

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА УСТАНОВА ІНСТИТУТ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ДЕРЕВЕНЕЦЬ–ШЕВЧЕНКО КАТЕРИНА АНАТОЛІЇВНА

УДК 633.15:631.5 (251.1–17:477)

ДИСЕРТАЦІЯ

**НАУКОВЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСУ
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ
ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ В УМОВАХ
ПІВНІЧНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.09 – рослинництво

(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня
доктора сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ К. А. Деревенець–Шевченко

Науковий консультант: **Шевченко Михайло Семенович**,
доктор сільськогосподарських наук,
професор

Дніпро – 2026

АНОТАЦІЯ

Деревенець–Шевченко К. А. Наукове обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Північного Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». – Державна установа Інститут зернових культур НААН України, м. Дніпро, 2026.

У дисертаційній роботі теоретично обґрунтовано і експериментально визначено вплив основних агротехнічних прийомів на рівень продуктивності кукурудзи; встановлено особливості формування шкодочинного комплексу при мінімізації обробітку ґрунту, особливо, за наявності післяжнивних решток попередника; встановлено морфометричні відмінності рослин за різних прийомів агротехніки.

Удосконалено контролювання шкодочинності фітопатогенів і фітофагів в умовах трансформації видового складу при вирощуванні кукурудзи в агротехнологіях.

Набули подальшого розвитку наукові положення та базова інформація щодо прийомів основного обробітку ґрунту, системи удобрення і оптимізації захисту кукурудзи від шкодочинних організмів з метою покращення фітосанітарного стану посівів.

Дослідження проведено особисто автором в Державній установі Інститут зернових культур НААН України в 2012–2024 рр.

Наукова новизна одержаних результатів досліджень полягає у тому, що *вперше* в Україні:

– встановлено закономірності впливу елементів агротехніки (підбір гібрида кукурудзи, строки сівби і збирання врожаю, мінімізація обробітку

грунту, внесення добрив та передпосівне протруювання насіння) на формування шкодочинного комплексу кукурудзи в Північному Степу України;

- проаналізовано роль маси рослинних решток пшениці озимої як попередника кукурудзи, які були добрим живильним субстратом для патогенних мікроорганізмів та оцінки потенціалу фітосанітарної небезпеки;

- визначено вплив мінеральних добрив на продуктивність кукурудзи та ефективність від їх застосування на формування шкодочинного комплексу;

- встановлена особливість трансформації складу шкодочинних об'єктів (хвороб, шкідників, бур'янів) залежно від агротехнологічного комплексу при вирощуванні кукурудзи.

Наукове і практичне значення. Одержані результати досліджень мають фундаментальне і прикладне значення в галузі рослинництва, землеробства та захисту рослин кукурудзи від шкодочинних організмів, складання коротко– або довгострокових прогнозів фітосанітарного стану посівів в Дніпропетровській області (зона Степу України).

Наукові положення дисертації розкривають закономірності впливу сучасних агротехнологій на формування комплексу шкодочинних організмів та бур'янового ценозу кукурудзи в Північному Степу України, що дає можливість оцінити економічні та біологічні ризики і доцільність використання різних агротехнологій вирощування кукурудзи.

Практична цінність роботи полягає в розробці і рекомендації виробництву нових високоефективних прийомів регулювання шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи і ефективних енергозберігаючих агротехнологічних прийомів.

Виробничі випробування та впровадження розроблених прийомів агротехніки проведені в ДП Дослідне господарство «Дніпро» ДУ Інститут зернових культур НААН України, Дніпропетровської ДС Інституту овочівництва і баштанництва НААН України, рекомендовані для впровадження ГУ Держпродспоживслужбою Дніпропетровської області в господарствах різних форм власності та спеціалізації сільськогосподарського виробництва

Дніпропетровської області та широке використання завершених наукових розробок в навчальній діяльності закладів вищої та професійної освіти.

Завдяки агротехнологічній оптимізації досягнуто суттєве покращення фітосанітарної ситуації при насиченості посівних площ кукурудзою, підвищення ефективності протруйників насіння кукурудзи, оптимізацію умов формування агроценозу кукурудзи, підвищення польової схожості насіння на 12–15 %.

Визначено особливості формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи при впровадженні агротехнологічних прийомів, розроблено ефективні заходи контролювання фітосанітарної ситуації в системі мульчованого (солома) обробітку ґрунту, що гарантує приріст врожайності від передпосівного протруювання насіння в середньому на 0,10–0,18 т/га; від застосування добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – на 0,9–1,1 т/га та отримання додаткового прибутку у межах 250–1100 грн/га.

Комплекс агроприйомів в зоні Північного Степу України забезпечив середню урожайність зерна кукурудзи 5–7 т/га, підтримання рентабельності виробництва на рівні 112–178 % та одержання чистого прибутку в межах 12–16 тис. грн/га.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на засіданнях науково–методичної ради та Вченій раді Державної установи Інститут зернових культур НААН України, а також наукових симпозіумах, семінарах і конференціях різного рівня: Міжнародній науково–практичній конференції «Фітосанітарна безпека та біоекологія застосування пестицидів» (Чернівці–Бояни, 2010); The Nato Science for Peace and Security Programme: Program and Abstracts» (Dnipro, 2011); Міжнародній науково–практичній конференції «Аграрна наука та практика на сучасному етапі розвитку: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення» (Львів, 2012); Всеукраїнській науково–практичній конференції «Стратегії та практика розвитку агропромислового комплексу України» (Одеса, 2012); Міжнародній науково–практичній конференції «Аграрна наука та освіта

на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу» (Львів, 2012); International Symposium ISB-INMA TECH (Bucharest, 2018); Всеукраїнській науково–практичній конференції присвяченій 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії «Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення» (Полтава, 2018); Всеукраїнській дистанційній науково–практичній конференції «Сучасні тенденції в сільському господарстві» (Полтава, 2020); Всеукраїнській науково–практичній конференції здобувачів, молодих учених та спеціалістів (Харків, 2021); Міжнародній науковій конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН України Валентина Сергійовича Цикова «Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення» (Дніпро, 2023); 5th International scientific and practical conference «Current challenges of science and education» (Germany, Berlin, 2024); Міжнародній науково–практичній конференції до 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування с.–г. культур» (Дніпро, 2023); Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша (Дніпро, 2024); Наукові основи адаптивного землеробства: Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Федора Трохимовича Моргуна, 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (Дніпро, 2024); Матеріали VIII Міжнародної науково–практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» до 90–річчя Агрономічного факультету

Дніпровського державного аграрно–економічного університету (1934–2024 рр.) (Дніпро, 2024).

Основні результати досліджень.

У **вступі** наведено актуальність теми; зв'язок роботи з науковими планами, програмами та темами; мета та завдання досліджень; методи досліджень; особистий внесок здобувача; апробація результатів; публікації; обсяг та структура дисертації.

У **першому** розділі проаналізовано і узагальнено результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених щодо сучасних тенденцій вирощування кукурудзи, стану та перспектив досліджень, агроекологічних умов та регіональних особливостей вирощування кукурудзи. Проаналізовано сучасні агрономічні практики та технологічні інновації, світовий досвід вирощування кукурудзи. Зокрема, висвітлено екологічні аспекти при впровадженні інтенсивних систем хімічного захисту посівів від шкочинного комплексу в Україні і в світі.

У **другому** розділі проводиться аналіз ґрунтово–кліматичних умов проведення дослідження за темою дисертаційної роботи. Визначено, що ґрунтово–кліматичні умови дослідних ділянок мають характерні особливості для степової зони України та придатні для вирощування кукурудзи і для отримання врожаю високоякісного зерна. Агrometeorологічні умови протягом проведення досліджень відрізнялись за своїм різноманіттям, що дозволило всебічно оцінити вплив різних агротехнологічних прийомів на формування шкочинного комплексу в посівах кукурудзи. Польові досліді проводили згідно із загальноприйнятими в агрономічних дослідженнях методиками.

У **третьому** розділі наведено сучасні агротехнології та їх вплив на особливості трансформації видового складу шкочинного комплексу в посівах кукурудзи.

Сезонне ущільнення орного шару ґрунту з 1,14 до 1,31–1,37 г/см³ погіршує аерацію, знижує розгалуження коренів кукурудзи і підвищує уразливість рослин до хвороб. Водний режим визначає фітосанітарну динаміку:

запаси вологи у профілі зменшуються з 170–193 мм до 21–27 мм, спричиняючи стрес і зміну видового складу бур'янів.

Передпосівне протруювання насіння баковими сумішами фунгіцидів та інсектицидів (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS 7 л/т) ефективно зменшує ураженість та пошкодженість проростків кукурудзи шкочинним комплексом.

Найкращі фітосанітарні умови забезпечує полицевий обробіток ґрунту на 25–27 см з передпосівним протруюванням насіння кукурудзи, що сприяє підвищенню польової схожості (на 3,4–13,6 %) і зниженню ураженості сходів ґрунтовими шкочинними організмами.

У **четвертому** розділі досліджено ефективність агротехнологічних прийомів на фоні мінерального живлення в посівах кукурудзи та особливості формування шкочинного комплексу.

Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ створює оптимальні умови для росту кукурудзи, сприяючи формуванню потужних генеративних органів і знижуючи ураження та пошкодження шкочинними об'єктами на 20–30 %.

Найкращі фітосанітарні умови формувались за застосування комплексу агротехнологічних прийомів: чизельного або полицевого обробітку ґрунту, внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, де відсоток пошкоджених та уражених рослин кукурудзи зменшувався на 15–25 %.

Внесення мінерального живлення забезпечувало високу польову схожість насіння кукурудзи, особливо за полицевої оранки (25–27 см) і передпосівного протруювання (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS 7 л/т) – 91,8 %.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи підвищувало польову схожість у середньому на 4–8 % за рахунок зниження відсотка ураженості хворобами та пошкодженості шкідниками. За зменшення глибини розпушування ґрунту або нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння відбувалось зростання ураженості проростків кукурудзи фітопатогенами і пошкодженості фітофагами на 8–11 %.

