробуванні у 2004 році сорт показав високі врожаї зерна - вище 50 и/га - на сортодільницях в усіх зонах України. Так, у 2004 році у степовій зоні на Нікопольській ДСС по сорту отримано урожай 54,1 ц/га, у Лісостепу на Білоцерківській ДСС НДЦ «Південний»-56,1 ц/га. У Поліссі високі врожаї сорту отримано в Рівненському ДЦЕСР Рівненської області, на Прилуцькій ДСС Чернігівської області, Городенківській ДСС Івано-Франківської області - по 49,2 -50,3 ц/га. За дворічними даними державного сортовипробування (2004-2005 р.) сорт Девіз увійшов до групи найбільш урожайних сортів. Вміст білка в зерні 20-23 %. Стійкий до вилягання, придатний до збирання прямим комбайнуванням.

Клімат Мелітопольського району – помірно-континентальний з високим температурним режимом. Характеризується тривалим сухим та жарким літом з великою кількістю сонячних днів та короткою малосніжною зимою із частими відлигами. За багаторічними даними Мелітопольської метеостанції, середньорічна температура повітря складає 9,9 °С, середня температура найтеплішого місяця (липня) становить 22,7°С, а найхолоднішого (січня) – 3,4 °С. В останні роки спостерігалось зростання середньомісячних температур повітря протягом всього року, тому в 2021 році температура перебільшувала середню багаторічну до 2,9 °С. За період досліджуваної вегетації гороху в 2021 році максимальна температура припала на червень +20,6°С.

За кількістю опадів район дослідження відноситься до зони з недостатнім зволоженням. На рік середня кількість опадів становить 475 мм, за вегетаційний період гороху (90 днів) в середньому становить - 200 мм. Гідротермічні умови вирощування сільськогосподарських культур в регіоні є сприятливими для вирощування гороху, особливо в богарних умовах.

Дослідні ділянки закладалися на чорноземах південних наносних з вмістом гумусу (за Тюрнімом) – 2,6%, азоту (за Корнфілдом) – 111,3 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 153,7 мг/кг, обмінного калію (за Чириковим) – 255 мг/кг. Це відповідає високому вмісту калію, підвищеному вмісту фосфору і низькому вмісту азоту. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН водне 7,0, рН сольове 7,3). Профіль ґрунту не засолений легкорозчинними солями, але є слабосолонцюватим з вмістом обмінного натрію 7% від ЄКО. Ґрунт можна віднести до земель високої якості, які достатньо забезпечені поживними елементами та мають сприятливі фізико-хімічні, агрофізичні властивості та придатні для вирощування зернобобових, але для отримання високих урожаїв якісної продукції необхідно інтенсифікувати технологію вирощування культури.

Дослідження впливу мікробіологічного препарату Ризогумін та біостимуляторів (Стимпо та Регоплант) на формування врожайності гороху посівного проводили в дрібноділянковому досліді в 3-х разовій повторності.

Насіння гороху перед посівом обробляли за схемою: варіант 1 – контроль, насіння інкрустоване розчином Ліпосаму (5 мл/л робочого розчину); варіант 2 – насіння перед сівбою інкрустовували мікробіологічним препаратом Ризогумін (0,5 л/т); варіант 3 - Стимпо (25 мл/т) на розчині Ліпосаму (5 мл/л); варіант 4 - Регоплант (250 мл/т) на розчині Ліпосаму (5 мл/л); варіант 5 - Стимпо (25 мл/т) + Ризогумін (0,5 л/т) на розчині Ліпосаму; варіант 6 - Регоплант (250 мл/т) + Ризогумін (0,5 л/т) на розчині Ліпосаму.

Після підсушування проводили посів у добре підготований ґрунт з нормою висіву 1,1 млн. шт. схожих насінин/га на ділянках площею 10 м<sup>2</sup>. Позакореневі обробки проводили у фазу 2-3 прилистка та у фазу бутонізації з використанням рекомендованих норм для Стимпо – 20 мл/га, Регоплант – 50 мл/га. Обприскування посівів проводили у вечірній час з використанням ранцевого обприскувача з нормою використання робочого розчину 300 л/га. Проти горохового зерноїда використовували інсектицид (Актара 25 в.г.; 0,1 л/га), боротьба з бур'янами здійснювалася ручним способом. Збір врожаю проведено ручним способом. Відбір рослинних зразків та проб проводили у фази ВВСН 12-13 (2-3 пари прилистків), 15-16 (5-6 пар прилистків), 51-55 (бутонізації), 61-65 (цвітіння), 75-79 (бобоутворення).

Ризогумін – біодобриво, яке застосовується для бактеризації насіння гороху з метою поліпшення азотного живлення рослин і підвищення продуктивності культури. До складу препарату входять суспензія бульбочкових бактерій гороху *Rhizobium leguminosarum* 31 та фізіологічно активні речовини біологічного походження (ауксини, цитокініни, амінокислоти, гумінові кислоти), мікроелементи в хелатованій формі і сполуки макроелементів у стартових концентраціях [2].

Біостимулятори Стимпо та Регоплант представляють собою композиційні поліфункціональні препарати, властивості яких обумовлені синергійним ефектом взаємодії продуктів життєдіяльності гриба-мікроміцета *Cylindrocarpum obtusiucuilum* 680, виділеного з кореневої системи женьшеню (суміш амінокислот, вуглеводів, жирних кислот, полісахаридів, фітогормонів, мікроелементів) та аверсектинів - продуктів метаболізму ґрунтового *Streptomyces avermitilis*.

Контролювали польову схожість насіння гороху. Підраховували кількість кореневих бульбочок рослин гороху. Площу листового апарату визначали методом висічок та на підставі отриманих даних визначали індекс листової поверхні. Вміст хлорофілу визначали флуорометрично за допомогою N-тестеру (виробництво Японія, Yara) та результати виражали в умовних одиницях. Розраховували чисту продуктивність фотосинтезу та результат виражали в г/(м<sup>2</sup>\*доба). Визначали елементи біологічної врожайності, а саме: середню кількість рослин на 1 м<sup>2</sup>, середню кількість бобів на 1 рослині, середню кількість насінин у бобі, масу 1000 насінин, вологість насіння, біологічну урожайність, розраховували господарський коефіцієнт. Облік біологічної врожайності посівів гороху проводили відповідно до загальноприйнятих в агробіології методик [6]. Результати дослідів опрацьовано статистично з розрахунком t-критерію Ст'юдента та найменшої істотної різниці (НІР<sub>05</sub>). Статистичну обробку проведено із застосуванням панелі Microsoft Office Excel 2016.

В ході проведених дослідів було встановлено, що Стимпо, Регоплант та Ризогумін за умов роздільної передпосівної обробки насіння простимулювали утворення кореневих бульбочок, чисельність яких зросла невірогідно вже в фазі ВВСН 12-13. Вірогідне збільшення чисельності бульбочок за умов сумісного застосування Ризогуміну та біостимуляторів Стимпо і Регоплант на 11,7% та 15,8% відповідно зафіксована у фазі ВВСН 51-55. Максимуму чисельність бульбочок на коренях гороху сягнула в фазі цвітіння (табл. 3.3.1.1).

Таблиця 3.3.1.1

Кількість корневих бульбочок на рослинах гороху сорту Девіз за дії біостимуляторів та Ризогуміну протягом вегетації

Фаза розвитку (за шкалою ВВСН)	контроль	Ризогумін	Стимпо	Регоплант	Стимпо + Ризогумін	Регоплант + Ризогумін
12-13	16,0±2,1	18,3±2,3	17,2±1,8	15,9±1,3	18,5±2,1	18,0±1,6
15-16	24,7±0,9	28,6±3,2	24,6±1,6	24,9±2,5	24,4±1,9	25,3±1,0
51-55	34,1±2,1	35,3±2,2	25,8±2,0	33,8±1,9	38,1±2,5*	39,5±1,8*
61-65	35,7±2,6	37,6±3,7	50,7±4,0*	45,2±6,0*	46,0±2,5*	48,6±4,3*
75-79	20,7±1,3	25,4±1,8	28,3±2,8*	27,1±2,3*	33,3±2,4*	35,7±3,7*

**Примітка.** Тут та далі:

\* - різниця істотна порівняно з контрольним варіантом при  $p \leq 0,05$ ;

Якщо максимальна кількість бульбочок в контрольному варіанті була відмічена в фазу цвітіння і сягнула 35,7 шт./роsl., то при застосуванні біостимуляторів та мікробіологічного препарату максимальна кількість бульбочок в зазначеній фазі становила в межах 46-49 шт./роsl. В період цвітіння вірогідно підвищена чисельність корневих бульбочок була зафіксована як при сумісному застосування біостимуляторів Стимпо і Регоплант з Ризогуміном, так й у варіантах при їх окремому застосуванні.

Так, в період бобоутворення гороху подібна тенденція зберігається. Кількість бульбочок на коренях рослин гороху за умов окремого використання Ризогуміну, Стимпо і Регопланту зростала відповідно на 22,7%, 36,7%, 30,9% порівняно з контролем.

Стимпо та Регоплант сумісно з Ризогуміном вірогідно підвищили чисельність бульбочок на 33 – 40% до фази ВВСН 75-79 порівняно з варіантами де зазначені препарати використовувалися окремо.

Процес біологічної фіксації атмосферного азоту діазотрофами відіграє важливу роль у збереженні родючості ґрунтів, поліпшенні їх екологічного стану. Накопичений біологічний азот, при взаємодії з рослинами, забезпечує підвищення вмісту білку в зернобобовій продукції та збільшення врожайності наступних культур в сівоzміні. Це стає важливим й в умовах дії неблагоприємних абіотичних факторів середовища (високі температури, посухи, засоленість ґрунтів, порушення водного режиму ґрунту тощо), що є характерними для зони Південного степу України. Так, в попередніх лабораторних та польових дослідженнях нами було показано ефективність біостимуляторів Стимпо і

Регоплант та їх комплексів з мікробіологічними препаратами при вирощуванні ряду культур в умовах південного Степу України, що підтверджує результати отримані в даному дослідженні.

Виявлені в ході дослідження зміни у ростових процесах рослин гороху за дії Ризогуміну та біостимуляторів пояснюються оптимізацією їх живлення, що є наслідком утворення активної бобово-ризобіальної системи, яка впливала на трофічну регуляцію ростових процесів. Слід відмітити, що у ґрунті дослідних ділянок були наявні місцеві раси бульбочкових бактерій, які спонтанно інокулювали корені рослин контрольного варіанта. В свою чергу, симбіотичні системи, що утворилися на коренях рослин інокульованих Ризогуміном були більш потужні, покращували азотне живлення рослин і відповідно впливали на ростові процеси.

Слід зазначити, що фітогормональні речовини, які містяться у складі досліджуваних біостимуляторів впливали на формування та функціонування симбіотичної системи гороху і сприяли підвищенню його продуктивності. Відомо, що ряд регуляторів росту підвищують нітрогеназну активність діазотрофів.

Обробка насіння гороху та позакореневі обробки біостимуляторами Стимпо, Регоплант та Ризогуміном протягом вегетації забезпечили збільшення ІЛП максимально в 1,5 рази в період вегетативного росту та в 1,6 рази в період генеративного розвитку. При сумісному застосуванні біопрепаратів зафіксовано більш активне формування площі листової поверхні рослин гороху, ніж при роздільному застосуванні (рис. 3.3.1.1.).

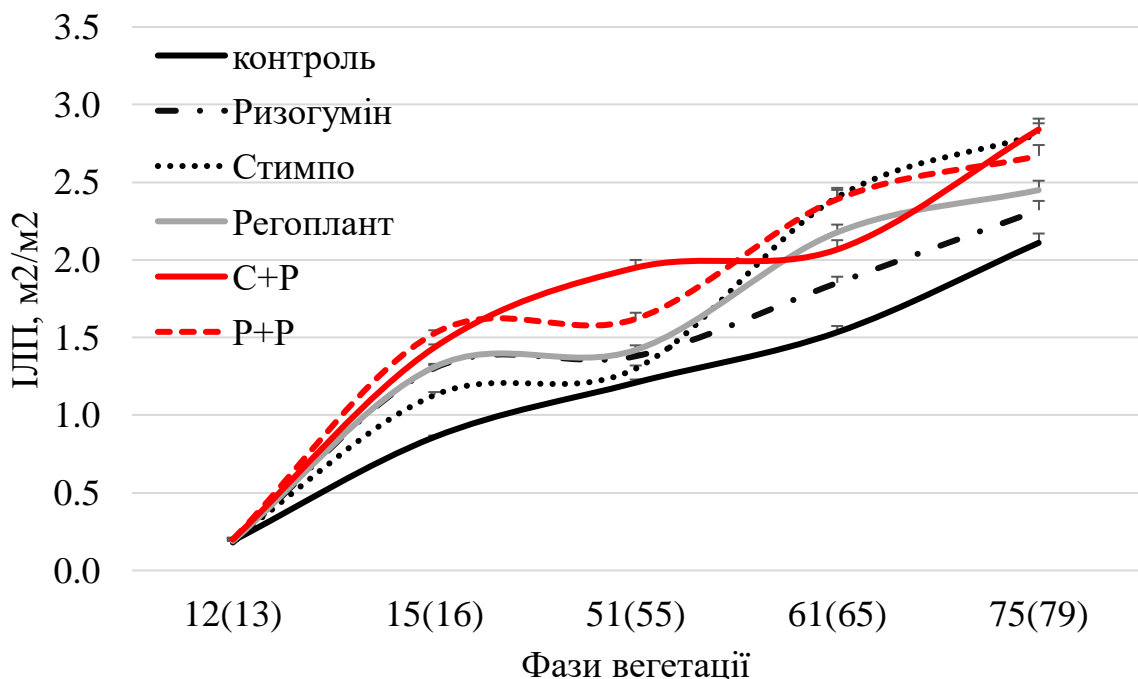


Рис. 3.3.1.1. Зміни індексу листової поверхні посівів гороху за дії Ризогуміну та біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) протягом вегетації.

Так, у варіантах посівів гороху з сумісною дією Стимпо та Ризогуміну показник ІЛП перевищував значення у варіантів з роздільною дією препаратів на

10-27% у фазу 5-6 прилистків, на 41-50% у фазу бутонізації, на 13% у фазу цвітіння та на 22% у фазу бобоутворення. За сумісної дії Регопланту та Ризогуміну ІЛП посівів гороху збільшувався на 17% у фазу 5-6 прилистків, на 16% у фазу бутонізації, на 10-20% у фазу цвітіння та на 9-16% у фазу бобоутворення порівняно з тими варіантами де рослини оброблялися препаратами окремо.

Дія біостимуляторів та мікробіологічного препарату Ризогумін на вміст хлорофілу в прилистках гороху мала невиразний характер (табл. 3.3.1.2).

Протягом вегетативного розвитку рослин вміст хлорофілу в прилистках рослин поступово зростає. В ході дослідження відмічено зростання вмісту хлорофілу від 2% до 9% як при роздільному, так й при сумісному застосуванні препаратів. Проте, починаючи з фази бутонізації та до фази бобоутворення, зафіксовано вірогідне перебільшення вмісту хлорофілу в прилистках гороху за сумісної дії препаратів на 2,6-3,4% порівняно з варіантами де була застосована окрема обробка рослин препаратами.

Таблиця 3.3.1.2.

Вміст хлорофілу (ум. од.) в прилистках гороху сорту Девіз за дії біостимуляторів та Ризогуміну протягом вегетації

Фаза розвитку (за шкалою ВВСН)	контроль	Ризогумін	Стимпо	Регоплант	Стимпо + Ризогумін	Регоплант + Ризогумін
12-13	560±5	584±6*	565±5	568±4	580±6*	590±5*
15-16	566±6	568±6	570±6	579±7	568±6	574±6
51-55	583±6	598±7	590±7	595±8	602±8*	605±7*
61-65	610±9	640±10*	627±9	613±9	630±8*	640±8*
75-79	650±10	692±9*	685±9*	693±7*	708±7*^	710±8*^

В ході вегетації гороху значення ЧПФ поступово зростали. Максимальні значення ЧПФ у міжфазний період бутонізація-цвітіння гороху становили в межах 15-25 г/(см<sup>2</sup>\*добу) (табл. 3.3.1.3.).

Таблиця 3.3.1.3.

Чиста продуктивність фотосинтезу (г/см<sup>2</sup>\*доба) посівів гороху сорту Девіз за дії біостимуляторів та Ризогуміну протягом вегетації

Міжфазні періоди	контроль	Ризогумін	Стимпо	Регоплант	Стимпо + Ризогумін	Регоплант + Ризогумін
12(13) – 15(16)	4,6±0,2	6,8±0,3*	5,0±0,3	5,4±0,3*	5,7±0,3*	6,0±0,2*
15(16) – 51(55)	12,7±0,6	11,6±0,6	12,6±0,7	13,9±0,6	14,0±0,6*^	14,7±0,7*^
51(55) – 61(65)	16,3±0,7	18,8±0,7*	25,1±0,8*	19,7±0,8*	14,8±0,7^	19,6±0,8*
61(65) – 75(79)	16,3±0,7	17,0±0,8	12,9±0,7*	16,5±0,6	19,4±0,8*^	18,2±0,7*

Упродовж наступного періоду вегетації відмічено зниження інтенсивності накопичення сухої речовини. Мінімальні показники ЧПФ спостерігали між фазами 2(3) – 5(6) прилистків і становили близько 5-6 г/(см<sup>2</sup>\*добу). В цей період статистичної різниці між варіантами з окремим або сумісним використанням препаратів не виявлено. Одна із причин цього несприятливий температурний режим на початкових стадіях формування листкового апарату рослин гороху. Встановлено, що у разі сумісної дії біостимуляторів Стимпо з мікробіологічним препаратом Ризогумін ЧПФ між фазами 5-6 прилистків та бутонізації перевищувала на 21-27% та між фазами цвітіння і бобоутворення перевищувала на 7 – 14% показник кращого варіанту при роздільному застосуванні препаратів.

Кількість накопиченої органічної матерії, а значить й продуктивність фотосинтезу визначається ступенем сформованості листкового апарату. Оптимізація азотного живлення за рахунок утворення додаткової кількості ризобій при застосуванні мікробіологічного та біопрепаратів позитивно відбивається на ростових процесах і формуванні фотоасиміляційної поверхні посівів гороху.

Згідно з результатами досліджень, проведених у різних агрокліматичних зонах України, відомо, що оптимальна площа листової поверхні для посівів гороху повинна становити 40 тис. м<sup>2</sup>/га. Якщо площа листової поверхні менша, то оптико-біологічна структура посіву не оптимізована і тому ФАР використовується не раціонально. Проте й більша площа листової поверхні є небажаною, оскільки в результаті взаємозатінення значна частина листків у нижньому ярусі обпадає, а решта працює не ефективно. Слід зазначити, що покращене азотне живлення рослин гороху за рахунок інокуляції Ризогуміном та обробками біостимуляторами суттєво збільшило ІЛП дослідних посівів гороху.

В рамках проведеного дослідження неможливо стверджувати про наявність виразного синергістичного ефекту між біостимуляторами та мікробіологічним препаратом Ризогумін в напрямку впливу на процеси синтезу та накопичення фотосинтетичних пігментів. Тому, інколи вміст хлорофілу у разі сумісної дії препаратів залишався на рівні визначеному для варіантів гороху з роздільним використанням біостимуляторів та мікробіального препарату або навіть нижче.

Спрямованість процесу накопичення сухої речовини та перерозподіл між продукуючою та зберігаючою системами є однією з оцінок рівня продуктивності. Тому більш точну інформацію про хід і особливості продукційного процесу можна було отримати за допомогою визначення акумуляції сухої речовини рослинами впродовж вегетаційного періоду, але зміни чистої продуктивності фотосинтезу мали коливальний характер і вірогідне збільшення ЧПФ у випадку сумісного використання Ризогуміну з біостимуляторами відмічали на різних стадіях онтогенезу.

З даних наведених у таблиці 3.3.1.4. видно, що використання препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант викликало збільшення кількості бобів на рослині на 22%; 4% та 11% відповідно та порівняно з контролем. Це пояснюється тим, що біопрепарати подовжували фазу цвітіння гороху, зменшували втрати квіток на верхніх ярусах рослин, що обумовлювало збільшення загальної кількості бобів, що зав'язалися.

Таблиця 3.3.1.4.

Елементи структури врожайності посівів гороху сорту Девіз під впливом Ризогуміну та біостимуляторів

показники	варіанти						НІР <sub>05</sub>
	контроль	Ризогумін	Стимпо	Регоплант	Стимпо + Ризогумін	Регоплант + Ризогумін	
Кількість бобів на рослині, шт	2,7	3,3	2,8	3,0	3,3	3,3	0,3
Кількість насіннин у бобі, шт	2,8	2,6	2,8	3,0	2,9	3,0	0,2
Маса 1000 насінин, г	238,1	238,9	245,7	237,7	240,3	242,2	2,1
Біологічна врожайність, ц/га	20,1	20,7	21,0	21,7	23,7	22,9	1,3
Коефіцієнт господарський	0,479	0,492	0,468	0,476	0,514	0,509	0,02

Сумісна взаємодія біостимуляторів з Ризогуміном не збільшувала кількість бобів на рослинах гороху при порівнянні з варіантом окремого використання Ризогуміну. В ході даного дослідження сумісна обробка рослин біостимуляторами та мікробіологічним препаратом Ризогумін не викликала вірогідних змін у кількості насіннин у бобі, яка коливалася по варіантах від 2,6 до 3,0 шт в 1 бобі. Також, зафіксовано, що при сумісній обробці рослин гороху Регоплантом з Ризогуміном маса 1000 насінин збільшувалася на 1,5-1,9% порівняно з окремим застосуванням препаратів.

Отримана біологічна врожайність гороху при роздільному застосуванні препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант становила відповідно 20,7; 21,0; 21,7ц/га, що перевищувало врожайність контрольних посівів, яка становила 20,1 ц/га. Тоді як, при сумісному застосуванні Ризогуміну та Стимпо врожайність складала 23,7 ц/га та Ризогуміну з Регоплантом – 22,9 ц/га, що в свою чергу перевищувало на 12-14% та 6-11% відповідно, показники врожайності посівів гороху всіх інших варіантів.

#### ВИСНОВКИ:

1. Зафіксовано вірогідне збільшення кореневих бульбочок на рослинах гороху при сумісному застосуванні біостимуляторів (Стимпо, Регоплант) з мікробіологічним препаратом Ризогумін на різних фазах вегетації гороху.
2. Обробка насіння гороху та позакореневі обробки біостимуляторами Стимпо, Регоплант та Ризогуміном протягом вегетації забезпечили збільшення ІЛП максимально в 1,5 рази в період вегетативного росту та в 1,6 рази в період генеративного розвитку. Сумісне застосування Ризогуміну з біостимуляторами дозволило сформувати більшу площу листової поверхні рослин гороху, ніж при роздільному застосуванні.
3. В ході дослідів відмічено зростання вмісту хлорофілу в прилистках гороху від 2% до 9% як при роздільному, так й при сумісному застосуванні препаратів.

4. Встановлено, що у разі сумісної дії біостимулятора Стимпо з Ризогуміном, ЧПФ у періоді 5-6 прилистків-бутонізація перевищувала на 21-27% та у фазах цвітіння-бобоутворення перевищувала на 7-14% показник кращого варіанту при роздільному застосуванні препаратів.
5. Використання препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант викликало збільшення кількості бобів на рослині на 22%, 4% та 11% відповідно та порівняно з контролем.
6. Зафіксовано, що при сумісній обробці рослин гороху Регоплантом з Ризогуміном маса 1000 насінин збільшувалася на 1,5 - 1,9% порівняно з окремим застосуванням препаратів.
7. Отримана біологічна врожайність гороху при роздільному застосуванні препаратів Ризогумін, Стимпо, Регоплант становила відповідно 20,7; 21,0; 21,7 ц/га, що перевищувало врожайність контрольних посівів, яка становила 20,1 ц/га. При сумісному застосуванні Ризогуміну та Стимпо врожайність перевищувала на 12 - 14 %, а Ризогуміну з Регоплантом – на 6-11%, порівнюючи з врожайністю варіантів посівів гороху де окремо використовували досліджувані препарати.

### **3.3.2. Формування фотоасиміляційного апарату посівів гороху (*Pisum sativum* L.) за дії біостимуляторів в посушливих умовах Південного Степу України**

*Об'єкт дослідження:* процес формування фотосинтечного апарату в посівах гороху при використанні біостимуляторів та в умовах зони південного степу України.

*Предмет дослідження:* індекс листової поверхні, вміст хлорофілу в листках, чиста продуктивність фотосинтезу.

**Метою** було з'ясувати особливості впливу біостимуляторів («Стимпо», «Регоплант») на зміни індексу листової поверхні, чистої продуктивності фотосинтезу та вмісту хлорофілу в посівах *Pisum sativum* L. сорту Оплот в екологічних умовах Південного Степу України.

#### **Завдання:**

- оцінити вплив біостимуляторів «Стимпо» і «Регоплант» на формування листової поверхні посівів гороху, накопичення хлорофілу;
- з'ясувати вплив біостимуляторів «Стимпо» і «Регоплант» на накопичення хлорофілу в прилистках гороху посівного сорту Оплот;
- з'ясувати вплив біостимуляторів «Стимпо» і «Регоплант» на продуктивність фотосинтезу.

**Новизна роботи** полягає у тому, що відсутня повна інформація щодо взаємодії мікробіологічних препаратів та біостимуляторів при їх застосуванні в технологіях вирощування зернобобових культур в посушливих умовах півдня України.

Теоретичне та практичне значення роботи. Представлена робота є одним з кроків у розкритті агробіологічної дії біостимуляторів III покоління (Стимпо та Регоплант) при їх застосуванні в технології вирощування гороху. Отриманні

данні можуть бути використанні для подальшого дослідження дії біостимуляторів з метою збільшення врожайності гороху та екологізації технологій вирощування культур в сівозміні.

Бобові культури посідають третє місце у світовому рослинництві після зернових та олійних культур і є важливим джерелом їжі, кормів. Білок бобових культур становить 33% в раціоні людини, а бобові рослини здатні фіксувати атмосферний азот, підвищуючи родючість ґрунту. Україна вирізняється тим, що горох є найбільш поширеною культурою, здатною до формування високих і стійких врожаїв зерна порівняно з іншими видами зернових бобових культур. В 2018 році посівні площі під горохом становили 431 тис. га. і майже половина з них припадає на зону степу. У певної кількості господарств урожайність його становить 30-50 ц/га.