Оранка забезпечувала створювання безпечного фітосанітарного стану посівів і найсприятливіші умови для росту рослин кукурудзи. Агротехнологічний комплекс, який включав внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) і передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS 7 л/т) забезпечували стабільність фітосанітарного стану посівів навіть за мінімальних способів обробітку ґрунту.

У п'ятому розділі наведено агротехнічні прийоми в регулюванні шкодочинних організмів, такі як підбір гібрида, оптимізація строків сівби і збирання врожаю, як головних чинників формування продуктивності кукурудзи.

Гібрид кукурудзи з високою екологічною стійкістю, висіяний в оптимальні строки, проходить критичні фази розвитку за мінімальної активності шкідників, що знижує пошкодження стебел кукурудзяним метеликом і бавовниковою совкою на 30–50 %, а ураження качанів хворобами – на 20–40 %. Найбільш стійкими виявилися гібриди кукурудзи середньоранньої та середньопізньої груп стиглості, тоді як ранньостиглі гібриди потребують додаткової селекції на стійкість.

Жоден з гібридів кукурудзи не проявив повної стійкості проти комплексу хвороб і шкідників, тому важливо враховувати зональні особливості поширення шкідливих об'єктів. Підбір гібридів стійких до ураження фітопатогенами та пошкодження фітофагами за оптимальних строків сівби є ефективним засобом зниження шкодочинності.

Строки сівби визначають взаємозв'язок між ростом рослин і активністю шкодочинних організмів, впливаючи на формування шкодочинного комплексу. При пізніх строках сівби кукурудзи підвищуються ризики ураження та пошкодження рослин шкодочинними об'єктами (через поєднання дії кількох груп). В оптимальні строки сівби насіння кукурудзи забезпечується збалансований розвиток рослин і покращується фітосанітарний стан посівів.

У **шостому** розділі висвітлено основні результати по формуванню морфометричних параметрів росту та розвитку рослин кукурудзи за різних елементів агротехніки.

Спосіб обробітку ґрунту визначає його фізичний стан, водно-повітряний режим і активність ґрунтової мікофлори, що впливають на проростання насіння та ріст проростків кукурудзи.

Полицевий обробіток ґрунту (25–27 см) забезпечує найкраще розпушення, вологозабезпечення та зумовлює формування потужної листкової поверхні (0,61–0,64 м²/рослину). За чизельного обробітку ґрунту (14–16 см) ці показники дещо нижчі, але переваги такої системи в збереженні вологи і її енергоощадності. За дискового і нульового обробітків ґрунту (No-till) відбувається повільніший розвиток рослин, що проявляється в зменшенні лінійного приросту кукурудзи на 10–15 % і площі листкової поверхні до 0,52–0,57 м²/рослину.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи підвищує польову схожість на 3–5 % і, тим самим, густоту стеблостою на 1,5–2,0 тис. рослин/га, зменшуючи ураженість та пошкодженість шкодочинними об'єктами. Передпосівне протруювання насіння забезпечує формування листкової поверхні навіть за стресових погодних умов.

Внесення мінеральних добрив (N₄₅P₄₅K₄₅) сприяло підвищенню висоти рослин на 8–12 см, площі листкової поверхні на 10–15 %, а маси 1000 зерен до 260–270 г. Найвищі показники маси 1000 зерен отримано за комплексу агроприйомів: полицевий або чизельний обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння й внесення мінеральних добрив; тоді як на природному фоні і без передпосівного протруювання насіння при дисковому або No-till обробітку ґрунту формується слабший стеблостій, нижчі рослини (210–220 см) і менша маса 1000 зерен (230–240 г).

У **сьомому** розділі наведено результати формування продуктивності кукурудзи на фоні мінерального живлення в агротехнологіях Північного Степу України.

Урожайність кукурудзи значною мірою залежала від системи основного обробітку ґрунту, застосування передпосівного протруювання насіння та внесення добрив. Без внесення мінеральних добрив урожай формується завдяки природній родючості: найвищі показники отримано за полицевої оранки (25–27 см) – 5,17 т/га без передпосівного протруювання насіння і 5,27 т/га з передпосівним протруюванням насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS 7 л/т). Зменшення глибини розпушування ґрунту супроводжувалося зниженням продуктивності кукурудзи: за чизельного – до 4,81–4,93 т/га, дискового – до 4,66–4,85 т/га, а за нульового обробітку ґрунту – до 4,61–4,76 т/га.

Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувало врожайність у всіх варіантах, особливо в комплексі з передпосівним протруюванням насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS 7 л/т), яке стимулювало початковий розвиток рослин. Найвищу урожайність кукурудзи одержано за полицевого обробітку ґрунту – 6,16–6,30 т/га, що перевищувало контроль на 1,0–1,1 т/га. За чизельного розпушування урожайність становила 5,33–5,43 т/га, за дискового – 5,19–5,28 т/га, а при No-till технології – близько 5,14–5,20 т/га. За полицевого і чизельного способів обробітку ґрунту створювались найкращі умови для аерації, волого- і поживного режиму ґрунту. За дискового і нульового обробітку ґрунту відбувалось пригнічення розвитку рослин через ущільнення верхнього шару ґрунту.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS 7 л/т) підвищувало врожай у середньому на 0,1–0,2 т/га. Найвища продуктивність (6,30 т/га) формувалась за комплексу агротехнологічних прийомів: полицевого обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, тоді як найнижча (4,61 т/га) – за нульового обробітку ґрунту без внесення добрив.

У **восьмому** розділі представлена економічна ефективність агротехнологічних прийомів та використання добрив на формування продуктивності кукурудзи. Середня врожайність кукурудзи за п'ятирічний

період змінювалася з 4,61 т/га за нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння до 6,30 т/га за полицевої системи з застосуванням передпосівного протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS 7 л/т) і внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Внесення мінеральних добрив підвищувало врожайність у середньому на 0,9–1,1 т/га, а передпосівне протруювання насіння – на 0,10–0,18 т/га. Найвищі показники урожайності зерна забезпечувала оранка (5,17–6,30 т/га), тоді як найнижчі – технологія No-till (4,61–5,24 т/га).

Виробничі витрати зростали разом із енергоємністю обробітку ґрунту: найменші отримано при нульовому (7,18–10,14 тис. грн/га) і дисковому (7,27–10,45 тис. грн/га) способах обробітку ґрунту, найбільші – при полицевому (8,44–11,97 тис. грн/га).

Собівартість виробництва зерна змінювалась в межах 1558–2042 грн/т, мінімальна – при дисковому і нульовому обробітках ґрунту без внесення мінеральних добрив та без передпосівного протруювання насіння (1558–1560 грн/т), максимальна – при полицевому і чизельному обробітках ґрунту з передпосівною обробкою насіння та внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$ (1929–2042 грн/т).

Найвищий прибуток отримано при проведенні агротехнологічного комплексу, який включав полицевий обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS 7 л/т) та внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 15,3 тис. грн/га; дещо менші значення формувались при чизельному (12,2–13,6 тис. грн/га) і дисковому (12,1–13,3 тис. грн/га) способах обробітку ґрунту. Найменший прибуток отримано за No-till технології без внесення добрив (12,6 тис. грн/га).

Рівень рентабельності змінювався з 112 % до 177 %: найвищий показник отримано за дискового обробітку ґрунту без внесення мінеральних добрив (177,7 %), а найнижчий – за чизельного і нульового обробітку ґрунту з внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (112–122 %).

Ключові слова: агротехнології, кукурудза, шкодочинні організми, обробіток ґрунту, хімічний захист, мінеральні добрива, морфометричні показники, економічна ефективність.

ABSTRACT

Derevenets–Shevchenko K. A. Scientific substantiation of a set of agrotechnological measures for increase corn productivity in the conditions of the Northern Steppe of Ukraine. – Qualification scientific work in the form of a manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences in the specialty 06.01.09 "Crop Production".– State Institution Institute of Grain Crops NAAS of Ukraine, Dnipro, 2026.

The scientific novelty of the obtained research results lies in the fact that *for the first time in Ukraine:*

– the regularities of the influence of agricultural engineering elements (hybrid selection, sowing dates and harvesting dates, minimizing soil cultivation, fertilizer application and pre-sowing seed treatment) on the formation of a harmful complex of corn in the Northern Steppe of Ukraine were established;

– the role of the mass of winter wheat plant residues as a precursor of corn, which were a good nutrient substrate for pathogenic microorganisms and the assessment of the potential of phytosanitary danger, was analyzed;

– the influence of mineral fertilizers on corn productivity and the effectiveness of their use in terms of the formation of harmful complex were determined;

– the peculiarity of the transformation of the composition of harmful objects (diseases, pests, weeds) depending on the agrotechnological complex in the cultivation of corn was established.

Improved:

- control of the harmfulness of the phytopathogenic and phytophages under the conditions of transformation of the species composition when growing corn in agrotechnologies.

Further development was achieved:

- scientific provisions and basic information on the methods of basic tillage, fertilization systems and optimization of corn protection from harmful organisms in order to improve the phytosanitary condition of crops.

Scientific and practical significance. The obtained research results have fundamental and applied significance in the field of crop production, agriculture and protection of corn plants from harmful organisms, drawing up short- or long-term forecasts of the phytosanitary condition of crops in the Dnipropetrovsk region (Steppe zone of Ukraine).

The scientific provisions of the dissertation reveal the patterns of the influence of modern agricultural technologies on the formation of harmful complex of corn in the Northern Steppe of Ukraine, which makes it possible to assess all economic and biological risks and the feasibility of using various agricultural technologies for growing corn.

The practical value of the work lies in the development and recommendations for the production of new highly effective methods for regulating the harmful complex in corn crops and effective energy-saving agrotechnological techniques.

Production tests and implementation of the developed agricultural techniques were carried out at the State Enterprise "Dnipro" of the State Institute of Grain Crops of the NAAS of Ukraine, the Dnipropetrovsk State Enterprise of the Institute of Vegetable and Melon Growing of the NAAS of Ukraine, recommended for implementation by the State Service for Food and Consumer Protection in the Dnipropetrovsk region in farms of various forms of ownership and specialization of agricultural production in the Dnipropetrovsk region and the wide use of completed scientific developments in the educational activities of higher and vocational education institutions.