Горох посівний (*Pisum sativum* L.) виявляє високі вимоги до світла, вологості та ґрунту, тому часто не може повністю реалізувати свій генетичний потенціал продуктивності при несприятливих навколишніх умовах, особливо зони ризикованого землеробства. Абіотичні фактори є основними факторами, що обмежують врожайність культурних рослин та спричиняють до 70% втрат урожаю. Зона Південного Степу України характеризується низкою несприятливих абіотичних факторів, які негативно впливають на ріст та розвиток сільськогосподарських культур і значно зменшують їх продуктивність. Разом з тим, введення в сівозміні такої високобілкової культури як горох сприяє екологізації виробництва та покращує стан агроценозів.

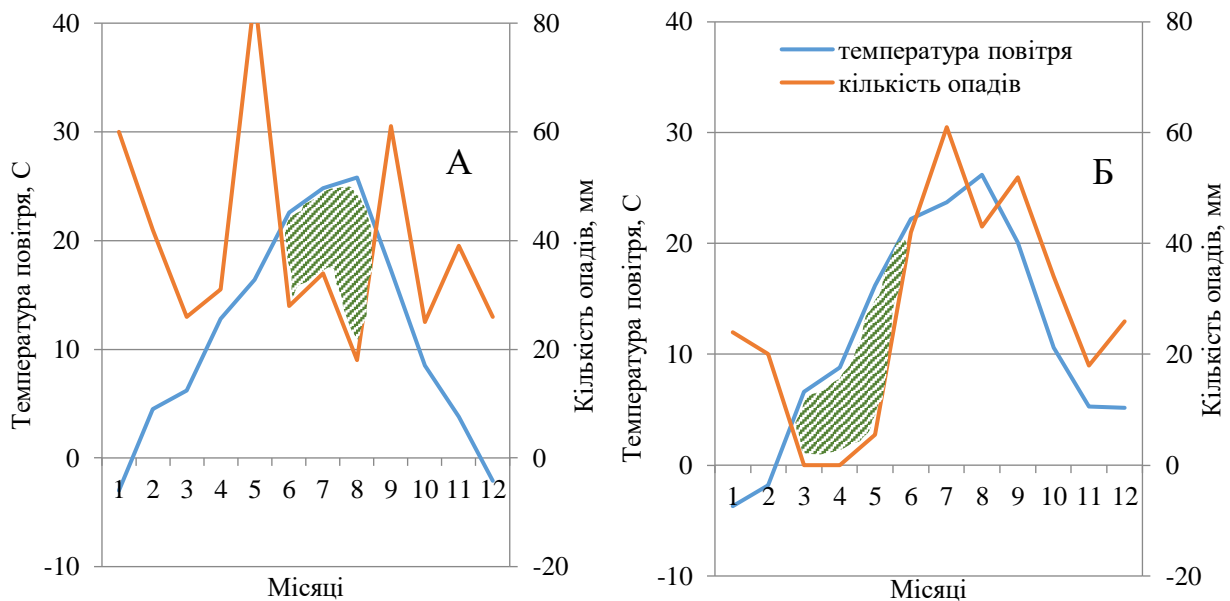
Посуха стала одним з найбільш неконтрольованих і непередбачуваних факторів, який постійно обмежує виробництво сільськогосподарських культур і має негативний вплив на посіви бобових. Дослідження показали, що умови посухи знижують появу сходів, фотосинтетичну активність, порушують транспорт фотоасимілятів у бобових культур, також відмічено гальмування ростових процесів на початкових етапах онтогенезу рослин.

Біорегулятори відіграють важливу роль у реакції рослин на фактори навколишнього середовища у формуванні стійкості рослин до екстремальних умов. В оглядових роботах показана роль біостимуляторів у механізмах захисту рослин *Fabaceae* від дії абіотичних стресів, стимуляції ростових процесів, реутилізації елементів живлення, покращенні якості зерна та підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Накопичено багато фактичного матеріалу, що демонструє позитивні результати використання регуляторів росту при вирощуванні сої, гороху, бобів, злакових зернових, які сприяють значному підвищенню активності симбіотичної та асоціативної азотфіксації, збільшенню врожайності. В роботі показано, що передпосівна обробка насіння кукурудзи метілурацилом сприяла польовій схожості, збільшувала індекс площі листя посівів кукурудзи, оптимізувала продуктивність нетто-фототинтез та препарат підвищував урожайність на 16-27%.

Є дослідження впливу передпосівної обробки насіння біостимуляторами Стимпо, Регоплант на накопичення олії у насінні та вуглеводів в листках бобових культур, активації ростових процесів та формування листкового апарату бобів. Виявлено, що данні біостимулятори володіли біозахисними властивостями,

підсилювали ростові процеси, солерезистентність культур, сприяли значній активізації азотфіксації шляхом утворення більш потужного бобово-ризобіального симбіозу. За результатами попередніх дослідів комплексна передпосівна та позакореневі обробки регуляторами росту Стимпо та Регоплант інтенсифікували ріст і розвиток цукрових буряків, збільшували масу коренеплодів, що забезпечило прирост врожайності коренеплодів до 6 т/га в умовах центральної частини України.

На дослідних ділянках висівали горох посівний (*Pisum sativum* L.) середньостиглого сорту Оплот з безлисточковою морфологією. Сорт гороху Оплот був внесений до Реєстру сортів рослин України у 2011 році та рекомендований для культивування у зоні Степу України. **Оригіатор** – Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. Територія Мелітопольського району характеризується помірно-континентальним кліматом із високими температурними показниками. За даними, отриманими з метеостанції, середньобогаторічна температура повітря регіону становить 9,9°C. За роки проведення дослідження в період вирощування гороху, середньодобові температури повітря перевищували середньобогаторічні значення. За даними місцевої метеостанції було побудовано клімадіаграми Госсена-Вальтера в модифікації, що відображають гідротермічний режим упродовж трьох років досліджень (рис. 3.3.2.1).



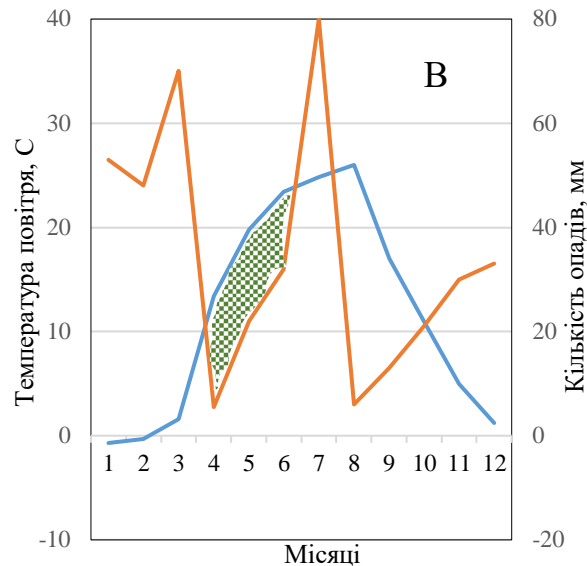


Рис. 3.3.2.1. Клімадіаграми Госсена-Вальтера за 2016 рік (А), 2017 р. (Б), 2018 р. (В).

Впродовж трьох років досліджень спостерігали характерний дефіцит опадів на фоні високих температур з низьким гідротермічним потенціалом у весняний або літні періоди. Якщо річна кількість опадів в регіоні за даними багаторічних спостережень становила 475 мм, то за 90 днів вегетаційного періоду вирощування гороху в 2016 р. випало 168 мм, в 2017 році – 48 мм, а в 2018 році – 56 мм. Загалом, весняні кліматичні умови сприяли росту та розвитку ранніх ярих культур, і тому ефективність продукційного процесу протягом років досліджень в основному залежала від наявності ґрунтової вологи, системи утримання ґрунту та інших агротехнічних методів.

Ґрунт дослідних ділянок – південний наносний чорнозем, що характеризувався такими показниками: уміст гумусу (за Тюрнімом) – 2,6%, азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 111,3 мг/кг, рухомих форм фосфору (за Чириковим) – 153,7 мг/кг і обмінного калію (за Чириковим) – 255 мг/кг сухого ґрунту. Реакція ґрунтового розчину була нейтральна (рН водне/сольове 7,0/7,3). Профіль ґрунту не засолений, але був слабосолонцюватим (обмінний натрій 7% від ЄКО). Ґрунт відносився до земель високої якості, був достатньо насичений поживними елементами та мав сприятливі фізико-хімічні та агрофізичні властивості, що робило його придатним для вирощування зернобобових. Однак для отримання високих врожаїв якісної продукції використання регуляторів росту рослин є виправданим.

Біостимулятори Стімпо (Stimpo) та Регоплант (Regoplant) є складними полікомпонентними препаратами, що мають різнобічні властивості, які пояснюються синергетичним ефектом взаємодії компонентів (суміш вуглеводів, полісахаридів, жирних кислот, амінокислот, фітогормонів, мікроелементів) життєдіяльності гриба-мікроміцета *Cylindrocarpon obtusiusculum* 680, який одержується з коренів женьшеню та аверсектинів, які є продуктами метаболізму ґрунтового *Streptomyces avermitilis*. (Ponomarenko *et al.*, 2015). Вивчали вплив біостимуляторів на формування фотоасиміляційного апарату посівів гороху в експериментальних мікроділянкових умовах. Норма висіву - 110 шт/м<sup>2</sup>.

Розташовували варіанти в експерименті за систематично із чотирма повтореннями. Схема дослідження включала три варіанти. Насіння гороху контрольної групи (варіант 1) перед посівом обробляли розчином Ліпосам (5 г/л) та позакореневу обробку посівів здійснювали розчином Ліпосам (5 г/л). У варіанті 2 застосовували: передпосівна обробка насіння - Стимпо (25 мл/т) на розчині Ліпосам (5 г/л); позакоренева обробка - Стимпо (20 мл/га) на розчині Ліпосам (5 г/л). Передпосівну обробку насіння гороху варіанту 3 проводили препаратом Регоплант (250 мл/т) на розчині Ліпосам (5 г/л), а позакореневу обробку проводили Регоплант (50 мл/га) на розчині Ліпосам (5 г/л).

Перед посівом насіння експериментальних варіантів обробляли за допомогою методу інкрустації біостимуляторами у концентраціях рекомендованих виробниками, після підсушування висівали протягом доби. Перша листкова обробка посівів гороху виконувалася у фазі сформованих 5-6 прилистків, а друга листкова обробка проводилася на етапі бутонізації до цвітіння. Проби рослинних зразків відбирали протягом вегетаційного періоду рослин гороху у 5 фазах: 12-13 ВВСН, 15-16 ВВСН, 51-55 ВВСН, 61-65 ВВСН, 75-79 ВВСН. Витрати робочого розчину становили 300 л/га під час позакореневих обробітків посівів гороху.

Початок кожної фази росту й розвитку гороху фіксували після її настання у 10% рослин, повну фазу – у 75% рослин та застосовували шкалу ВВСН (Meier, 2018). Наприкінці фази сходів (ВВСН 09) визначали польову схожість насіння гороху. Підраховували кількість проростків на площі 1 м<sup>2</sup> та розраховували польову схожість по відношенню до кількості висіяного насіння на даній площі. Площу листової поверхні рослин гороху визначали гравіметрично методом висічок. Гравіметричний метод співвідносить вагу листя з 10 зразків рослин до ваги висічок листя (D=10 мм). Знаючи площу листових висічок, розраховували площу листової поверхні та визначали індекс листової поверхні (ІЛП) посіву в м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> посівної площі.

Вміст загального хлорофілу визначали флуориметричним методом з використанням N-тестера (“Yara”, Japan). Точку вимірювання обирали в середині першого розвиненого листка. За результатами 30 випадкових вимірювань, виконаних за звичайною схемою «W» отримували середнє значення та результати представляли в умовних одиницях. Чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) обчислювали як відношення наростання маси сухої речовини рослин за певний період часу до напівсуми площ листової поверхні на початку та в кінці періоду. Розрахунок ЧПФ здійснювали за формулою:

$$NPP = \frac{B_2 - B_1}{0.5(S_1 + S_2)n}$$

де, NPP – чиста продуктивність фотосинтезу, г / м<sup>2</sup> \* доба;

B<sub>1</sub> and B<sub>2</sub> – суха маса рослин на початку і наприкінці періоду, г;

(B<sub>2</sub> – B<sub>1</sub>) – зростання сухої маси рослин за n кількість діб, г;

S<sub>1</sub> та S<sub>2</sub> – площа листової поверхні на початку та наприкінці періоду, м<sup>2</sup>;

0,5 (S<sub>1</sub> + S<sub>2</sub>) - середня площа листової поверхні за час експерименту;

n – період між двома спостереженнями, доби.

Сушу масу речовини визначали гравіметрично за загальноприйнятими методиками. При проведенні статистичного аналізу результатів досліджень визначали середню арифметичну, середню похибку середньої арифметичної ( $\pm m$ ), t-критерій Ст'юдента, найменшу істотну різницю ( $HP_{0,95}$ ) з рівнем вірогідності 95%. Результати були піддані статистичній обробці за допомогою програм Microsoft Office Excel 2013 та «Agrostat».

В ході дослідження встановлено, що біостимулятори Стимпо та Регоплант при передпосівній обробці насіння гороху вже в фазі 2-3 прилистків збільшили ІЛП посівів на 12% та 17% відповідно в умовах вегетації за роки дослідження (табл. 3.3.2.1).