Thanks to agrotechnological optimization, a significant improvement in the phytosanitary situation was achieved when the sown areas were saturated with corn, the efficiency of corn seed treatments was increased, the conditions for the formation of agrocenosis of corn were optimized, and the field germination of seeds was increased by 12–15 %.

The features of the formation of the harmful complex in corn crops when implementing agrotechnological techniques were determined, effective measures were developed to control the phytosanitary situation in the mulch (straw) tillage system, which guarantees an increase in yield from pre-sowing seed treatment by an average of 0,10–0,18 t/ha; from the use of $N_{45}P_{45}K_{45}$ fertilizers – by 0,9–1,1 t/ha and additional profit within the range of 250–1100 UAH/ha.

The complex of agricultural practices in the Northern Steppe zone ensured an average corn grain yield of 5–7 t/ha, maintaining production profitability at the level of 112–178 % and obtaining a net profit within the range of 12–16 thousand UAH/ha.

Approbation of dissertation materials. The main provisions and results of the dissertation work were reported and discussed at meetings of the Scientific and Methodological Council and the Academic Council of the State Institute of Grain Crops, as well as at scientific symposia, seminars and conferences of various levels.

Main research results.

The **introduction** presents the relevance of the topic; the connection of the work with scientific plans, programs and topics; the purpose and objectives of the research; research methods; the applicant's personal contribution; approval of the results; publications; the scope and structure of the dissertation.

The **first** section analyzes and summarizes the results of scientific research by domestic and foreign scientists on modern trends in corn cultivation, the state and prospects of research, agroecological conditions and regional features of corn cultivation. Analyzes modern agronomic practices and technological innovations, world experience in corn cultivation. In particular, highlights the environmental aspects of the implementation of intensive systems of chemical crop protection from the harmful complex in Ukraine and in the world.

The **second** section analyzes the soil and climatic conditions of the research on the topic of desertification work. It was determined that the soil and climatic conditions of the research plots have characteristic features for the steppe zone of Ukraine and are suitable for growing corn and for obtaining a harvest of high-quality grain. Agrometeorological conditions during the research varied in their diversity, which allowed a comprehensive assessment of the impact of various agrotechnological techniques on the formation of harmful complex. Field experiments were carried out according to generally accepted methods in agronomic research.

The **third** section presents modern agricultural technologies and their impact on the features of the transformation of the species composition of harmful objects in corn crops.

Seasonal compaction of the arable layer from 1,14 to 1,31–1,37 g/cm³ deteriorates soil aeration, reduces root branching, and increases susceptibility to diseases. The water regime determines phytosanitary dynamics: soil moisture reserves in the profile decrease from 170–193 mm to 21–27 mm, causing stress and altering weed composition. To prevent weed resistance, it is recommended to change herbicide concepts every ten years and combine chemical control with agronomic practices.

Pre-sowing seed treatment with tank mixtures of fungicides and insecticides effectively protect from the primary infection background.

The best phytosanitary conditions are provided by plough tillage at 25–27 cm combined with pre-sowing seed treatment, which promotes higher field emergence (by 3,4–13,6 %) and reduces seedling infection.

An effective and ecologically balanced system should allocate 20–25 % of the area under ploughing, 10–15 % under No-till, and 60–70 % under minimum tillage, ensuring the stability of the phytosanitary condition of maize agrocenoses.

The **fourth** examines the effectiveness of agrotechnological techniques against the background of mineral nutrition in corn crops and the features of the formation of a harmful complex.

The integrated application of $N_{45}P_{45}K_{45}$ fertilizers creates optimal conditions for maize growth, promoting the formation of strong generative organs and reducing the injury/damage of the harmful objects by 20–30 %.

The best phytosanitary conditions were observed with a combination of chisel or moldboard tillage and fertilizer application, where the proportion of damaged plants decreased by 15–25 %.

The application of mineral nutrition ensured high field germination, especially with shallow plowing (25–27 cm) with pre-sowing seed treatment – 91,8 %.

Pre-sowing treatment increased germination by an average of 4–8 % by reducing the incidence of diseases and pest damage. Reduced tillage depth or zero tillage without seed treatment led to an increase injury by phytopathogens and seedling damage by 8–11 %.

Moldboard plowing provided the lowest infection background and the most favorable conditions for plant growth. The combination of fertilizers and pre-sowing seed treatment ensured stand stability even under less favorable tillage conditions.

The **fifth** section presents agrotechnical techniques in the regulation of harmful organisms, such as hybrid selection, sowing dates, and harvest dates, as the main factors shaping corn productivity.

An optimally selected hybrid with high ecological stability, sown at the proper time, passes its critical growth stages during the period of minimal pest activity, which reduces stem damage by the European corn borer and cotton bollworm by 30–50 % and decreases ear infection by diseases by 20–40 %.

The most resistant were mid-early and mid-late maturity hybrids, while early-maturing ones require further breeding improvement. None of the hybrids demonstrated complete resistance to the complex of diseases and pests; therefore, it is important to consider regional peculiarities of their distribution.

A rational combination of hybrid selection and optimal sowing time is an effective means of reducing pest damage. Sowing dates determine the relationship between plant development and pest activity, influencing the formation of the pathogenic complex.

Late sowing increases the risk of infestation due to the simultaneous action of several groups of harmful organisms. Optimal sowing dates ensure balanced plant development and reduce phytosanitary pressure.

The **sixth** section presents highlights the main results on the formation of morphometric parameters of corn plant growth and development under various elements of agricultural technology.

The soil tillage method determines the physical condition of the arable layer, the water–air regime, and mycoflora activity, all of which influence maize germination and growth.

Plough–based tillage (25–27 cm) provides the best loosening, moisture accumulation, and formation of a large leaf surface (0,61–0,64 m² per plant). Under chisel tillage (14–16 cm), these indicators are slightly lower but the system retains moisture and saves energy. Disk and zero (No–till) tillage methods cause slower plant development, resulting in a 10–15 % reduction in linear growth and a smaller leaf area (0,52–0,57 m² per plant).

Pre–sowing seed treatment increases field emergence by 3–5 % and plant density by 1,5–2,0 thousand plants/ha, while reducing infection by harmful objects. Treated seeds develop stronger stems and a larger leaf surface even under stress conditions.

The application of mineral fertilizers (N₄₅P₄₅K₄₅) increases plant height by 8–12 cm, leaf area by 10–15 %, and the thousand–kernel weight to 260–270 g. The highest performance is achieved with a combination of plough or chisel tillage, pre–sowing seed treatment, and fertilization, whereas disk or No–till systems without fertilizers and treatment result in weaker stands, shorter plants (210–220 cm), and lower kernel mass (230–240 g).

The **seventh** section presents the results of the formation of corn productivity and the background of mineral nutrition in agrotechnologies of the Northern Steppe of Ukraine.

Field studies have shown that maize yield largely depends on the combination of the primary tillage system, seed pre–treatment, and fertilizer application.

Without application fertilizers, yield was formed due to natural soil fertility: the highest results were recorded under moldboard plowing (25–27 cm) – 5,17 t/ha without seed treatment and 5,27 t/ha with treatment.

Reducing the depth of loosening gradually decreased productivity: under chisel tillage, it reached 4,81–4,93 t/ha; under disk tillage – 4,66–4,85 t/ha; and under No-till technology – only 4,61–4,76 t/ha.

Application of mineral fertilizers $N_{45}P_{45}K_{45}$ increased yield in all variants, especially when combined with pre-sowing seed treatment, which stimulated early plant growth. The highest yield was obtained under moldboard plowing – 6,16–6,30 t/ha, exceeding the control by 1,0–1,1 t/ha. Under chisel tillage, yield reached 5,33–5,43 t/ha; under disk tillage – 5,19–5,28 t/ha; and under No-till technology – about 5,14–5,20 t/ha.

Moldboard and chisel systems provided the best conditions for soil aeration and water–nutrient balance, while disk and No-till treatments restricted plant development due to upper-layer compaction.

Pre-sowing seed treatment increased yield by an average of 0,1–0,2 t/ha. The highest productivity (6,30 t/ha) was achieved with the combination of moldboard tillage, seed treatment, and fertilizer application, whereas the lowest (4,61 t/ha) was recorded under No-till technology without fertilizers $N_{45}P_{45}K_{45}$.

The **eighth** section presents the economic efficiency of agrotechnological techniques and the use of fertilizers for the formation of corn productivity.

The average maize yield over the five-year period ranged from 4,61 t/ha under No-till without seed treatment to 6,30 t/ha under the moldboard system combined with pre-sowing seed treatment and fertilizer application $N_{45}P_{45}K_{45}$. The use of mineral fertilizers increased yields by an average of 0,9–1,1 t/ha, while pre-sowing seed treatment added a further 0,10–0,18 t/ha. The highest yields were consistently achieved with moldboard plowing (5,17–6,30 t/ha), whereas the lowest were observed under No-till technology (4,61–5,24 t/ha).

Production costs rose in proportion to the energy intensity of the tillage system: the lowest were recorded under No-till technology (7,18–10,14 thousand UAH/ha)

and disk tillage (7,27–10,45 thousand UAH/ha), and the highest under moldboard tillage (8,44–11,97 thousand UAH/ha).

The cost price of grain ranged from 1558 to 2042 UAH/t, being lowest under disk tillage without fertilizers (1558–1560 UAH/t) and highest under moldboard tillage with fertilizers (1920–2042 UAH/t).

The highest profit (15,3 thousand UAH/ha) was obtained from the combination of moldboard tillage, seed treatment, and fertilizer application, while slightly lower values were observed for chisel (12,2–13,6 thousand UAH/ha) and disk (12,1–13,3 thousand UAH/ha) variants. The lowest profit occurred under No-till without fertilizers (12,6 thousand UAH/ha).

Profitability levels ranged from 112 to 177 %: the highest was achieved under disk tillage without fertilizers (177,7 %), and the lowest under chisel and No-till systems with fertilizer application $N_{45}P_{45}K_{45}$ (112–122 %).

Keywords: agrotechnologies, corn, harmful organisms, soil treatment, chemical protection, mineral fertilizers, morphometric indicators, economic efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

Монографії, частина монографії

1. Князєва М. В., Крамар В. М., Львович І. Я. та інші. No-till технології на степових чорноземах. Рівень розвитку техніки і технологій в XXI столітті. Частина 1: Серія монографій. Розділ 2: Шевченко М. С., Шевченко С. М., Шевченко О. О., Швець Н. В., **Деревенець–Шевченко К. А.** Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. 227 с. *(Здобувачем розроблено основні елементи No-till технології для зони Степу України).*

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних

Web of Science Core Collection та/або Scopus

2. Циліурик О. І., Шевченко С. М., Остапчук Я. В., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Агроекологічні основи контролювання забур'яненості та поширення вовчка в посівах соняшнику Степу України. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, 8 (1), Р. 487–497. doi: 10.15421/2017_240. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).*

3. Shevchenko S., Tkalic Yu., Shevchenko M., Kolesnykova K., **Derevenets–Shevchenko K.** The evaluation of total weed density and seed bank of agricultural landscapes as an example of the Steppe Zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. 26 (11), Р. 80–89. doi: 10.48077/scihor11.2023.80. *(Особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, проведення досліджень, написання статті, частка участі – 40 %).*

4. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. Р. 393–402. doi: 10.1080/00207233.2024.2320032. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних,*

написання статті, частка участі – 75 %).

5. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Shevchenko M., Shevchenko O.: Sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) and weeds in sunflower crops with minimized tillage in a steppe ecotype crop rotation. *Ekologia (Bratislava)*. 2024. Vol. 43, No. 1, P. 34–42. doi :10.2478/eko–2024–0004. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %).

6. Shevchenko S., Desyatnyk L., Shevchenko M., Kolesnykova K., **Derevenets–Shevchenko K.** Control of weeds and sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr) in sunflower crops by crop rotation and tillage. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. 382–392. doi: 10.1080/00207233.2024.2320031. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

7. Mytsyk O., Havryushenko O., Tsyliuryk O., Shevchenko S., Hulenکو O., Shevchenko M., **Derevenets–Shevchenko K.** Reclamation of derelict mine land by simply growing crops. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1, P. 230–238. doi: 10.1080/00207233.2024.2330283. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

8. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Desyatnyk L., Shevchenko M., Havryushenko O., Shevchenko O., Hulenکو O. Influence of crop rotation and tillage on weed infestation and damage to sunflower plants by sunflower broomrape (*Orobahche cumana* Wallr.) in the steppe zone of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2024, 30 (5), P. 839–847. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

9. Tsyliuryk O., Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Kokhan A., Shevchenko M., Mysyk O., Havriushenko O., Hulenکو O., Pozniak V., Kocherha O., Kurshakov O. Effects of conservation tillage on weed infestation and maize yield under changing climate conditions. *Modern Phytomorphology*, 2025. (19). P. 154–

159. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2025-19>. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %*).

10. Mytsyk O., Shevchenko S., Hulenکو O., Havriushenko O., Rudakov Y., Pozniak V., Sichevyi V., Rumbakh M., **Derevenets–Shevchenko K.**, Shevchenko M., Shevchenko O. Transformation of weed communities under the evolution of agricultural technologies. *Modern Phytomorphology*, 2025. 19 (3). P. 169–172. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16809942>. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 35 %*).

11. Shevchenko S., Tsyliuryk O., Shevchenko M., Hulenکو O., **Derevenets–Shevchenko K.**, Kokhan A. Balance of moisture reserves and methods of their efficient use in short crop rotations of the Steppe of Ukraine. *Ecological Questions*, 36 (2025) 4. P. 1–17 <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2025.036>. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 35 %*).

Статті у наукових фахових виданнях України

12. Дудка Є. Л., Пінчук Н. І., **Деревенець К. А.** Епіфітна мікофлора зерна пшениці в період збирання врожаю. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України*. Дніпропетровськ, 2010. № 39. С. 93–95. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %*).

13. **Деревенець–Шевченко К. А.** Якщо посіяти із запізненням. *Карантин і захист рослин*. К., 2012. № 6. С. 17–19.

14. **Деревенець–Шевченко К. А.** Біологічні засоби захисту насіння кукурудзи від пліснявіння. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2012. № 2. С. 87–89.

15. **Деревенець–Шевченко К. А.** Фактори розповсюдження і обмеження мікофлори зерна пшениці озимої. *Бюлетень Інституту сільського*

господарства степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2013. № 4. С. 85–88.

16. **Деревенець–Шевченко К. А.** Фітосанітарний стан посівів кукурудзи при мінімалізації обробітку ґрунту. *Зберігання і переробка зерна*. Дніпропетровськ, 2012. № 12 (162). С. 41–42.

17. Циліурік О. І., Шевченко С. М., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Особливості формування і регулювання потенційної забур'яненості різних технобіогенних систем. *Agrology*. Дніпро, 2019. Vol. 2 (1), С. 31–40. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14015>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

18. Шевченко М. С., Шевченко С. М., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Агробіологічні та технологічні методи підвищення протиерозійного потенціалу ґрунтів у сівозміні. *Agrology*. Дніпро, 2019. Vol. 2 (2), Р. 122–127. <https://doi.org/10.32819/019018>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

19. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Shevchenko O. M., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Peculiarities of formation and regulation of potential weediness of different technobiogenous systems. *Agrology*, Дніпро, 2019. Vol. 1 (4). Р. 339–348. doi:10.32819/2617-6106.2018.14015. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

20. Шевченко М. С., Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Техногенний рівень землеробства і асоціативна мінливість бур'янів в агроценозах. *Зернові культури*. Дніпро, 2019. Том 3. № 1. С. 83–92. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0064>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

21. Шевченко С. М. Десятник Л. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**,

Швець Н. В. Сучасні системи землеробства і нове трактування сівозмінної цінності сільськогосподарських культур. *Зернові культури*. Дніпро, 2020. Том 4. № 2. С. 319–329. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %).

22. Циліорик О. І., Шевченко С. М., Гончар Н. В., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником. *Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2021. № 30, С. 105–115. doi:10.36710/іос–2021–30–11. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

23. Шевченко С. М., Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Заверталюк О. В. Ефективність прийомів основного обробітку ґрунту та контролювання бур'янів при вирощуванні соняшника. *Український журнал природничих наук*. Житомир, 2025. № 11. С. 242–249. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.26>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

24. Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Мицик О. О., Шевченко С. М., Козечко В. І., Пришедько Н. О. Обробіток чорного пару як фактор стабілізації врожайності зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. Одеса, 2025. № 29. С. 207–212. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.33>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %).

25. Шевченко М. С., Мицик О. О., Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Пришедько Н. О., Заверталюк О. В. Фактори землеробства та регулювання ростової реакції сільськогосподарських рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, Умань, 2025. № 1.

С. 35–41. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-35-41>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

26. Шевченко С. М., Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Козечко В. І., Заверталюк О. В. Вплив системного застосування гербіцидів на врожайність зерна кукурудзи. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець–Подільський. 2025. № 46. С. 136–142. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

27. Шевченко С. М., Мицик О. О., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Пришетько Н. О., Новіков Д. І. Оптимізація обробітку чорноземів звичайних для підвищення врожайності соняшника в умовах змін клімату. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2025. № 141. Частина 2. С. 136–144. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

28. Шевченко М. С., Шевченко С. М., Десятник Л. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Новіков Д. І. Вплив основного обробітку ґрунту на динаміку гумусу та макроелементів живлення у сівозміні. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2025. № 142. Частина 2. С. 150–159. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

29. Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Гаврюшенко О. О., Шевченко О. М., Гуленко О. І. Вплив основного обробітку ґрунту на його агрофізичні властивості та економічні показники вирощування кукурудзи на зерно. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2025. № 136. Частина 2. С. 215–222. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.26>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних,

написання статті, частка участі – 70 %).

30. Shevchenko S., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O., **Derevenets–Shevchenko K.** Argo–economic evaluation of main tillage methods in the cultivation of corn. *Biomed. J. Sci. & Tech. Res.* 60 (1). 2025. 52272–52277. BJSTR. MS.ID.009407. <https://dx.doi.org/10.26717/BJSTR.2025.60.009407>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 35 %).

31. Shevchenko M. S., Tklich Y. I., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Global and local trends in weed management under conventional and conservation agriculture. *Agrology*. 2025. 8 (3). 121–131. <https://doi.org/10.32819.202516>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

32. **Derevenets–Shevchenko K. A.**, Shevchenko S. M., Shevchenko O. M., Tklich Y. I., Hulencko O. I. Modern trends in maize cultivation in Ukraine: National practices and international experience. *Agrology*. 2025. 8 (3). 168–181. doi: 10.32819/202520. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %).

33. Матюха В., Циліурік О., **Деревенець–Шевченко К.**, Семенов С. Агроекологічна ефективність системи захисту посівів сорго від попелиць в умова Степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 2025. Випуск 1 (59). С. 75–82. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

Статті у наукових виданнях інших держав

34. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Gonchar N. V., Ostapchuk YA. V., Shevchenko O. M., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Agrophysical and biotic factors of regulation of biological activity of soil in the crop rotation. *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS. Bulletin of Engineering*. Tome XII [2019] | Fascicule 3 July–

September. P. 111–113. (<http://acta.fih.upt.ro/pdf/archive/ACTA-2019-3.pdf>).
(Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

Тези і матеріали наукових конференцій

35. **Деревенець К. А.** Застосування біологічних препаратів та їх ефективність проти патогенної мікофлори насіння кукурудзи. *Фітосанітарна безпека та біоекологія застосування пестицидів (спец. випуск): УНДС карантину рослин НААН України*. Чернівці–Бояни, 2010. С. 134–136.

36. **Derevenets K. A.** Assessment of Corn Seeds Affection with Pathogenic Fungus in Grain Storage. *The Nato Science for Peace and Security Programme: Program and Abstracts*. May, 2011. P. 47.