**Таблиця 3.3.2.1.** Зміна індексу листової поверхні ( $m^2/m^2$ ) посівів *Pisum sativum* L. сорту Оплот за дії біостимуляторів

Фази розвитку	Роки	Варіанти			HP <sub>05</sub>
		контроль	Стимпо	Регоплант	
ВВСН 12-13	2016	0,10±0,04	0,16±0,05*	0,18±0,05*	-
	2017	0,21±0,01	0,21±0,01	0,22±0,01	-
	2018	0,19±0,01	0,20±0,01	0,19±0,01	-
	середнє	0,17	0,19	0,20	0,05
ВВСН 15-16	2016	0,39±0,06	0,45±0,05*	0,46±0,07*	-
	2017	0,45±0,01	0,77±0,01*	0,62±0,01*	-
	2018	0,56±0,01	0,83±0,02*	1,03±0,02*	-
	середнє	0,47	0,68	0,70	0,21
ВВСН 51-55	2016	2,01±0,11	2,30±0,12	2,76±0,13*	-
	2017	2,26±0,07	3,27±0,07*	3,05±0,05*	-
	2018	1,21±0,03	1,30±0,03	1,45±0,03*	-
	середнє	1,82	2,29	2,42	0,44
ВВСН 61-65	2016	3,80±0,25	5,70±0,31*	5,20±0,35*	-
	2017	4,16±0,04	6,49±0,09*	5,65±0,10*	-
	2018	2,51±0,08	3,93±0,12*	3,58±0,11*	-
	середнє	3,49	5,37	4,81	0,75
ВВСН 75-79	2016	4,03±0,31	6,10±0,29*	4,95±0,35	-
	2017	5,96±0,04	7,65±0,13*	7,47±0,09*	-
	2018	3,58±0,12	4,78±0,15*	4,20±0,14*	-
	середнє	4,52	6,18	5,54	0,88

**Примітка.** \* - різниця вірогідна порівняно з контролем при  $P \leq 0,05$ .

**Джерело:** власна розробка.

Встановлено позитивну дію біостимуляторів на формування листової поверхні протягом вегетативної фази розвитку рослин гороху. Значення ІЛП посівів гороху зросло на 15% та 18% за дії Стимпо та Регопланту відповідно в умовах 2016 року, на 71% та 38% в умовах 2017 року та на 48% та 84% в умовах 2018 року в фазі ВВСН 15-16. Під час подальшого вегетативного розвитку

рослин гороху (фаза ВВСН 15-16) відмічалось вірогідне збільшення ІЛП в 1,45 рази при застосуванні Стимпо та в 1,48 рази при застосуванні Регопланту порівнюючи з контрольними значеннями.

При переході до генеративного етапу розвитку також відмічено активне формування площі листової поверхні рослин гороху, які були оброблені біостимуляторами на що вказує зростання ІЛП в посівах дослідних варіантів порівняно з контрольними значеннями. Так, в фазі бутонізації ІЛП посівів гороху в середньому збільшився в 1,26 рази під впливом Стимпо і в 1,32 рази під впливом Регопланту. Зафіксовано максимально ефективно збільшення ІЛП посівів гороху при застосуванні Стимпо в 1,54 рази (за три роки спостережень) та при застосуванні Регопланту в 1,38 рази (за три роки спостережень) у фазі цвітіння (ВВСН 61-65). Площа листової поверхні посівів гороху оброблених біостимуляторами залишалась вірогідно збільшеною до фази бобоутворення порівняно з контролем.

Вплив біостимуляторів на зміни вмісту загального хлорофілу в прилистках гороху характеризувався певною неоднозначністю. Так, на етапах вегетативного розвитку рослин гороху Стимпо призводив до незначного підвищення вмісту хлорофілу в прилистках, який збільшувався у середньому з 1,6% до 2,7% порівняно з контролем. Проте, за роки дослідження зафіксовано вірогідне зростання вмісту хлорофілу під впливом Стимпо з 4,1% до 10,4% порівняно з контрольними значеннями, починаючи з фази бутонізації (ВВСН 51-55) до фази бобоутворення (ВВСН 75-79) (табл. 3.3.3.2).

**Таблиця 3.3.2.2.** Зміни вмісту загального хлорофілу (ум. од.) в прилистках рослин *Pisum sativum* L. сорту Оплот за дії біостимуляторів

Фази розвитку	Роки	Варіанти			НІР <sub>05</sub>
		контроль	Стимпо	Регоплант	
ВВСН 12-13	2016	483±4	505±8*	496±7	-
	2017	402±4	415±2*	405±2	-
	2018	560±5	565±5	568±4	-
	середнє	482	495	490	9
ВВСН 15-16	2016	459±6	466±5	480±6*	-
	2017	489±7	502±7	480±3	-
	2018	566±6	570±6	579±7	-
	середнє	505	513	513	9
ВВСН 51-55	2016	549±11	540±10	534±9	-
	2017	489±6	555±8*	562±9*	-
	2018	583±6	590±7	595±8*	-
	середнє	540	562	564	15
ВВСН 61-65	2016	661±9	676±8	679±9	-
	2017	562±4	619±10*	606±10*	-
	2018	610±9	627±9*	623±9*	-
	середнє	611	641	636	18
ВВСН	2016	368±4	385±3*	374±4	-

75-79	2017	624±11	741±12*	721±11*	-
	2018	650±10	685±9*	693±7*	-
	середнє	547	604	596	24

**Примітка.** \* - різниця вірогідна порівняно з контролем при  $P \leq 0,05$ .

**Джерело:** власна розробка.

Біостимулятор Регоплант не проявив істотного впливу на концентрацію хлорофілу в прилистках гороху на етапах вегетативного росту та розвитку рослин. В досліді проведеному у 2016 року не було виявлено статистично значущих змін у рівні хлорофілу під впливом Регопланту також в генеративному періоді росту рослин. У той же час, у дослідженнях 2017 року після позакоренових обробок посівів Регоплантом зафіксовано збільшення концентрації хлорофілу на 7,8-15,5% від фази бутонізації до фази бобоутворення порівняно з контрольними значеннями. Тотожні результати було отримано і в дослідженнях 2018 року, коли вміст загального хлорофілу вірогідно збільшився на 2,1 – 6,6% під впливом Регопланту в фази бутонізації, цвітіння та бобоутворення.

Встановлено, що досліджені біопрепарати підвищували ефективність фотосинтезу на початкових фазах вегетації гороху через збільшення чистої продуктивності фотосинтезу (табл. 3.3.2.3).

**Таблиця 3.3.2.3.** Зміна чистої продуктивності фотосинтезу ( $\text{г}/\text{см}^2 \cdot \text{доба}$ ) посівів *Pisum sativum* L. сорту Оплот за використання біостимуляторів

Варіанти	Міжфазні періоди (за ВВСН)				
	12(13) – 15(16)	15(16) – 51(55)	51(55) – 61(65)	61(65) – 75(79)	
КОНТРОЛЬ	2016	6,5±0,2	8,4±0,4	8,3±0,4	1,6±0,1
	2017	6,4±0,3	8,8±0,4	11,2±0,5	3,8±0,3
	2018	4,6±0,2	12,7±0,6	15,3±0,7	6,3±0,4
	середнє	5,8	10,0	11,6	3,9
СТИМПО	2016	5,8±0,3	8,4±0,3	9,4±0,5*	1,7±0,1
	2017	7,3±0,3*	9,2±0,5	12,6±0,8	1,9±0,2*
	2018	5,2±0,3*	12,6±0,7	25,1±0,8*	6,2±0,3
	середнє	6,1	10,1	15,7	3,3
РЕГОПЛАНТ	2016	6,9±0,2*	8,5±0,3	9,7±0,4*	3,3±0,2*
	2017	7,5±0,4*	9,3±0,5	13,0±0,7*	2,0±0,3*
	2018	5,4±0,3*	13,9±0,6	19,7±0,8*	8,3±0,4*
	середнє	6,6	10,6	14,1	4,5
НІР <sub>05</sub>	0,4	0,6	1,9	0,5	

**Примітка.** \* - різниця вірогідна порівняно з контролем при  $P \leq 0,05$ .

**Джерело:** власна розробка.

З даних представлених в таблиці 3 видно, що ЧПФ перевищувала на 6,2% (2016 р.), на 17,2% (2017 р.) та на 17,4% (2018 р.) його значення в контрольному варіанті рослин гороху посівного між фазами 2-3 і 5-6 прилистків під впливом біопрепарату Регоплант. Разом з тим, ЧПФ була зниженою на 10,8% в 2016 році

при застосуванні Стимпо і достовірно перебільшувала значення ЧПФ в контрольних посівах в 2017 р. на 14,0% і в 2018 р. на 13,0% в періоди вегетативного росту.

Під час наступної онтогенетичної фази бутонізації не відмічено статистично достовірних змін ЧПФ в посівах гороху під впливом біостимуляторів.

В міжфазний період бутонізація - цвітіння гороху ВВСН 51(55) – 61(65), відбулися істотні зміни в показниках ЧПФ між досліджуваними та контрольним варіантами посівів гороху. Протягом зазначеного періоду середні показники ЧПФ посівів гороху за роки досліджень перевищували контрольні показники в 1,35 рази за дії Стимпо та в 1,22 рази за дії Регопланту.

ЧПФ посівів гороху оброблених біостимулятором Стимпо не перевищувала контрольні значення в період цвітіння – бобоутворення, тоді як за дії біостимулятора Регоплант, середнє значення ЧПФ за роки досліджень перебільшувало на 15,4% цей показник в контрольних посівах гороху.

Отже, при інтенсивних технологіях вирощування гороху, застосування біостимуляторів рослин, отриманих із природної сировини, дозволяє краще формувати листову поверхню посівів, стимулювати фотосинтетичні процеси, ефективно використовувати енергію ФАР та безпосередньо впливати на врожайність культури в зоні Степу України.

Основною перевагою сучасних регуляторів росту рослин, які включають в себе збалансований комплекс метаболічно активних речовин, полягає в їхній здатності спрямовано керувати ключовими процесами росту і розвитку рослин, а також ефективно реалізовувати потенційні можливості конкретного сорту чи гібриду.

Досліджувані органічні біопрепарати, представляють собою регулятори росту рослин третього покоління, вирізняються широким спектром дії та біозахисним ефектом. Механізм дії даних препаратів ґрунтується на синергії продуктів культивування грибів-мікроміцетів та аверсектину, що позитивно впливає на фізіолого-біохімічні показники рослин і збільшує їхню стійкість у випадку стресових впливів. Це підтверджується отриманими нами результатами дослідження впливу зазначених біостимуляторів на формування фотоасиміляційного апарату різних сортів гороху посівного в посушливих умовах півдня України.

Аналіз клімадіаграм Госсена-Вальтера за роки проведення досліджень показує, що під час вегетаційного періоду гороху спостерігається стійка тенденція до зміни агрокліматичних параметрів у напрямі потепління та зростання посушливості. Суттєвий вплив на продукційний процес гороху посівного і, зокрема, формування фотоасиміляційної поверхні та ефективності її функціонування мають погодні умови: температура навколишнього середовища, кількість і рівномірність випадання опадів, що знаходить підтвердження в роботах низки дослідників.

Сучасні методи вирощування сільськогосподарських культур ґрунтуються на концепції формування врожаю як фотосинтезуючої системи та розробляються, враховуючи біологічні особливості конкретної культури. Розміри асиміляційної поверхні посівів безпосередньо впливають на урожайність зернобобових культур та є важливим діагностичним показником.

Наукові дані свідчать, що оптимальна площа листової поверхні рослин сільськогосподарських культур становить 40 тис. м<sup>2</sup>/га і вона дозволяє забезпечувати максимальну продуктивність посівів. Інші дослідження вказують на те, що для сучасних сортів та гібридів, що вирощуються за інтенсивними технологіями і широко впроваджені до сільськогосподарського виробництва, оптимальна площа листків знаходиться у діапазоні від 50 до 60 тис. м<sup>2</sup>/га.

Площа листової поверхні посіви гороху за 3 роки досліджень збільшувалася протягом вегетації та ІЛП сягав максимальних значень саме на стадії формування бобів. Саме в цей період відмічено найбільш ефективний вплив біостимулятора Стимпо на збільшення листової поверхні, ніж за дії Регопланту. Позитивний вплив біостимуляторів росту на показник площі листової поверхні посівів гороху підтверджується результатами інших досліджень.

Слід зазначити, що зростання ефективності фотосинтезу гібридів сорго зернового при позакореновому застосуванні даних біостимуляторів підтверджено іншими дослідженнями. Дія досліджуваних біостимуляторів на накопичення хлорофілу в прилистках гороху була ефективною лише після застосування позакоренових обробок проведених у фазі ВВСН 51-55. Імовірно, покращення симбіотичної азотфіксації за умов застосування біостимуляторів збільшувало ефективне засвоєння азоту, що позитивно впливало на накопичення хлорофілу. Позитивний вплив досліджених біостимуляторів пов'язаний із стимулюючою дією цитокінінів на хлорофілогенез (через посилення синтезу його попередника – протохлорофіліда) та на інтенсивність фотосинтезу і дихання.

Як відомо, не вся площа листової поверхні, що формується в посівах культур, може ефективно використовуватися для синтезу сухої речовини. Це переважно пов'язано з різною ярусністю листків та проблемами, що виникають у забезпеченні ефективного доступу сонячної енергії до них. Хоча оцінка освітленості окремих листків утруднена, зміна показників чистої продуктивності фотосинтезу все ж може служити підставою для деяких припущень.