37. **Деревенець К. А.** Інтегрована система захисту кукурудзи від шкідників та хвороб. *Аграрна наука та практика на сучасному етапі розвитку: Досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково–практична конференція (16–17 березня 2012 р.)*. Львів, Львівська аграрна фундація. 2012. С. 85–87.

38. **Деревенець К. А.** Захист насіння кукурудзи від пліснявіння. *Стратегії та практика розвитку агропромислового комплексу України: Всеукраїнська науково–практична конференція (13–14 квітня 2012 р.)*. Одеса, 2012. С. 11–13.

39. **Деревенець К. А.** Мінімізувати обробіток і захистити посіви. *Проблеми та перспективи розвитку аграрної науки у сучасному суспільстві. Міжнародна науково–практична конференція (21–22 грудня 2012 р.)*. Одеса, 2012. С. 5–7.

40. **Деревенець–Шевченко К. А.** Ураженість качанів кукурудзи хворобами при різних строках сівби. *Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: Досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково–практична конференція (25–26 травня*

2012 р.). Львів, 2012. С. 66–67.

41. **Деревенець–Шевченко К. А.** Захист насіння кукурудзи. *Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: Досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково–практична конференція (25–26 травня 2012 р.).* Львів, 2012. С. 72–74.

42. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Gonchar N. V., Ostapchuk Ya. V., Shevchenko O. M., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Agrophysical and biotic factors of regulation of biological activity of soil in the crop rotation. *Agricultural and mechanical engineering. Materials of International Symposium ISB–INMA TECH (01–03 November, 2018).* Bucharest, 2018. P.185–191.

43. Шевченко С. М., Салова Л. О., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Розвиток систем контролювання бур'янів в процесі еволюції землеробства в зоні Степу. *Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення. Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції присвяченої 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії (05 жовтня 2018 р.).* Полтава: Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН. 2018. С. 25–27.

44. Шевченко С. М., Момот К. О., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Біологічні особливості і фітотоксична реакція Ваточника Сирійського (*Asclepias Syriaca* L.) на застосування гербіцидів. *Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення. Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції присвяченої 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії (05 жовтня 2018 р.).* Полтава: Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН. 2018. С. 29–32.

45. Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Хижняк А. А., Осадчук О. В., Липарь О. А. Адаптивні та фітотоксичні механізми підвищення ефективності контролювання амброзії полинолисткої в посівах польових

культур. *Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції здобувачів, молодих учених та спеціалістів (3 грудня 2021 р.)*. Харків, 2021. № 1. С. 100–101.

46. **Деревенець К. А.**, Швець Н. В., Білоконь Л. М. Оптимізація агробіологічних режимів в системних агроценозах за сівозмінного використання мінімального обробітку ґрунту в посівах зернових культур. *Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату. Матеріали Міжнародної науково–практичної інтернет–конференції молодих вчених і спеціалістів (16–17 березня 2023 р.)*. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2023. С. 164–166.

47. Шевченко С. М., Стадник Д. І., **Деревенець–Шевченко К. А.** Банк насіння бур'янів в ґрунті та формування актуальної забур'яненості в фітоценозах. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення. Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова (12–13 жовтня 2023 р.)*. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України. 2023. С. 91–93.

48. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Ґрунтозахисні системи обробітку і особливості формування шкідливого комплексу в посівах кукурудзи. *Current challenges of science and education. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference*. MDPC Publishing. Berlin, Germany. 2024. P. 19–23.

49. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Формування фіто– ентомопатогенних асоціацій при впровадженні ґрунтозахисних систем обробітку. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Міжнародна науково–практична конференція до 90–річчя Агрономічного факультету Дніпропетровського державного аграрно–економічного університету (21–23 листопада 2023 р.)*. Дніпро:

Дніпровський державний аграрно–економічний університет. 2023. С. 52–54.

50. Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко С. М., Оцінка біометричних показників і урожайності кукурудзи при різних способах мінімального обробітку ґрунту. *Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша (20–21 березня 2024 р.)*. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2024. С. 235–238.

51. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Shevchenko O. Regulating the agrophysical condition of soil in the Northern Steppe zone of Ukraine. Зберігання та переробка продукції рослинництва. *Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша (20–21 березня 2024 р.)*. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2024. С. 238–240.

52. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Контролювання розповсюдженості мікофлори зерна пшениці озимої за складних погодних умов на етапі завершення вегетації. *Наукові основи адаптивного землеробства. Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Федора Трохимовича Моргуна, 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (16–17 травня 2024 р.)*. Дніпро: Дніпровський державний аграрно–економічний університет, 2024. С. 120–122.

53. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Системи обробітку ґрунту та особливості формування шкідливого комплексу в посівах кукурудзи. *Наукові основи адаптивного землеробства. Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Федора Трохимовича Моргуна, 90–річчя Агрономічного факультету*

Дніпровського державного аграрно-економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (16–17 травня 2024 р.). Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 2024. С. 322–324.

54. Шевченко С. М., Заверталюк О. В, **Деревенець–Шевченко К. А.**, Новіков Д. І. Екологічні та агротехнічні методи обмеження поширення амброзії полинолистної в посівах польових культур. *Матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» до 90-річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету 1934–2024 рр. (19–20 листопада 2024 р.).* Дніпро: Дніпровський державний аграрно-економічний університет, 2024. С. 148–149.

Статті в інших виданнях

55. Дудка Є. Л., Пінчук Н. І., **Деревенець К. А.** Як покупці класність зерна занижують. Журнал «Farmer». Листопад, Київ, 2010. С. 44–45. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 65 %*).

56. **Деревенець К. А.** Розвиток збудників пліснявіння насіння кукурудзи залежно від гідротермічних умов. Журнал «Агроном». Лютий, 2011. № 1 (31). С. 104–106.

57. **Деревенець К. А.** Мікофлора при зберіганні кукурудзи. Журнал «Farmer». Вересень, 2011. Київ. С. 66–68.

58. Пінчук Н. І., **Деревенець К. А.** Загрози для кукурудзи 2012. Журнал «Farmer». Квітень, 2012. Київ. С. 52–55. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, формулювання висновків, частка участі – 60 %*).

59. Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Мінімілізувати обробіток і захистити посіви. Журнал «Пропозиція» (спецвипуск). 2012, № 6. С. 16–19. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень,*

обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %).

60. **Деревенець–Шевченко К. А.** Шевченко О. М. Менше обробітку, більше захисту. Журнал «*Farmer*». Січень, 2013. С. 50–51. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %).

61. Шевченко М. С. Оптимізація посівних площ соняшнику. Агрономічні закони та економічні пріоритети в землеробстві степової зони / М. С. Шевченко, Є. М. Лебідь, С. М. Шевченко, **К. А. Деревенець–Шевченко** // Журнал «*Агроном*». 2013. № 2. С. 104–110. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, написання статті, частка участі – 40 %).

62. Черенков А. В., Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.** Ефективний фітосанітарний комплекс – технологічний ресурс нових перспектив кукурудзи. Журнал «*Кукурудза і сорго*», Чернігів, 2014. Т. 1. С. 69–74. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 30 %).

63. Шевченко М. С. Десятник Л. М., Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Невгамовний вовчок. Журнал «*Farmer*». № 1 (97). Січень, 2018. С. 54–56. (Особистий внесок: аналітичний огляд, підбір літератури, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40%).

64. Шевченко М., Десятник Л., Шевченко С., **Деревенець–Шевченко К.** Кукурудза в системі. *The Ukrainian farmer*. 2019. № 8 (116). С. 74–76. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55%).

Методичні рекомендації

65. Бабич С. М., Бакланова О. В., Бахмут О. О. **Деревенець К. А.** Хвороби кукурудзи. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2012 р. К.: Головдержзахист, 2012. С. 60–65.

66. Агротехнологічний комплекс оптимізації сівби озимих культур в

посушливих умовах Дніпропетровської області в 2012 р. (науково–практичні рекомендації) / Черенков А. В., Шевченко М. С., Черчель В. Ю. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2012. 34 с.

67. Своєчасно зібрати і якісно зберегти врожай зерна ранніх зернових культур в Дніпропетровській області в 2012 р. (науково–практичні рекомендації) / Любович О. А., Удовицький В. О., Пилипась В. І., Потебня Т. В., Черенков А. В., Шевченко М. С., Черчель В. Ю. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2012. 38 с.

68. Проєкт програми «Збільшення виробництва зерна сорго та оптимізації ресурсного забезпечення технологій вирощування» / Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2012. 26 с.

69. Черенков А. В., Циков В. С., Ткаліч Ю. І. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Захист зернових культур від шкідників (науково–практичні рекомендації). Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2013. 16 с.

70. Рекомендації з освоєння елементів системи прямої сівби в землеробстві степової зони / Черенков А. В., Шевченко М. С., Черчель В. Ю. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2013. 24 с.

71. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Інноваційна агростратегія 2020 (особливості вирощування сільськогосподарських культур в Степу України в 2020 році). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 84 с.

72. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [Деревенець–Шевченко К. А.]. Наукова оптимізація збирання зерна та сівби озимих культур у 2020 році (науково–практичні рекомендації для зони Степу. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 84 с.

73. Судак В. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Кулик А. О., Швець Н. В. Способи контролювання фітопатогенних організмів насіння кукурудзи при вирощуванні в системі ґрунтозахисного землеробства (науково–практичні рекомендації). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 18 с.

74. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Особливості вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату в 2021 році (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2021. 92 с.

75. Особливості збирання врожаю зерна та сівби озимих культур в умовах 2021 року (науково–практичні рекомендації для зони Степу)/ Я. М. Гадзало, В. М. Роїк, П. В. Кондратенко та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України. 2021. 82 с.

76. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Особливості вирощування сільськогосподарських культур у 2022 році (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2022. 96 с.

77. Технології збирання врожаю зерна та сівби озимих культур за особливих умов 2023 року (науково–практичні рекомендації для зони Степу) / Я. М. Гадзало, М. В. Роїк, П. В. Кондратенко, В. В. Адамчук та інші [**К. А. Деревенець–Шевченко**]. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2023. 95 с.

78. Роїк М. В., Адамчук В. В., Хареба В. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Організація збирання врожаю зерна та науково–обґрунтовані технології сівби озимих культур за особливих умов 2024 року (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2024. 88 с.

ЗМІСТ

	стор.
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	40
ВСТУП.....	41
РОЗДІЛ 1 СТАН ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ (літературний огляд).....	51
1.1 Сучасні тенденції вирощування кукурудзи в Україні: національні практики та міжнародний досвід.....	51
1.2 Стан та перспективи досліджень з вивчення контролювання шкочинних об'єктів.....	84
Висновки до розділу 1.....	123
РОЗДІЛ 2 ҐРУНТОВО–КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	125
2.1 Ґрунтова характеристика територій проведення досліджень.....	125
2.2 Погодно–кліматичні умови зони та особливості гідротермічної ситуації в роки досліджень.....	128
2.3 Методика проведення досліджень.....	146
Висновки до розділу 2.....	156
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ АГРОТЕХНОЛОГІЙ НА ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ШКОДОЧИННИХ ОРГАНІЗМІВ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ.....	157
3.1 Вплив способів ґрунтозахисного обробітку на формування комплексу шкочинних об'єктів.....	157
3.1.1 Твердість ґрунту як фактор регулювання шкочинних організмів.....	158
3.1.2 Динаміка щільності складення ґрунту і адаптивність кукурудзи та шкочинних організмів в ґрунтовому середовищі.....	162

3.1.3 Вологозабезпечення кукурудзи і формування її стійкості до шкочинних організмів і адаптації до мінливості агросистеми.....	166
3.1.4 Регулювання вологоспоживання в агроценозі кукурудзи та стійких стресових біотичних параметрів.....	172
3.2 Роль бур'янів у формуванні стійких агросистем як об'єктів ефективного управління продуктивністю кукурудзи.....	177
3.2.1 Трансформація структурного складу бур'янів і ризику зростання депресій агроценозів.....	178
3.3 Видовий склад шкочинних організмів в посівах кукурудзи	183
3.3.1 Особливості формування шкочинного комплексу в посівах кукурудзи	187
3.3.2 Агротехнологічні прийоми та обмеження шкочинності фітопатогенного і ентомокомплексу в посівах кукурудзи.....	190
3.3.3 Способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання та польова схожість насіння кукурудзи.....	193
3.3.4 Обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння та ураженість проростків кукурудзи фітопатогенами.....	197
3.3.5 Способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння та пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками.....	202
3.3.6 Вплив способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння на пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою.....	206
3.3.7 Роль способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння у формуванні рівня пошкодженості рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом.....	211
3.3.8 Ураженість качанів кукурудзи фітопатогенними	

організмами залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння.....	214
3.4 Формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи на фоні мульчованого обробітку ґрунту.....	219
Висновки до розділу 3.....	223
РОЗДІЛ 4 ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ЗМЕНШЕННІ ШКОДОЧИННОГО ВПЛИВУ ШКІДЛИВОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ЗАХИСНИХ СПОСОБАХ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	227
4.1 Вплив мінерального живлення на динаміку розвитку шкодочинного комплексу кукурудзи.....	227
4.1.1 Залежність польової схожості насіння кукурудзи від основного обробітку ґрунту та застосування передпосівного протруювання на фоні внесення мінеральних добрив.....	230
4.1.2 Вплив способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння на ураженість проростків кукурудзи фітопатогенами на фоні внесення мінеральних добрив.....	235
4.1.3 Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив.....	239
4.1.4 Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання на фоні внесення мінеральних добрив.....	244
4.1.5 Шкодочинність кукурудзяного метелика залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та застосування мінеральних добрив.....	249
4.1.6 Способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння та ураженість качанів кукурудзи фітопатогенами на	

	38
фоні внесення мінеральних добрив.....	255
Висновки до розділу 4.....	259
РОЗДІЛ 5	БІОЛОГІЧНІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ФАКТОРИ РЕГУЛЮВАННЯ ШКОДОЧИННОГО КОМПЛЕКСУ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ.....
262	
5.1 Формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи залежно від добору гібрида.....	264
5.2 Формування шкодочинного комплексу залежно від строків сівби кукурудзи.....	269
5.3 Вплив строків збирання урожаю на формування фітопатогенного та шкодочинного ентомокомплексу кукурудзи.....	274
Висновки до розділу 5.....	280
РОЗДІЛ 6	ОЦІНКА МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ФОРМУВАННЯ АГРОЦЕНОЗІВ.....
284	
6.1 Лінійний приріст рослин кукурудзи залежно від агротехнологічних прийомів	284
6.2 Формування висоти рослин кукурудзи залежно від агроприйомів.....	293
6.3 Роль елементів агротехніки у формуванні площі листової поверхні рослин кукурудзи	301
6.4 Залежність густоти стеблостою в посівах кукурудзи за різних елементів агротехніки.....	308
6.5 Вплив агротехнологічних прийомів на формування маси тисячі зерен кукурудзи.....	316
Висновки до розділу 6.....	323
РОЗДІЛ 7	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ АГРОТЕХНОЛОГІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ.....
325	

	39
7.1 Вплив агроприйомів на урожайність кукурудзи.....	325
7.2 Роль мінеральних добрив у формуванні продуктивності кукурудзи за різних агротехнологічних прийомів.....	328
Висновки до розділу 7.....	334
РОЗДІЛ 8 ЕКОНОМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОЦІНКИ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ.....	335
Висновки до розділу 8.....	339
ВИСНОВКИ.....	342
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ.....	349
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	351
ДОДАТКИ.....	387

.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

ДУ – Державна установа

НААН – Національна академія аграрних наук України

НТП – науково–технічні програми

ДР – державна реєстрація

ДДАЕУ – Дніпровський державний аграрно–економічний університет

АПК – агропромисловий комплекс

ДНУ – Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

ДУ ІЗК – Державна установа Інститут зернових культур

ВВ – вологість стійкого в’янення

НВ – найменша вологоємність

ФГ – фермерське господарство

ДП – Державне підприємство

МТА – машино–тракторні агрегати

ДСТУ – державний стандарт України

ОЦГ – обласний центр з гідрометеорології

ВВСН – загальноприйнята у світі шкала фаз росту і розвитку рослин

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

SD – standard deviation

ДС – Дослідна станція

ГУ – головне управління

ЗЗР – засоби захисту рослин

ІРМ – інтегрований захист рослин

ІWM – інтегрований менеджмент бур’янів

СА – консерваційні агротехнології

ВСТУП

Кукурудза займає одну із провідних позицій у світовому виробництві зерна. За своїм біологічним потенціалом, рівнем продуктивності вона переважає інші зернові культури. Однак, сучасні технології вирощування кукурудзи і оптимізації умов її росту ще не досягли такого рівня, який би забезпечив повноцінне використання генетичного потенціалу культури.

Основним в оптимізації умов життєздатності рослин кукурудзи є застосування інтенсивних технологій, які включають впровадження науково–обґрунтованих сівозмін, обробітку ґрунту, внесення добрив, агротехнічних і хімічних засобів захисту урожаю від хвороб, шкідників і бур'янів. При цьому кожен з технологічних прийомів окремо не здатний гарантувати створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин.

Питання науково–обґрунтованих сівозмін, способів основного обробітку ґрунту, внесення добрив, строків сівби, строків збирання, хімічного захисту кукурудзи, які наразі дуже інтенсивно впроваджуються, мають резерви для підвищення врожайності зерна, скорочення енерговитрат і збереження родючості ґрунту.

Перехід до нових агротехнологій вирощування кукурудзи супроводжується значними трансформаціями в шкідливому комплексі. Як наслідок, це відображається на фітосанітарному стані посівів – відновлюються популяції шкочинних організмів, розвиток яких донедавна утримувався на допороговому рівні, що є причиною недобору врожаю.

Тому, дослідження в питанні впливу агротехнологій на регулювання шкочинного комплексу, особливостей його формування при змінах технологічних прийомів вирощування кукурудзи матиме велике значення для теорії і практики рослинництва, агротехнологій і захисту рослин.

Актуальність. Сучасні інтенсивні технології вирощування кукурудзи на зерно характеризуються розширенням посівних площ, зростанням насичення сівозмін цією культурою, збільшенням обсягів впровадження ґрунтозахисних

способів обробітку. Ці організаційні тенденції, як правило, супроводжуються зростанням фітосанітарних ризиків (хвороби, шкідники, бур'яни), які необхідно стримувати шляхом розробки ефективних способів контролювання їх шкодочинності. Тому, комплексні заходи зниження ризиків фітосанітарного забруднення агроценозів і одночасне сприяння зростанню врожайності набувають надзвичайно важливого значення.

Доцільність виконання роботи обумовлена необхідністю встановлення впливу агротехнологій кукурудзи на розвиток комплексу шкодочинних організмів (в різні фази їх активності). На сьогодні досить актуальним є встановлення зв'язку ґрунтозахисного обробітку в цілому зі здоров'ям рослин, а також вплив цих заходів на продуктивність кукурудзи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження за темою дисертації виконувались в межах державних науково–технічних програм – «Захист рослин» (2006–2010 рр.), «Захист рослин та фітосанітарна безпека» (2011–2013 рр.), «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин», «Наукові основи підвищення ефективності зернового комплексу на базі розроблення селекційних і технологічних інновацій для забезпечення потреб у продовольчому, фуражному та технічному зерні» (2011–2015 рр.), «Обґрунтувати природоохоронні основи захисту рослин за критеріями чисельності фітофагів і ентомофагів у агроценозах зернових культур» (2011–2015 рр.), «Наукові основи сучасних технологій прогнозу і управління фіто санітарним станом агроценозів («Захист рослин») (2016–2020 рр.), «Новітні системи землеробства і землекористування» (2016–2020 рр.), «Технології вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго» (2016–2020 рр.), «Розробити агроекологічний комплекс підвищення продуктивності зернових культур на основі новітніх досягнень у селекції та ресурсно–адаптивних моделей технологій для різних сільськогосподарських зон», «Технологія вирощування зернових культур. Селекція кукурудзи і сорго» (2016–2020 рр.), «Новітні системи землеробства і землекористування» «Фітосанітарна безпека, захист і карантин рослин», (2021–2025 рр.).