Продукційний процес сільськогосподарських культур корелює певним чином з фотосинтетичними показниками. Проте, знаходження кількісного співвідношення між продуктивністю рослин в агроценозах та інтенсивністю фотосинтезу часто ускладнене, оскільки ці аспекти переважно піддані впливу умов оточуючого середовища. Зростання ЧПФ до міжфазного періоду ВВСН 51(55) – 61(65) відмічено в усіх досліджуваних варіантах і змінюється різким зменшенням у міжфазний період ВВСН 61(65) – 75(79) в посівах гороху.

В ході даних спостережень, лише передпосівна обробка насіння біостимуляторами загалом не мала суттєвого впливу на зростання ІЛП, тоді як показники ЧПФ збільшувалися під час вегетативної фази онтогенезу рослин гороху.

Досліджувані біостимулятори покращували параметри нетто-фотосинтезу рослин гороху при застосуванні позакоренових обробок, що підтверджується результатами 3-х річних досліджень та відміченим в інших дослідженнях зростанням ЧПФ. Слід відмітити, що біостимулятор Регоплант ефективніше сприяв формуванню сухої біомаси через фотосинтетичну діяльність листового апарату гороху в порівнянні з Стимпо протягом всього періоду вегетації.

Таким чином, результати досліджень підтверджують дані інших вчених про вплив регуляторів росту на формування фотосинтетичного апарату зернобобових культур та їх ефективність в посушливих умовах півдня України.

### ВИСНОВКИ

1. Результати проведених досліджень свідчать про те, що застосування біостимуляторів Стимпо та Регоплант при вирощуванні гороху посівного є одним з ефективних агрозаходів для підвищення ефективності продукційного процесу через вплив на функціонування фотоасиміляційного апарату.
2. Отже, на основі отриманих 3-х річних результатів дослідження можна зробити висновок, що застосування біостимуляторів Стимпо (25 мл/т + 20 мл/га) та Регоплант (250 мл/т +50 мл/га) збільшувало індекс листової поверхні у різних фазах вегетації гороху сорту Оплот в 1,12-1,54 та 1,18-1,38 рази відповідно та порівняно з контролем.
3. Біостимулятори Стимпо та Регоплант за умов позакореневих обробок максимально збільшували ЧПФ посівів гороху в 1,35 та 1,22 рази відповідно в міжфазний період бутонізація – цвітіння.
4. Вплив біостимуляторів на концентрацію загального хлорофілу в прилистках гороху виявився неоднозначним та зазнав варіацій в залежності від років. Вірогідність змін вмісту хлорофілу була відмічена лише після фоліарної обробки посівів біостимуляторами. Так, зафіксовано в середньому за роки спостережень збільшення вмісту хлорофілу за дії біостимуляторів на 4,0% в міжфазний період бутонізація-цвітіння ВВСН 51(55) – 61(65) та за дії Стимпо на 10,4% та Регоплант на 9,0% у міжфазний період бутонізація-бобоутворення ВВСН 61(65) – 75(79).

### 3.3.3. Фізіологічні та біохімічні реакції проростків сої (*Glycine Max L.*) при застосуванні $\alpha$ -токоферолу в умовах сольового стресу

*Об'єкт дослідження:* процеси росту та розвитку, про-антиоксидантного стану тканин проростків сої при використанні токоферолу та в умовах засоленого середовища.

*Предмет дослідження:* схожість насіння сої, довжина та маса коренів і ростків сої, вміст ТБКАП, ступень ОМБ, вміст проліну, активність каталази та аскорбатпероксидази.

**Мета дослідження:** з'ясувати вплив екзогенного токоферолу в концентрації (0,1–1,0 г/л) на параметри росту проростків сої, перекисне окислення ліпідів, ступінь окислювальної модифікації білків, вміст проліну, активність каталази та аскорбатпероксидази за умов сольового стресу.

#### **Завдання:**

- оцінити вплив екзогенного токоферолу на процеси проростання насіння сої в умовах сольового стресу;
- з'ясувати вплив екзогенного токоферолу на стан процесів пероксидації та окисної модифікації білків в проростках сої;

- з'ясувати вплив екзогенного токоферолу на функціонування ферментативних ланок антиоксидантного захисту в тканинах проростків сої.

**Новизна роботи** полягає у тому, що вплив екологічно чистого препарату на основі токоферолу на формування солерезистентності зернобобових вивчений не достатньо, особливо на ранніх етапах онтогенезу.

Теоретичне та практичне значення роботи. Отримані дані розширюють знання про органоспецифічність реакцій різних тканин проростків сої на стрес, а також вносять вклад у теоретичне обґрунтування використання природних антиоксидантів як індукторів стресостійкості рослин. Результати дослідження створюють наукове підґрунтя для вдосконалення агротехнологій вирощування сої в умовах частково засолених ґрунтів. Отримані дані можуть бути застосовані у насінництві, виробництві біостимуляторів та технологіях стартового розвитку рослин.

Абіотичний стрес відповідає будь-якому фактору навколишнього середовища, який може обмежувати ріст і продуктивність рослин. Солоність води або ґрунту, особливо в посушливих або напівпосушливих регіонах, є основним фактором, який зазвичай зустрічається в південній степовій зоні України. В Україні засолені ґрунти займають 1,71 мільйона га, з яких 848,2 тис. га – це орні землі. Засолення та надмірне поглинання іонів ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ) мають значний вплив на рослини на фізіологічному рівні, перешкоджаючи їхній здатності поглинати воду. У рослин, що зазнають сольового стресу, спостерігається зниження транспірації та швидкості фотосинтезу, а також виникають такі проблеми, як іонна токсичність, нестабільність мембран та дефіцит мінералів, що призводить до пригнічення ферментів та метаболічних шляхів, порушення засвоєння азоту та утворення бульбочок. Коли рівень солі перевищує допустимі межі, це негативно впливає на проростання, ріст, продуктивність та врожайність сільськогосподарських культур. Окислювальне пошкодження виникає через підвищений рівень активних форм кисню (АФК), що виникає внаслідок сольового стресу, і може спричинити структурні пошкодження, що зрештою призводить до загибелі рослин. Щоб впоратися з негативним впливом засолення, рослини активують різні фізіологічні та біохімічні механізми, включаючи синтез сумісних розчинених речовин та осмопротектантів, а також антиоксидантні метаболічні реакції.

Соя (*Glucine max* L.) вважається однією з основних олійних, високобілкових та економічно важливих бобових культур. На сьогоднішній день Світове виробництво сої становить майже 352 мільйони тонн. Роль сої у підвищенні родючості ґрунту є неперевершеною завдяки її симбіоз з бульбочковими бактеріями, в результаті чого вони накопичують 150 – 200 кг/га азоту.

Соя – середньосолестійка культура, яка може витримувати засолення лише до середнього рівня (0,25–0,3% або 0,5–0,6 мСм/м<sup>2</sup>). Висока концентрація легкокорозчинних солей у кореновому шарі ґрунту призводить до зниження продуктивності рослин від 30 до 100%.

Сьогодні увагу дослідників привертають препарати, які б забезпечували формування адаптивних властивостей сільськогосподарських культур.

Токоферол – це ліпофільний мембранозв'язаний клітинний антиоксидант, який міститься у всіх фотосинтезуючих організмах.  $\alpha$ -Тос має виражені мембранотропні та антиоксидантні властивості і здатний стабілізувати клітинні мембрани, пригнічувати утворення активних метаболітів кисню та перекисне окислення ліпідів, впливаючи на активність ферментативного антиоксидантного ланцюга.

Слід зазначити, що вплив екзогенного  $\alpha$ -Тос на адаптивність бобових культур недостатньо з'ясований, і використання аналогічної речовини природного походження є перспективним з огляду на тенденції «Зеленої угоди» в сільському господарстві. Ряд досліджень показав ефективність обробки токоферолом томатів, квасолі, льону, пшениці, рису, кукурудзи в умовах сольового стресу завдяки його впливу на ріст рослин, формування генеративних органів та врожайність сільськогосподарських культур.  $\alpha$ -Тос підвищував вміст хлорофілу, індекс площі листя, та чистий вплив на фотосинтез сільськогосподарських культур. Використання  $\alpha$ -Тос збільшило біологічну врожайність гороху на 11 %. Дослідження чітко показують, що позакоренеve внесення  $\alpha$ -Тос під час стресу від засолення забезпечує підвищену толерантність шляхом стабілізації біохімічних процесів, що призводить до компенсації виробництва біомаси/врожаю насіння.

Проростки сої (*Glycine max* L.) сорту Оксана були використані як модельний об'єкт нашого дослідження. Насіння сої було розміщено в умовах фітотрону з температурним режимом  $23 \pm 1$  °C у темряві. Через три дні після посіву пророщене насіння вирощували при температурі 16-18 годин фотоперіоду, 60% відносної вологості (RH). Насіння було пророщені відповідно до протоколу Міжнародної асоціації з випробування насіння (ISTA). Для кожної обробки 250 насінин було розміщено на п'яти чашках Петрі.

Дизайн експерименту включав 6 груп. Насіння сої контрольної групи пророщували на воді. Для створення засоленого середовища використовували 100 мМ розчин хлориду натрію, в якому насіння інших груп пророщували протягом 10 днів. Така концентрація розчину хлориду натрію створює осмотичний потенціал -0,5 МПа. Перед посівом насіння сої абсолютного контролю та сольового контролю замочували у дистильованій воді. Насіння сої оброблене  $\alpha$ -Тос, замочували в розчині, що містив солюбілізований ацетат  $\alpha$ -Тос у концентраціях 0,01 г/л, 0,1 г/л; 0,5 г/л; 1,0 г/л з додаванням 0,001% диметилсульфоксид (ДМСО). Діапазон доз  $\alpha$ -Тос було обрано на основі наших попередніх досліджень та даних інших досліджень.

В ході дослідження визначали лабораторну схожість на 7<sup>-й</sup> день після посіву. Індекс енергії проростання розсади отримували шляхом множення довжини розсади на відсоток схожості. та розраховується за формулою:

$$SVI = \text{Seedling length (cm)} \times GP (\%)$$

Сиру масу первинних коренів та проростків було кількісно визначено за допомогою аналітичних ваг на 10<sup>-му</sup> дні після посіву.

Визначали ТБК-активні продукти за реакцією з тіобарбітуровою кислотою (ТБК). Ступінь окислювальної модифікації білка оцінювали за вмістом карбонільних груп та розраховували з використанням молярного коефіцієнта екстинкції  $21000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ . Вміст проліну вимірювали швидким колориметричним методом за Бейтсом.

Активність каталази (EC1.11.1.6) визначали шляхом вимірювання швидкості перетворення  $\text{H}_2\text{O}_2$  в  $\text{O}_2$  за кімнатної температури. Вміст білка в рослинному гомогенаті вимірювали за методом Лоурі О.Н. (1951) за допомогою реагенту Фоліна.

Активність аскорбатпероксидази (APX) (EC1.11.1.11) визначали шляхом вимірювання швидкості окислення аскорбату в присутності  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Статистичний аналіз результатів було проведено за допомогою програмного забезпечення SPSS. Дані були проаналізовані за допомогою тесту ANOVA. Статистично значущі відмінності між середніми значеннями порівнювалися на рівні ймовірності 0,05.

**Вплив сольового стресу та  $\alpha$ -Тос на проростання та ріст.** Лабораторна схожість насіння сої при пророщенні в умовах натрій-хлоридного засолення значно знижувалася (табл. 3.3.3.1).

Таблиця 3.3.3.1. Відсоток схожості насіння, сира маса і довжина проростків сої та коренів при застосуванні токоферолу та в умовах засолення

Солоність, мМ NaCl	$\alpha$ -Тос, г/л	Схожість, %	Сира маса /100 шт., г		Довжина, см		SVI
			розсада	корінь	гіпокотиль	корінь	
0	0	77,50	49,21	19,24	6,70	7,35	515
		$\pm 2,66$	$\pm 1,51$	$\pm 0,88$	$\pm 0,41$	$\pm 0,13$	$\pm 35$
100	0	57,03	37,38	12,73	2,82	4,94	158
		$\pm 2,68^a$	$\pm 1,66^a$	$\pm 0,69^a$	$\pm 0,17^a$	$\pm 0,10^a$	$\pm 14^a$
100	0,01	60,18	36,84	13,05	3,56	5,01	213
		$\pm 3,20^a$	$\pm 1,54^a$	$\pm 1,01^a$	$\pm 0,28^a$	$\pm 0,15^a$	$\pm 28^{ab}$
100	0,10	66,02	43,58	16,56	4,83	6,25	322
		$\pm 1,71^{ab}$	$\pm 1,42^{ab}$	$\pm 0,78^{ab}$	$\pm 0,25^{ab}$	$\pm 0,18^{ab}$	$\pm 29^{ab}$
100	0,50	64,10	42,12	15,30	4,65	5,77	304
		$\pm 1,71^{ab}$	$\pm 1,44^{ab}$	$\pm 0,65^{ab}$	$\pm 0,18^{ab}$	$\pm 0,11^{ab}$	$\pm 26^{ab}$
100	1,00	58,05	39,04	14,64	4,02	4,98	243
		$\pm 2,44^a$	$\pm 1,61^a$	$\pm 0,56^{ab}$	$\pm 0,21^{ab}$	$\pm 0,13^a$	$\pm 21^{ab}$

<sup>a</sup> - значуще порівняно до контрол. ( $\text{H}_2\text{O}$  обробка) ( $P < 0,05$ );

<sup>b</sup> - достовірно порівняно з контролем засолення (обробка 100 мМ NaCl) ( $P < 0,05$ ).

Пророщення сої протягом 7 діб показало, що  $\alpha$ -ТФ за умов передпосівного замочування насіння викликав зміни у біометричних показниках. Так, лабораторна схожість насіння сої обробленої  $\alpha$ -ТФ у концентрації 0,1 г/л зростала на 9%, а в концентрації 0,5 г/л - на 7% порівняно зі схожістю рослин на сольовому фоні. Під впливом більш високих концентрацій  $\alpha$ -ТФ (1,0 г/л) не спостерігали зростання схожості насіння сої, яка залишалася на рівні схожості насіння, що пророщувалося на фоні хлоридного засолення.

Основний показник життєздатності рослин – це приріст їх біомаси. Сира маса проростків та коренів сої пророщеної на сольовому фоні були меншими за дані показники у контрольній групі. ТФ у концентрації 0,01 г/л не вплинув на вірогідні зміни у масі проростків сої. Зафіксовано вірогідне зростання сирої маси 10-добових проростків на 16,6 і 12,7% та корінців сої – на 30,0 і 20,2% у випадку передпосівного замочування в розчинах  $\alpha$ -ТФ концентрацій 0,1 та 0,5 г/л відповідно. Разом з тим,  $\alpha$ -ТФ (1,0 г/л) також сприяв приросту біомаси сої в умовах сольового стресу, але з меншою ефективністю.

Відомо, що сольове навантаження викликає пригнічення фази розтягування клітин, тому за умов дії даного фактору спостерігалось зниження довжини проростків і коренів. Тому довжина проростків сої пророщених на сольовому середовищі зменшилася в 2,38 рази, а довжина кореня в 1,49 рази порівняно з показниками у проростків абсолютного контролю. Проте, довжина проростків зростала в 1,26-1,71 рази і довжина коренів – в 1,01-1,27 рази за дії  $\alpha$ -ТФ в досліджуваних концентраціях в умовах сольового стресу та порівняно з необробленим насінням, яке пророщувалося на сольовому фоні.  $\alpha$ -ТФ в концентрації 1,0 г/л не збільшував довжину коренів сої.

Як показано в таблиці 1, існує статистично значуща різниця ( $P < 0,05$ ) між варіантами обробки засоленням за індексом енергії проростання проростків. Найвищий SVI – 515 спостерігався у сої контрольної групи, тоді як найнижче значення було визначено для групи сольового контролю – 158. Обробка насіння сої  $\alpha$ -Тос призвела до статистично значущого збільшення індексу енергії проростання. Найвищий SVI був визначений за обробки  $\alpha$ -Тос концентраціями 0,1 та 0,5 г/л, він перевищував відповідний показник у рослин сої, не оброблених  $\alpha$ -Тос в умовах засолення, у два рази.

**Вплив сольового стресу та  $\alpha$ -Тос на вміст ТБКАП та окислювальну модифікацію білків.** Окислювальне пошкодження клітинної мембрани, індуковане засоленістю, оцінювалося за збільшенням перекисного окислення ліпідів у рослин сої порівняно з нестресованими контрольними рослинами. За умов сольового стресу відмічали інтенсифікацію процесів пероксидації в 10 денних проростках сої, на що вказує зростання вмісту ТБК-АП (табл. 3.3.3.2). Обробка насіння сої  $\alpha$ -ТФ у концентраціях 0,1, 0,5 та 1,0 г/л знижувала вміст ТБКАП в гіпокотиліях сої на 12,9-18,4% ( $p \leq 0,05$ ), а в коренях сої на 14,5-18,1% ( $p \leq 0,05$ ). При цьому рівень пероксидації у групах де використовували ТФ знаходився на рівні контрольної групи, яка пророщувалася на воді без стресових умов хлоридного засолення. Слід зазначити, що накопичення вмісту ТБКАП не спостерігали в сім'ядолях сої за умов хлоридного засолення. Але під впливом ТФ в сім'ядолях сої відбувалося незначне зменшення вмісту ТБКАП на 8% максимально, порівнюючи зі зразками отриманими з групи де проростки не оброблялися ТФ.

Таблиця 3.3.3.2. Вміст ТБК-активних продуктів та карбонільних груп ОМБ у сім'ядолях, гіпокотиліях та коренях 10-денних рослин сої за обробки  $\alpha$ -Тос та в умовах засолення

Солоність, мМ NaCl	$\alpha$ -ТФ, г/л	ТВКАП, мкмоль МДА·г <sup>-1</sup> RW			ОМБ, мкмоль·мг <sup>-1</sup> білка		
		сім'ядоля	гіпокотиль	коріння	сім'ядоля	гіпокотиль	коріння
0	0	24,0±0,3	24,3±0,1	19,6±0,4	9,3±0,3	17,4±0,7	16,4±1,6
100	0	21,2±0,3 <sup>a</sup>	29,4±0,7 <sup>a</sup>	22,7±0,4 <sup>a</sup>	7,6±0,2 <sup>a</sup>	32,6±1,2 <sup>a</sup>	25,2±1,4 <sup>a</sup>
100	0,01	20,1±0,5 <sup>a</sup>	28,5±1,1 <sup>a</sup>	22,3±0,5 <sup>a</sup>	7,5±0,2 <sup>a</sup>	29,5±0,8 <sup>a</sup>	23,4±1,3 <sup>a</sup>
100	0,10	19,6±0,7 <sup>a</sup>	25,6±0,9 <sup>b</sup>	18,6±0,6 <sup>b</sup>	7,2±0,2 <sup>a</sup>	21,3±0,7 <sup>ab</sup>	18,2±1,1 <sup>b</sup>
100	0,50	22,8±0,5	24,0±1,0 <sup>b</sup>	18,9±0,6 <sup>b</sup>	8,1±0,3 <sup>a</sup>	23,5±0,9 <sup>ab</sup>	19,7±0,9 <sup>ab</sup>
100	1.00	21,8±0,6 <sup>a</sup>	24,8±1,1 <sup>b</sup>	19,4±0,5 <sup>b</sup>	8,5±0,2 <sup>b</sup>	26,1±0,5 <sup>ab</sup>	22,6±0,9 <sup>ab</sup>

Слід відзначити, що соя є високобілковою культурою, тому окисна модифікація білків негативно впливає на їх використання в процесах пластичного обміну. Так, за дії сольового стресу зафіксовано зростання вмісту КГ ОМБ в проростках та коренях сої майже в 2 рази.  $\alpha$ -ТФ найбільш ефективно зменшував ступень ОМБ в концентраціях 0,1 г/л та 0,5 г/л на 34,7% та 27,9% відповідно в гіпокотилі та на 27,8% і 21,8% в коренях, порівняно з рослинами пророщеними на сольовому середовищі та не обробленими ТФ. Вміст ОМБ був зменшений на 18,3% в сім'ядолях сої за умов дії сольового стресу. А обробка ТФ не призвела до вірогідних змін у вмісті КГ ОМБ в сім'ядолях порівняно з необробленою групою проростків сої пророщених на сольовому середовищі.

**Вплив сольового стресу та  $\alpha$ -Тос на вміст проліну.** Пролін відносять до так званих «стресових» амінокислот. Вміст проліну значно зростав в умовах засолення в сім'ядолях в 2,7 рази, в гіпокотилі в 1,74 рази, в коренях сої в 1,62 рази, порівняно з рослинами контрольної групи (табл. 3.3.3.3). Вміст проліну зростав поступово по мірі збільшення концентрації ТФ в усіх досліджуваних тканинах сої, яка пророщувалася на сольовому фоні. Найефективніше стимулював накопичення вільного проліну в проростках сої в умовах засолення ТФ в концентрації 1,0 г/л. Так, ТФ (1,0 г/л) збільшив вміст проліну в сім'ядолях сої в 1,6 рази, в гіпокотилі в 1,8 рази, в коренях в 2,15 рази, порівняно з рослинами пророщеними на сольовому середовищі та не обробленими ТФ.

Таблиця 3.3.3.3. Вміст проліну в сім'ядолях, гіпокотилах та коренях 10-денних рослин сої при застосуванні токоферолу та в умовах засолення

Солоність, мМ NaCl	$\alpha$ -Тос, г/л	Пролін, мкг·мг <sup>-1</sup> білок		
		сім'ядоля	гіпокотиль	коріння
0	0	0,3 4±0,02	0,7 0±0,06	0,9 3±0,10
100	0	0,8 2±0,06 <sup>a</sup>	1,2 2±0,10 <sup>a</sup>	1,5 1±0,08 <sup>a</sup>
100	0,01	0,9 5±0,05 <sup>a</sup>	1,4 3±0,09 <sup>a</sup>	1,7 1±0,11 <sup>a</sup>
100	0,10	1,2 6±0,06 <sup>ab</sup>	1,8 7±0,12 <sup>ab</sup>	2,0 4±0,14 <sup>ab</sup>
100	0,50	1,07 ±0,07 <sup>a</sup>	2,0 6±0,15 <sup>ab</sup>	2,6 8±0,18 <sup>ab</sup>
100	1.00	1,3 2±0,08 <sup>ab</sup>	2,1 6±0,14 <sup>ab</sup>	3,2 5±0,25 <sup>ab</sup>

**Вплив сольового стресу та  $\alpha$ -Тос на активність антиоксидантних ферментів.** Сольовий стрес пригнічував КАТ активність в сім'ядолях сої на 29,9%, на 25,3% в гіпокотилі та на 23,7% в коренях 10 денної сої (табл. 4). Екзогенний  $\alpha$ -ТФ в широкому діапазоні концентрацій стимулював активність каталази в досліджуваних тканинах за умов сольового стресу. Причому

відмічалось пряма залежність між КАТ активністю та концентрацією  $\alpha$ -ТФ. Каталазна активність максимально збільшувалась на 41% в гіпокотилі та на 41,2% в коренях сої під впливом ТФ (1,0 г/л), а в сім'ядолях КАТ активність зростала на 22,6% під впливом ТФ (0,1 г/л). Відмічено, що зростання КАТ активності прямо корелює зі зростанням концентрації ТФ.

АПО активність збільшувалась в 1,4 та 1,6 разів за дії сольового стресу в тканинах гіпокотилю та коренях сої відповідно (табл. 3.3.3.4). Тоді як, в сім'ядолях відбувалося незначне інгібування АПО активності на 11,5% за дії сольового стресу. Попередня обробка насіння сої ТФ підвищує аскорбатпероксидазну активність, перевищуючи її активність в гіпокотиліях сої на 5-29% та в коренях на 4-16% порівняно з показниками проростків, насіння яких знаходилося в умовах засолення. В сім'ядолях сої не зафіксовано істотних змін АПО активності за дії ТФ в умовах сольового середовища. ТФ в концентрації 0,5 г/л найбільш ефективно стимулював АПО активність в тканинах проростків сої.

Таблиця 3.3.3.4. Каталазна та аскорбатпероксидазна активність у сім'ядолях, гіпокотилах та коренях 10- денних рослин сої при застосуванні токоферолу та в умовах засолення

Солоність, мМ NaCl	$\alpha$ -Тос, г/л	КАТ, мкатал·мг <sup>-1</sup> білок			АРХ, $\mu$ моль·мг <sup>-1</sup> білка		
		сім'ядоля	гіпокотиль	коріння	сім'ядоля	гіпокотиль	коріння
0	0	64,3	232,0	185,4	0,26	0,42	0,51
		$\pm 0,8$	$\pm 2,3$	$\pm 2,0$	$\pm 0,03$	$\pm 0,03$	$\pm 0,04$
100	0	45,1	173,3	141,5	0,23	0,59	0,82
		$\pm 0,2^a$	$\pm 2,2^a$	$\pm 3,2^a$	$\pm 0,02^a$	$\pm 0,03^a$	$\pm 0,03^a$
100	0,01	43,1	192,2	149,6	0,24	0,65	0,87
		$\pm 0,4^a$	$\pm 2,5^{ab}$	$\pm 1,8^a$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03^{ab}$	$\pm 0,04^{ab}$
100	0,10	55,3	225,4	167,4	0,21	0,70	0,93
		$\pm 0,4^{ab}$	$\pm 2,0^{ab}$	$\pm 1,7^{ab}$	$\pm 0,01^a$	$\pm 0,04^{ab}$	$\pm 0,03^{ab}$
100	0,50	52,7	231,7	180,0	0,23	0,76	0,95
		$\pm 0,5^{ab}$	$\pm 1,9^b$	$\pm 1,8^b$	$\pm 0,02^a$	$\pm 0,03^{ab}$	$\pm 0,04^{ab}$
100	1,00	48,5	244,4	199,8	0,20	0,62	0,85
		$\pm 0,3^a$	$\pm 2,7^{ab}$	$\pm 3,0^{ab}$	$\pm 0,01^a$	$\pm 0,02^a$	$\pm 0,03^a$