Дослідження за темою дисертаційної роботи були складовою частиною завдань:

- «Розробити екологічно безпечні технології обмеження шкодочинності хвороб і шкідників в посівах пшениці і кукурудзи та запасах зерна» (2006–2010 рр.), № ДР 01061U001879;
- «Науково обґрунтувати систему заходів управління чисельністю шкідників та розвитком хвороб в посівах озимої пшениці та кукурудзи» (2011– 2015 рр.), № ДР 0111U004723;
- «Обґрунтувати природоохоронні основи захисту рослин за критеріями чисельності фітофагів і ентомофагів у агроценозах зернових культур» (2011–2013 рр.), № ДР 0111U004720;
- «Розробити методи контролювання поширення шкідників і хвороб в посівах зернових культур» (2016–2020 рр.), № ДР 0116U001251;
- «Розробити теоретичні основи і функціональні моделі високопродуктивних екологічно збалансованих сівозмін з ринковою орієнтацією та механізми технологічного відновлення родючості чорноземів степової зони» (2016–2020 рр.), № ДР 0116U001232;
- «Розробити методологію і параметри регулювання біологічної активності ґрунтів і їх продуктивності в Північному Степу» (2016–2020 рр.), № ДР 0116U001233;
- «Оптимізувати способи контролювання фітопатогенних організмів насіння кукурудзи при вирощуванні в системі ґрунтозахисного землеробства» (2020 рр.), № ДР 0120U100186;
- «Наукове обґрунтування системи інтегрованого захисту пшениці озимої та кукурудзи від хвороб і шкідників у зоні Степу (2021–2025 рр.), № ДР 0121U107708.

Об'єкт дослідження – процеси формування бур'янового фітоценозу, фітопатогенного та ентомокомплексу за різних агротехнологічних прийомів вирощування кукурудзи, моделювання оптимальних систем контролювання

фітосанітарного стану на фоні мінімізації обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння кукурудзи і внесення мінеральних добрив.

Предмет дослідження – кукурудза, агротехнічні та хімічні засоби зниження шкодочинності фітопатогенів та фітофагів в сівозміні, ґрунтозахисний обробіток, мінеральні добрива, оцінка морфометричних параметрів агроценозу.

Мета і задачі дослідження – основною метою досліджень було встановлення рівня впливу сучасних прийомів агротехніки кукурудзи (способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння, внесення добрив) на формування зернової продуктивності кукурудзи. Встановлення фітосанітарних і економічних ризиків при мінімізації технологій вирощування кукурудзи в накопиченні шкодочинних організмів і формуванні фітоценозу бур'янів та наявності побічної органічної продукції попередників сівозміни, закономірності розповсюдження і ураження насіння і рослин фітопатогенами і шкодочинними фітофагами залежно від гібрида, строків сівби і збирання врожаю.

Для досягнення поставленої мети ставилися наступні *задачі*:

- розробити ефективні агрозаходи контролювання фітосанітарної ситуації при вирощуванні кукурудзи;
- встановити особливості формування шкодочинного комплексу при вирощуванні кукурудзи за різних елементів агротехніки;
- вивчити вплив рослинних решток попередника на фітосанітарний стан посівів кукурудзи;
- визначити економічні ризики мінімізації обробітку ґрунту, особливо, у випадку наявності мульчованого покриття на поверхні поля;
- провести морфометричний аналіз рослин кукурудзи за різних елементів агротехніки;
- визначити рівень виробничих витрат, економічної ефективності і шкодочинну дію фітопатогенів і фітофагів залежно від способу основного обробітку ґрунту, внесення мінеральних добрив та передпосівного протруювання насіння при вирощуванні кукурудзи.

Методи дослідження. В процесі виконання роботи застосовували методи польових та лабораторних досліджень, математично–статистичний аналіз.

Польові дослідження включали одно– і багатофакторні схеми, короткотермінові та стаціонарні експерименти. В них визначали вплив агротехнологій на фітосанітарний стан агроценозів, видовий склад шкочинного комплексу, динаміку його розвитку, фенологічні спостереження за ростом і розвитком рослин кукурудзи, формуванням продуктивності. До групи контрольних показників входили морфометричні параметри, такі як лінійний приріст, висота рослин, площа листкової поверхні, густина стеблостою, маса 1000 зерен.

За допомогою лабораторних досліджень визначали схожість насіння, інфекційний рівень зараження насіння перед висівом і перед протруюванням та після інкрустації, також проведено оцінку розповсюдження збудників хвороб на стадії ювенільного розвитку проростків кукурудзи.

Під час математично–статистичного методу опрацювання даних застосовували методи дисперсійного аналізу із застосуванням новітніх комп’ютерних програм.

Наукова новизна одержаних результатів досліджень полягає у тому, що *вперше* в Україні:

- встановлено закономірності впливу елементів агротехніки (підбір гібрида кукурудзи, строки сівби і збирання врожаю, мінімізація обробітку ґрунту, внесення добрив та передпосівне протруювання насіння) на формування шкочинного комплексу кукурудзи в Північному Степу України;
- проаналізовано роль маси рослинних решток пшениці озимої як попередника кукурудзи, які були добрим живильним субстратом для патогенних мікроорганізмів та оцінки потенціалу фітосанітарної небезпеки;
- визначено вплив мінеральних добрив на продуктивність кукурудзи та ефективність від їх застосування на формування шкочинного комплексу;

– встановлена особливість трансформації складу шкочинних об'єктів (хвороб, шкідників, бур'янів) залежно від агротехнологічного комплексу при вирощуванні кукурудзи.

Удосконалено:

– контролювання шкочинності фітопатогенів і фітофагів в умовах трансформації видового складу при вирощуванні кукурудзи в агротехнологіях.

Набули подальшого розвитку:

– наукові положення та базова інформація щодо прийомів основного обробітку ґрунту, системи удобрення і оптимізації захисту кукурудзи від шкочинних організмів з метою покращення фітосанітарного стану посівів.

Наукове і практичне значення. Одержані результати досліджень мають фундаментальне і прикладне значення в галузі рослинництва, землеробства та захисту рослин кукурудзи від шкочинних організмів, складання коротко– або довгострокових прогнозів фітосанітарного стану посівів в Дніпропетровській області (зона Степу України).

Наукові положення дисертації розкривають закономірності впливу сучасних агротехнологій на формування комплексу шкочинних організмів та бур'янового ценозу кукурудзи в Північному Степу України, що дає можливість оцінити всі економічні та біологічні ризики і доцільність використання різних агротехнологій вирощування кукурудзи.

Практична цінність роботи полягає в розробці і рекомендації виробництву нових високоефективних прийомів регулювання шкочинного комплексу в посівах кукурудзи і ефективних енергозберігаючих агротехнологічних прийомів.

Виробничі випробування та впровадження розроблених прийомів агротехніки проведені в ДП ДГ «Дніпро» ДУ Інститут зернових культур НААН України, Дніпропетровської ДС Інституту овочівництва і баштанництва НААН України, рекомендовані для впровадження ГУ Держпродспоживслужбою в Дніпропетровській області в господарствах різних форм власності та спеціалізації сільськогосподарського виробництва Дніпропетровської області та

широке використання завершених наукових розробок в навчальній діяльності закладів вищої та професійної освіти (додаток О. 1–5).

Завдяки агротехнологічній оптимізації досягнуто суттєве покращення фітосанітарної ситуації при насиченості посівних площ кукурудзою, підвищення ефективності протруйників насіння кукурудзи, оптимізацію умов формування агроценозу кукурудзи, підвищення польової схожості насіння на 12–15 %.

Визначено особливості формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи при впровадженні агротехнологічних прийомів, розроблено ефективні заходи контролювання фітосанітарної ситуації в системі мульчованого (солома) обробітку ґрунту, що гарантує приріст врожайності від передпосівного протруювання насіння в середньому на 0,10–0,18 т/га; від застосування добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – на 0,9–1,1 т/га та отримання додаткового прибутку у межах 250–1100 грн/га.

Комплекс агроприйомів в зоні Степу забезпечив середню урожайність зерна кукурудзи 5–7 т/га, підтримання рентабельності виробництва на рівні 112–178 % та одержання чистого прибутку в межах 12–16 тис. грн/га.

Особистий внесок здобувача. Автору особисто належить формування концепції і розробка програми досліджень, вибір і обґрунтування напрямку роботи, планування експериментів та їх проведення в польових і лабораторних умовах, аналіз і наукове трактування результатів, внесення власних наукових положень до захисту дисертації, викладення матеріалів в публікаціях.

Всі етапи науково–дослідних робіт, результати яких увійшли до дисертації, проведені особисто автором або за його безпосередньої участі – визначення стану проблеми і питань в ній, що потребують вирішення, розробка робочих програм експериментів, підготовка рукописів наукових звітів і опублікованих праць. Обґрунтування висновків і рекомендацій виробництву, проведення виробничої перевірки і впровадження розробок у практику АПК. Самостійно та в співавторстві опубліковано наукові праці за результатами досліджень (частка в яких становить 30–100 %).

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи доповідалися і обговорювалися на засіданнях науково–методичної ради та Вченій раді ДУ Інститут зернових культур, а також наукових симпозіумах, семінарах і конференціях різного рівня: Міжнародній науково–практичній конференції «Фітосанітарна безпека та біоекологія застосування пестицидів» (Чернівці–Бояни, 2010); The Nato Science for Peace and Security Programme: Program and Abstracts» (Dnipro, 2011); Міжнародній науково–практичній конференції «Аграрна наука та практика на сучасному етапі розвитку: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення» (Львів, 2012); Всеукраїнській науково–практичній конференції «Стратегії та практика розвитку агропромислового комплексу України» (Одеса, 2012); Міжнародній науково–практичній конференції «Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу» (Львів, 2012); International Symposium ISB–INMA TECH (Bucharest, 2018); Всеукраїнській науково–практичній конференції присвяченій 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії «Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення» (Полтава, 2018); Всеукраїнській дистанційній науково–практичній конференції «Сучасні тенденції в сільському господарстві» (Полтава, 2020); Всеукраїнській науково–практичній конференції здобувачів, молодих учених та спеціалістів (Харків, 2021); Міжнародній науковій конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН України Валентина Сергійовича Цикова «Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення» (Дніпро, 2023); 5th International scientific and practical conference «Current challenges of science and education» (Germany, Berlin, 2024); Міжнародній науково–практичній конференції до 90–річчя агрономічного факультету ДДАЕУ «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування с.–г. культур» (Дніпро, 2023); Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук,

професора Григорія Родіоновича Пікуша (Дніпро, 2024); Наукові основи адаптивного землеробства: Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Федора Трохимовича Моргуна, 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (Дніпро, 2024); Матеріали VIII Міжнародної науково–практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» до 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету (1934–2024 рр.) (Дніпро, 2024).