### ВИСНОВКИ.

1. Це дослідження показало, що додавання  $\alpha$ -Тос підвищило толерантність до засолення у проростків сої (*Glycine max* L.). Проростання та ріст рослин сої зазнавало значного впливу сольового стресу.
2. Засолення індукувало перекисне окислення ліпідів, окислювальну модифікацію білків у проростках сої та відповідне зростання вмісту осмолітів та зміну активності КАТ та АПО.
3. Застосування  $\alpha$ -Тос (0,1 та 0,5 г / л) в умовах сольового стресу значно підвищило швидкість проростання та ріст сої за рахунок зниження вмісту ТВКАП та ступеня окислювальної модифікації білків, сильного накопичення проліну, активація антиоксидантних ферментів КАТ та АПО в органах проростків сої.
4. Застосування  $\alpha$ -Тос може бути перспективним та екологічним підходом до оптимізації виробництва бобових культур в умовах частково засолених ґрунтів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. . Волощук В. М., Бойченко С. Г., Степаненко С. М., Бортник С. Ю., Шищенко П. Г. Глобальне потепління і клімат України: регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти. К., 2002. 117 с.
2. . Врублевська О. О., Катеруша Г. Л., Гончарова Л. Д. Кліматологія. Підручник. Одеса: Екологія, 2013. 344 с.
3. . Гудзь В. П. Адаптивні системи землеробства. К., 2007. 308 с.
4. . Землеробство: підручник. К.: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
5. . Калитка В.В., Кліпакова Ю.О., Золотухіна З.В. Вплив регулятора росту рослин та різнокомпонентних протруйників на проростання насіння пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.). *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Агронія*. 2016. № 235. С. 24-33.
6. . Крикунов В. Г. Ґрунти і їх родючість: підручник. К.: Вища школа, 1993. 287 с.
7. . Мищенко З. А., Кирнасовская Н. В. Агроклиматические ресурсы Украины и урожай. [монографія] Одесса: Екологія, 2011. 296 с.
8. . Міщенко З. А., Ляшенко Г. В. Мікрокліматологія: навчальний посібник. Одеса, 2007. 334 с.
9. . Назаренко І. І. Ґрунтознавство з основами геології. Чернівці: Книги–ХХІ, 2006. 344 с.
10. Панас Р. М. Ґрунтознавство. Львів: Новий світ, 2010. 371 с.
11. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004, 2005. 20с.
12. Смаглій О. Ф., Кардашов А. Т., Литвак П. В. Агроекологія. К.: Вища освіта, 2006. 662 с.
13. Український гідрометеорологічний центр. Режим доступу: [www.meteo.gov.ua](http://www.meteo.gov.ua)
14. Ушкаренко В. О., Нікіщенко В. Л., Голобородько С. П., Коковіхін С. В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: навчальний посібник. Херсон: Айлант, 2008. 372 с.
15. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні. 2025. Міністерство аграрної політики та продовольства України. URL: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
16. Литун П. П., Кириченко В. В., Петренкова В. П., Коломацкая В. Р. Адаптивная селекция. Теория и технология на современном этапе: [монографія]. Х.: Магда LTD, 2007. 264 с.
17. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні / за ред. С.О. Ткачик, О.І. Присяжнюк, Н. В. Лещук/ 4-те вид., випр. і доп. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 119 с.
18. Тимощук Т.М., Чайка О.В., Ничипорук В.В., Орищук О.С., Ничипорук О.О. Сорт як фактор формування стійких агроценозів жита озимого. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. «Агронія і біологія»*. 2013. Вип. 3 (25). С. 218–221.

19. Топчій О. В., Смульська І. В., Житомирець О. С., Присяжнюк Л. М., Гринів С. М., Михайлик С. М., Кулик Т. Є. Урожайність та якість зерна нових сортів жита посівного озимого (*Secale cereale* L.) у різних ґрунтово-кліматичних зонах України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2024. Т. 20, № 2. С. 120–126. DOI: <https://doi.org/10.21498/2518-1017.20.2.2024.304100>
20. Цупенко М. Ф. Справочник агронома по метеорології. К.: Урожай, 1990. 240 с.
21. Ярошенко С.С. Вплив протруйників насіння на продуктивність пшениці озимої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2012. №2. С. 137-140.
22. Aksyonov, I. (2007). Effect of cultivation measures on index of photosynthesis and yield of sunflower. *Helia*, 30 (47), 79-86. <https://doi:10.2298/HEL0747079A>
23. Aksyonov, I. (2010). Use of minimum tillage in sunflower crowing under steppe conditions of southern Ukraine. *Helia*, 33 (3), 221-227. <https://doi:10.2298/HEL1053221A>
24. Ali, E., Hussain, S., Hussain, N., Kakar, K. U., Shah, J. M., Zaidi, S. H. R., ... & Imtiaz, M. (2022). Tocopherol as plant protector: An overview of Tocopherol biosynthesis enzymes and their role as antioxidant and signaling molecules. *Acta Physiologiae Plantarum*, 44(2), 20. doi:10.1007/s11738-021-03350-x
25. Alnusairi, G. S. (2022). Improved salt tolerance by  $\alpha$ -tocopherol in soybean involves up-regulation of ascorbate-glutathione cycle and secondary metabolites. *Journal of Applied Botany & Food Quality*, 95, 31-42. doi:10.5073/JABFQ.2022.095.005
26. Badr, E. A. E., Sadak, M. S., Bakhoun, G. S., & Khedr, H. H. A. (2021). Physiological response of sweet corn (*Zea mays* L.) grown under sandy soil to  $\alpha$ -tocopherol treatments and different irrigation systems. *Bulletin of the National Research Centre*, 45, 1-10. doi:10.1186/s42269-020-00465-y
27. Cordea, M. I., & Borsai, O. (2021). Salt and Water Stress Responses in Plants. *Plant Stress Physiology-Perspectives in Agriculture*. IntechOpen. 1-22. doi:10.5772/intechopen.101072
28. El-Bially, M. E., Saady, H. S., El-Metwally, I. M., Shahin, M. G. (2022). Sunflower response to application of L-ascorbate under thermal stress associated with different sowing dates. *Gesunde Pflanzen*. 74 (1), 87–96. <https://doi:10.1007/s10343-021-00590-2>
29. Ghafoor A.Z., Karim H., Studnicki M., Raza A., Javed H.H., Asghar M.A. Climate change and rye (*Secale cereal* L.) production: Challenges, opportunities and adaptations. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2024. Vol. 210 (4). P. e12725. DOI: <https://doi.org/10.1111/jac.12725>
30. Ivanova, I., Serdyuk, M., Malkina, V., Tymoshchuk, T., Shkinder-Barmina, A. Assessment of the Influence of Weather Factors on the Quantitative Indicators of Sweet Cherry Fruits by Ridge Regression. *Scientific Horizons*, 2022, 25(5), 60–73 p. DOI: 10.48077/scihor.25(5).2022.60-73
31. Kolesnikov M.O. (2014). The influence of tocopherol on adaptive state and biological productivity formation of pea (*Pisum sativum* L.). *The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series biology*, 1129(23), 129-137. [in Ukrainian]

32. Kolesnikov, M., Paschenko, Y., Ninova, H., Kapinos, M., & Kolesnikova, A. (2019). Effect of Preparations Methyure (6-Methyl-2-Mercapto-4-Hydroxypyrimidine) on Corn (*Zea Mays* L.) Biological Productivity Under Saline Soil Conditions. In *Modern Development Paths of Agricultural Production*, 719-728. Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-030-14918-5\_70
33. Kostrzewska M.K., Jastrzębska M. Hybrid Cultivar and Crop Protection to Support Winter Rye Yield in Continuous Cropping. *Agriculture*. 2025. Vol. 15(13). P. 1368. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture15131368>
34. Kumar, A. (2017). Germination behaviour of soybean varieties under different salinity stress. *Int J Appl Agric Res.*, 12(3), 69-76.
35. Mostafa, H., Afify, M.T. Influence of water stress on engineering characteristics and oil content of sunflower seeds. *Sci Rep* 12, 12418 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16271-7>
36. *National standard of Ukraine. Seeds of agricultural plants. Methods for seed testing* [National standard of Ukraine]. (2004). DSTU 4138: 2002 from 28<sup>st</sup> December 2002. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy [in Ukrainian]. <http://uas.org.ua>
37. Polyakov, O., & Shcherbak, A. (2022). Sunflower productivity under the influence of mineral fertilizers and growth regulators. *Scientific & Technical Bulletin of the Institute of Oilseed Crops NAAS*, (33). DOI: 10.36710/IOC-2022-33-11

## СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### *Список публікацій за розділом 3.1.*

1. Кенєва В., Білоусова З., Кліпакова Ю. Динаміка формування площі листової поверхні рослинами пшениці озимої залежно від позакореневої обробки. *Матеріали тез IV Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*, квітень 2021 року. Науково-методичний центр ВФПО. Київ, 2021. С. 159 – 161.
2. Кенєва В., Білоусова З., Кліпакова Ю. Урожайність та якість зерна різних сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Матеріали тез IX Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів. Селекція, генетика та технології вирощування с.г. культур*. 23.04.2021, с. Центральне. С. 54
3. Кенєва В.А., Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О. Вплив позакореневої обробки рослин на вміст фотосинтетичних пігментів у листках пшениці озимої. *Матеріали тез III міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора В.В. Калитки «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату»*, 26 травня 2021 року. Мелітополь, ТДАТУ, 2021
4. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Коротка І.О., Кенєва В.А. Вплив передпосівної обробки насіння різнокомпонентними протруйниками на стан пігментного комплексу пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Агробіологія*. 2021. №1. С. 59 – 67.

5. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив концентрації протруйника на розвиток проростків пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 47 – 52.
6. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив строків та способу внесення добрив на формування продуктивності рослин пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2021. № 120. С. 53 – 60.
7. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А. Функціонування асиміляційного апарату рослин пшениці озимої залежно від строків та способу внесення добрив. *Зрошуване землеробство*. 2021. №76. С. 30– 35.
8. Кліпакова Ю.О., Білоусова З.В., Кенєва В.А., Коротка І.О. Вплив системи живлення на урожайність та якість зерна пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2021. № 8. С. 41 – 46.
9. Кенєва В.А., Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О. Особливості роботи пігментного комплексу рослин пшениці озимої залежно від способу внесення добрив. *Рослинництво і ґрунтознавство*. 2021. Т. 12. № 3. С. 7 – 16.
10. Білоусова З.В., Кліпакова Ю.О., Кенєва В.А. Вплив допосівної обробки насіння на активацію первинних ростових процесів у рослинах пшениці озимої. *Аграрні інновації*. 2022. №15. С. 15-21.
11. Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив системи мінерального живлення на роботу листового апарату рослин пшениці озимої. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2022, №3. С. 9-15.
12. Білоусова З.В. Вплив умов вирощування на показники якості зерна пшениці озимої. *Інноваційні технології у рослинництві: проблеми та їх вирішення*. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 100-річчю від дня заснування агрономічного факультету (2-3 червня 2022 р., м. Житомир). Житомир: Поліський національний університет, 2022.
13. Білоусова З.В., Кенєва В.А. Вплив системи живлення на хімічний склад рослин пшениці озимої. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним річницям професорів О.М. Можейка, В. В. Милого, Ю. В. Будьонного, І. І. Назаренка, 29–30 листопада 2022 р. Харків: ДБТУ, 2022. С. 48-50.
14. Білоусова З.В. Особливості формування продуктивності рослин пшениці озимої залежно від норми висіву. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва*. Матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої ювілейним річницям професорів О. М. Можейка, В. В. Милого, Ю. В. Будьонного, І.І. Назаренка, 29–30 листопада 2022 р. Харків: ДБТУ, 2022. С. 50-52.
15. Белоусова З., Кенєва В. Влияние элементов системы удобрения на химический состав зерна пшеницы озимой. *“Aqrar sektorda innovativ texnologiyaların inkişaf perspektivləri”* Матеріали міжнародної наукової конференції, 23 грудня 2022 р. Ленкорань, 2022. С. 168-169.

16. Білоусова З. Продуктивність пшениці озимої залежно від впливу попередників в умовах Південного Степу України. *Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції* (м. Запоріжжя, 8 листопада 2023 р.). Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 11-13.
17. Тимошук Т. М., Лебединський В. О., Юрчук В. В., Колодяженський В. В. Продуктивність сучасних сортів пшениці озимої. *Ефективність агротехнологій в зоні Полісся України: матеріали IV Всеукр. наук.-практ. конф.* (13-14 листопада 2024 р.) м. Житомир. 2024. С. 103-105.
18. Тимошук Т. М., Давидов Д. В., Громнадзький О. М. Сортівні ресурси пшениці м'якої озимої в Україні. *100-річчя формування національних сортів рослинних ресурсів України: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції* (29 вересня 2023 р., м. Київ) / Мінагрополітики, Український інститут експертизи сортів рослин. 2023. С. 113–114.
19. Тимошук Т., Давидов Д., Арцюх Я., Дереча І. Дослідження ефективності біопрепаратів у технології захисту пшениці озимої. *Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій: матеріали XXV Міжнародного науково-практичного форуму*, 02–04 жовтня 2024 р. [Електронний ресурс]. Львів: ЛНУП, 2024. С. 293-295.
20. Тимошук Т.М., Давидов Д. В. Ефективність елементів біологізації технології вирощування пшениці в контексті реалізації цілей Європейської Зеленої Угоди. *Органічне виробництво і продовольча безпека: цифрові технології та інновації* : Збірник пр. XII Міжнар. наук.-практ. конф. (15-16 травня 2025 року). Житомир: Поліський національний університет, 2025. С. 84–87.
21. Давидов Д.В., Тимошук Т.М. Регуляція стресостійкості пшениці озимої за дії біопрепаратів у контексті сталого розвитку. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025, Вип. 1 (115), С. 100–108.
22. Тимошук Т. М., Грицюк Н. В., Гурманчук О. В., Власюк А.В., Власюк О. А. Адаптивний потенціал і продуктивність сортів та гібридів жита озимого в контексті сталих агротехнологій. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025, Вип. 4 (18)
23. Лісогурська Д., Тимошук Т., Фурман С., Лісогурська О. Цифрові технології в агросекторі: роль ШІ у забезпеченні сталості та принципів One Health. *Органічне виробництво і продовольча безпека: цифрові технології та інновації* : Збірник пр. XII Міжнар. наук.-практ. конф. (15-16 травня 2025 року). Житомир: Поліський національний університет, 2025. С. 110–111.
24. Мойсієнко В.В., Тимошук Т.М., Назарчук О.П., Дяков Т.В. Оптимізація елементів технології вирощування гібридного жита в умовах Полісся. *Вісник ПДАА*. 2021. № 3. С. 67–74. doi: 10.31210/visnyk2021.03.08

### **Список публікацій за розділом 3.2.**

1. Єременко О., Онищенко О. Динаміка змін біометричних показників на рослинах соняшнику в умовах Південного Степу України залежно від

- основного обробітку ґрунту та застосування регулятора росту. *Збірник тез IV Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти»*, квітень 2021 року. Науково-методичний центр ВФПО. – Київ, 2021. – С. 75-77.
2. Федосова А.О. Вміст олії в насінні сафлору красильного залежно від сорту та застосування регулятора росту рослин. *Матеріали тез III Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 75-річчя від дня народження професора В.В. Калитки «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату»*, 26 травня 2021 року. Мелітополь, ТДАТУ, 2021.
  3. Веренчук А.О., Єременко О.А. Формування врожаю гібридів соняшнику зарубіжної селекції в посушливих умовах Південного Степу України. *Матеріали тез III Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 75-річчя від дня народження професора В.В. Калитки «Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату»*, 26 травня 2021 року. Мелітополь, ТДАТУ, 2021.
  4. Розова Л.В., Покопцева Л.А. Оцінка сортів озимого ріпаку за різних попередників в умовах Південного Степу України. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора В.В. Калитки «ІННОВАЦІЙНІ АГРОТЕХНОЛОГІЇ ЗА УМОВ ЗМІНИ КЛІМАТУ»*. ТДАТУ. 26 травня 2021 р.
  5. Покопцева Л. А. Продуктивність соняшнику гібриду Каменяр за передпосівної обробки насіння у Степу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва [Електронний ресурс] : матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., присв. ювілейним річницям проф. О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка, 29–30 листопада 2022 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Електрон. дані. – Харків, 2022. С. – 317.*
  6. Pokoptseva Liubov, Onyshchenko Olha. Photosynthetic activity of sunflower under the effect of a plant growth regulator in the steppe zone of Ukraine. *Konfrans materialları Lənkəran Dövlət Universtetinin mətbəəsində çap olunmuşdur*. Lənkəran, 23 dekabr 2022-ci il. S.157 – 158.
  7. Онищенко О.В., Старостенко С. Динаміка формування площі листової поверхні соняшнику залежно від обробки регулятором росту «АКМ» з додаванням кальцію у зоні Південного Степу України. *Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Запоріжжя, 8 листопада 2023 р.) / ТДАТУ; ред. кол. С. В. Кюрчев, А.І. Панченко [та ін.]. Запоріжжя : ТДАТУ, 2023. С.22 – 25.*
  8. Покопцева Л.А., Зоря М.В. Формування продуктивності соняшнику у Південному Степу України за дії передпосівної обробки. *Актуальні питання виробництва продукції рослинництва та садівництва: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (Запоріжжя, 8 листопада 2023 р.) / ТДАТУ; ред. кол. С. В. Кюрчев, А.І. Панченко [та ін.]. Запоріжжя : ТДАТУ, 2023. С.25 – 28.*

9. Покопцева Л.А., Онищенко О.В., Гамаюнова В.В., Герасько Т.В., Зоря М.В. Посівні властивості насіння соняшнику гібриду *Talento* за дії модифікованого регулятора росту рослин. *Наукові горизонти*. Т.27. № 8. 2024.
10. Igor Aksyonov. Evaluation of genetic purity of parental lines and hybrids of sunflower. *Bulgarian Journal of Crop Science*. 2024. Volume 61, N 5. P. 44-53.
11. Igor Aksyonov, Marina Kotchenko. (2024). Physiological features of yield formation of sunflower breeding samples in arid conditions of the Ukrainian steppe. *7<sup>th</sup> International Anatolian Agriculture, Food, Environment and Biology Congress*. – TARGID. – P. 251-255.
12. Покопцева Л.А., Каназирський Д.Є. Динаміка якості насіння соняшнику при тривалому зберіганні. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* [Електронний ресурс] : матеріали VIII Міжнар. наук.-практ. конф., 29 листопада 2024 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. – Електрон. дані. – Харків, 2024. С. 233 – 235.
13. Igor Aksyonov, Marina Kotchenko. Physiological features of yield formation of sunflower breeding samples in arid conditions of the Ukrainian Steppe. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2024. 12(s1). P. 2134-2139. DOI:<https://doi.org/10.24925/turjaf.v12is1.2134-2139.7156>
14. Igor Aksyonov. Growing Parental Lines of Sunflower under Group Isolators // *Journal of Basic & Applied Sciences*. 2025. 21. P. 77-87. DOI: <https://doi.org/10.29169/1927-5129.2025.21.09>
15. Aksyonov I. B., S. M. Shevchenko, K. V. Kolesnykova, H. O. Yevtushenko, V. B. Barboy. Method of evaluation, selection, and creation of new initial material in sunflower breeding. *Agrology*, 2025, 8(2), 73-77. doi: 10.32819/202510

### **Список публікацій за розділом 3.3.**

1. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Продукційний процес гороху посівного (*Pisum sativum* L.) за дії Ризогуміну та біостимуляторів в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць «Агробіологія»*, 2022. № 1. С. 24–35. doi: 10.33245/2310-9270-2022-171-1-24-35
2. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Вплив комплексних стимуляторів росту на формування фотосинтетичного апарату посівів гороху посівного в умовах південного степу України. *Наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва* [Електронний ресурс]: матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф., присв. ювілейним річницям проф. О.М. Можейка, В.В. Милого, Ю.В. Будьонного, І.І. Назаренка, 29–30 листопада 2022 р. / Держ. біотехнологічний ун-т. Харків, 2022. С. 151-153.
3. Токарев О.О., Радюк Ю.В. Вплив комплексних стимуляторів росту на формування бобово-різобіального симбіозу гороху посівного в умовах Південного Степу України. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції магістрантів і молодих вчених «НАУКОВІ ПОШУКИ МОЛОДІ У XXI СТОЛІТТІ»*. Інноваційні технології в агрономії, землеустрої та садово-парковому господарстві (м. Біла Церква, БЦНАУ, 17 листопада 2022 року). С. 3-4.

4. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Вплив органічних біостимуляторів на продукційний процес посівів гороху в аридних умовах півдня України. *Інноваційні агротехнології за умов зміни клімату: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції з нагоди 75-ти річчя від дня народження професора В.В. Калитки* (Мелітополь, 26 травня 2021 року). С. 52-54.
5. Колесніков М.О., Пономаренко С.П., Пащенко Ю.П. Вплив біостимуляторів та мікробіологічного препарату на продукційний процес гороху посівного (*Pisum Sativum* L.) в умовах сухого Степу України. *Agrobiology*, 2020. №1. С. 57-66.
6. Kolesnikov, M., Tymoshchuk, T., Moisiienko, V., Vyshnivskiy, P., & Rudenko, Yu. (2024). Formation of the photoassimilation apparatus of pea (*Pisum sativum* L.) crops under biostimulants in arid conditions of the Southern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*, 27(4), 76-85. doi: 10.48077/scihor4.2024.76.
7. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Вплив біостимуляторів на формування фотоасиміляційного апарату *Pisum sativum* L. в умовах Південного Степу України. *Органічне виробництво і продовольча безпека. Збірник праць учасників XI Міжнародної науково-практичної конференції*, (23-24 травня 2024 року). Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 109-111.
8. Пащенко Ю.П., Колесніков М.О., Білоусова З.В. Формування бобово-різобіального симбіозу гороху посівного за дії комплексних стимуляторів росту. *Органічне виробництво і продовольча безпека. Збірник праць учасників XI Міжнародної науково-практичної конференції*, (23-24 травня 2024 року). Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 124-126.
9. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Врожайність гороху посівного під впливом комплексних стимуляторів росту в умовах Південного Степу України. *Проблеми виробництва і переробки продовольчої сировини та якості і безпечності харчових продуктів: Збірник матеріалів VI Міжнародної науково-практичної конференції*, (6-7 червня 2024 року). Житомир: Поліський національний університет. 2024. С. 78-80.
10. Савельєва Н.В., Колесніков М.О., Нежнова Н.Г. Аналіз елементів структури врожаю сортів ячменю ярого при вирощуванні в умовах Південного степу України. *«Наукові пошуки молоді у XXI столітті. Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції магістрантів і молодих дослідників*, 30 жовтня 2024 року. Біла Церква: БНАУ. С. 31-33.
11. Лихошерст М.Ю., Колесніков М.О. Вплив антистресантів на врожайність сої в умовах Правобережного Лісостепу України. *«Наукові пошуки молоді у XXI столітті. Інноваційні технології в агрономії, землеустрої, лісовому та садово-парковому господарстві»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції магістрантів і молодих дослідників*, 30 жовтня 2024 року. Біла Церква: БНАУ. С. 33-35.
12. Колесніков М.О., Лихошерст М.Ю. Досвід підвищення врожайності сої під впливом антистресових препаратів в зоні лісостепу України. *Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Поліські наукові*

- читання – 2024». (27–29 листопада 2024 р., м. Чернігів). Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т.Г. Шевченка. 2024. С.
13. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Вплив препарату на основі токоферолу на врожайність сої в умовах степової зони України. *Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології в рослинництві»*. (27–28 листопада 2024 року, м. Харків). Харків. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. 2024. С.
  14. Лихошерст М.Ю., Колесніков М.О. Врожайність сої за дії антистресових препаратів в умовах правобережного лісостепу України. *Матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології в рослинництві»*. (27–28 листопада 2024 року, м. Харків). Харків. Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН. 2024. С.
  15. Kolesnikov M.O., Paschenko Yu.P. Physiological and biochemical responses of soybean seedlings (*Glycine max* L.) to  $\alpha$ -tocopherol treatment under salt stress. *Studia biologica*. 2024, V.18, №4. P. 61–78. <https://doi.org/10.30970/sbi.1804.794>
  16. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Вплив препарату на основі токоферолу на врожайність сої в умовах степової зони України. *Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції*, (6 грудня 2024 р., Ломжа – Миколаїв). Видавництво: MANS w Łomży, 2025. С. 57-59. <https://doi.org/10.58246/SREC7881>
  17. Кирилюк В.П., Тимошук Т.М., Колесніков М.О., Мойсієнко В.В., Плотницька Н.М. Оптимізація водного режиму посівів сої залежно від систем обробітку ґрунту та удобрення для сталого агровиробництва. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2025. Вип. 1(15), С. 82-91. <https://doi.org/10.54651/agri.2025.01.10>
  18. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Вплив токоферолу на проростання сої (*Glycine max* L.) в умовах сольового стресу. *Інноваційні технології у рослинництві: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції до 115-ої річниці з дня народження доктора с.-г. наук, професора, член-кор. НАН України, Заслуженого діяча науки України Кияка Г.С., 30 квітня 2025 р.* [Електронний ресурс]. Львів-Дубляни: Львівський НУВМБ ім. С.З. Гжицького. Північний кампус, С. 68-70. (<https://repository.lnup.edu.ua/jspui/handle/123456789/2477>)
  19. Лихошерст М.Ю., Колесніков М.О. Врожайність сої під впливом препаратів антистресової дії в умовах Лісостепу України. *Інноваційні технології у рослинництві: матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції до 115-ої річниці з дня народження доктора с.-г. наук, професора, член-кор. НАН України, Заслуженого діяча науки України Кияка Г.С., 30 квітня 2025 р.* [Електронний ресурс]. Львів-Дубляни: Львівський НУВМБ ім. С.З. Гжицького. Північний кампус. С. 71-72. (<https://repository.lnup.edu.ua/jspui/handle/123456789/2477>)
  20. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Маркер стійкості сої за дії токоферолу в умовах засолення. *«Органічне виробництво і продовольча безпека: Цифрові технології та інновації»*. Збірник праць учасників XII Міжнародної науково-практичної конференції (15-16 травня 2025 р.). Житомир: Поліський

національний університет, 2025. С. 99-101.  
([http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/17011/3/OPFSDTI\\_2025\\_186.pdf](http://ir.polissiauniver.edu.ua/bitstream/123456789/17011/3/OPFSDTI_2025_186.pdf))

21. Колесніков М.О., Пащенко Ю.П. Врожайність гороху посівного за дії препаратів на основі токоферолу. *Адаптація агровиробництва до змін клімату та ґрунтової родючості. Збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції*, (9 жовтня 2025 р.), Миколаївська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН України, 2025. С. 142-145. [doi.org/10.32782/10-15-10-2025](https://doi.org/10.32782/10-15-10-2025).