За підсумками дослідження проблем зберігання насіння кукурудзи, в конкурсі Дніпропетровської обласної держадміністрації в 2013 році «Молоді вчені – Дніпропетровщині» на тему «Здорове насіння – шлях до високого врожаю і продовольчої безпеки» за розробку комплексу заходів щодо методів контролювання фітопатогенів насіння кукурудзи, конкурсна комісія і експерти визнали автора переможцем.

Результати проведеної автором дослідницької роботи по визначеній темі були представлені в рекомендаціях «Оптимізувати способи контролювання фітопатогенних організмів насіння кукурудзи при вирощуванні в системі ґрунтозахисних агротехнологій».

Матеріали досліджень увійшли до монографії «Рівень розвитку техніки і технологій в ХХІ столітті» в розділі No–till технології на степових чорноземах.

Публікації. Основні результати наукових досліджень викладені в 78 наукових працях, у тому числі книг і монографій – 1, наукових фахових виданнях України – 22, статті у періодичних виданнях, включених до категорії «А» Переліку наукових фахових видань України, та/або наукових періодичних виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus – 10, зарубіжних виданнях – 1, інших виданнях – 10, тезах і матеріалах

наукових конференцій – 20, методичних та науково–практичних рекомендаціях – 14.

Структура та обсяг дисертаційної роботи. Дисертація складається із вступу, 8 розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Роботу викладено на 437 сторінках комп’ютерного тексту, яка містить 40 таблиць, 42 рисунки та 44 додатки. Список використаних літературних джерел містить 300 найменування, у тому числі – 217 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЯХ

(літературний огляд)

1.1 Сучасні тенденції вирощування кукурудзи в Україні: національні практики та міжнародний досвід

Цей огляд узагальнює сучасні тенденції у вирощуванні кукурудзи в Україні, поєднуючи національну практику з міжнародним досвідом за чотирма ключовими напрямками: агроекологічна придатність зон, селекція та оцінка гібридів, агрономічне управління і цифрові та зрошувальні інновації.

Мета огляду включає всебічний аналіз сучасних тенденцій у вирощуванні кукурудзи в Україні у контексті глобального аграрного розвитку.

Придатність і стабільність урожайності змінюються вздовж чітко вираженого широтно–меридіонального градієнта. У Поліссі розвиток культури обмежується дефіцитом тепла та строкатістю дренажу. Лісостеп є загалом сприятливим за умов вирощування кукурудзи, проте врожайність істотно залежить від сезонних коливань гідротермічного режиму. У Степу основним лімітуючим чинником є волога, тому необхідні технології збереження вологи, а за потреби – раціонально сплановане зрошення.

Селекційні програми зосереджені на створенні стійких до стресів гібридів ранньо– та середньостиглих груп, які випробовуються у багатофакторних польових дослідках з акцентом на екологічну стабільність та якість зерна. З агротехнічного боку дедалі ширше впроваджуються ґрунтозахисні системи такі як мінімальний і стрічковий обробіток ґрунту з використанням післяжнивних решток.

Урізноманітнення сівозмін із залученням бобових і дрібнозернових культур сприяє біологічному кругообігу елементів живлення та знижує

фітосанітарне навантаження. Збалансоване внесення макро– і мікроелементів, а також застосування фертигації за обґрунтованої доцільності підвищує ефективність формування зерна, тоді як інтегрований захист рослин на основі економічних порогів шкідливості забезпечує стабільність контролю. Використання точних технологій (диференційований висів і удобрення, ближнє та дистанційне зондування, картування врожайності) дозволяє формувати загально адаптовані технологічні прийоми. У посушливих умовах краплинне чи підґрунтове зрошення в поєднанні з мульчуванням або використанням рослинних решток підвищує раціональне використання води і зменшує ризик теплового та вологодефіцитного стресу в період викидання волоті й цвітіння.

Для всіх систем характерним об'єднувальним чинником є турбота про здоров'я ґрунту: застосування покривних культур, контрольованого руху техніки та ефективного управління рослинними рештками. Огляд формує практично орієнтовану концепцію, що інтегрує вибір гібридів, систему обробітку, сівозміну, живлення, захист рослин, фітосанітарний моніторинг.

Кукурудза (*Zea mays L.*) посідає ключове місце у глобальних системах виробництва продовольства, кормів і біоенергії, забезпечуючи продовольчу програму, конкурентоспроможність тваринницької галузі [35; 46; 115; 292].

Серед зернових культур вона має найбільшу частку у світовому виробництві, а попит на неї формують зростання споживання тваринного білка (кормове використання), стабільне продовольче споживання та розширення промислових напрямів таких як виробництво крохмалю, підсолоджувачів і біоетанолу. За останні два десятиліття, за даними ФАО, зерно кукурудзи має одні з найвищих темпів зростання виробництва та міжнародної торгівлі [35; 42; 46; 197].

Поживна цінність і технологічна універсальність кукурудзи пояснюють її широке розповсюдження. У країнах Африки та Латинської Америки вона є основною продовольчою культурою, тоді як у високорозвинених економіках є основним компонентом кормових раціонів для свиней і птиці та важливою сировиною для біоорієнтованих галузей. Водночас глобальний ринок кукурудзи

характеризується високою концентрацією експорту та значною чутливістю до логістичних і макроекономічних коливань, що спричиняє мінливість цін і підвищує системні ризики у ланцюгах постачання [46; 63; 222].

Динаміка врожайності кукурудзи є нестабільною. Попри довготривале зростання, у багатьох регіонах спостерігається уповільнення приросту або стабілізація врожайності, що свідчить про вичерпання потенціалу екстенсивного розвитку й надмірної інтенсифікації та вимагає нових технологічних прийомів, спрямованих на підвищення ефективності використання ресурсів [24; 296].

Порівняльні аналізи показують, що останні досягнення за рівнем врожайності у провідних регіонах світу зумовлені насамперед агротехнічними і кліматичними чинниками, своєчасністю виконання польових робіт, оптимізацією густоти стояння рослин, ефективним управлінням водним та азотним живленням, контролюванням фітосанітарного стану посівів, раціональним використанням теплових ресурсів, а не лише досягненнями генетичних ресурсів [110; 203; 213; 290].

У країнах Азії інтенсивні агротехнологічні системи виявляють значні відмінності між потенційною та фактично досягнутою врожайністю, які можна зменшити завдяки точному регулюванню азотного живлення, водозабезпечення та густоти посівів [62; 110; 203]. Це відображає глобальну проблему: за поточних тенденцій темпи зростання врожайності основних зернових культур, зокрема і кукурудзи, є недостатніми для подвоєння світового виробництва до 2050 р. без суттєвих технологічних і економічних змін [77; 110; 296].

Паралельно зростає інтенсивність кліматичних ризиків. Багатомодельні оцінки мінливості кліматичних змін свідчать, що глобальне потепління вже призводить до зниження врожайності основних культур, причому кукурудза є особливо вразливою до теплових коливань і посух у фазах викидання волоті, цвітіння та наливу зерна [14; 149; 214].

Серед основних пріоритетів адаптації є підвищення ефективності використання води та азоту за допомогою точних агротехнологій, адаптація

тривалості вегетаційного періоду гібридів до кліматичних коливань [19; 53; 118; 203].

Досвід високопродуктивних систем показує, що можливо поєднувати високу врожайність із низьким рівнем вуглецевих викидів шляхом оптимізації азотного живлення, використання післяжнивних решток та впровадженням ресурсозберігаючих систем обробітку ґрунту [7; 36; 176; 187].

З погляду ринку, базовий прогноз ФАО на 2024–2033 рр. передбачає збереження сталого попиту на зерно кукурудзи, зумовленого розвитком тваринництва у країнах, що розвиваються, та стабільним промисловим використанням продукції [35; 42; 46; 141].

Географія виробництва зернової продукції залишатиметься різноманітною, а конкурентоспроможність визначатиметься рівнем продуктивності, ефективністю логістики, якістю продукції та здатністю до управління ризиками. Для науково–дослідної та інноваційної політики це означає перехід від розширення посівних площ до впровадження новітніх агротехнологій і вдосконалення управління ризиками на всіх етапах виробничо–логістичного ланцюга від господарства до експорту [26; 70; 161; 257].

У цьому глобальному контексті Україна посідає важливе місце завдяки потужному біокліматичному потенціалу та провідній ролі на експортному ринку. Реалізація цього потенціалу дедалі більше залежить від впровадження технологій з високою ефективністю використання води й азоту, модернізації логістики та інтеграції елементів точних агротехнологій для зниження витрат і підвищення якості зерна [26; 70; 161; 257].

Кукурудза є системоутворювальною культурою агропродовольчого комплексу України. Вона становить значну частку у структурі зернового експорту, забезпечує комбікормову та переробну промисловість сировиною, забезпечує валютні надходження та формує фінансову стабільність господарств. Її соціально–економічне значення особливо зросло у 2022–2025 рр., попри порушення логістики та зміну структури ринку, кукурудза

залишалася стратегічною ланкою, що забезпечувала зв'язок України зі світовими ланцюгами постачання продовольства і кормів [35; 115].

Україна входить до п'ятірки провідних експортерів кукурудзи у світі останні десять років. Сприятливі агроекологічні умови, родючі ґрунти та розвинена аграрна інфраструктура забезпечують високі врожаї й стабільні позиції на міжнародних ринках. За останні два десятиліття поширення гібридного насіння, модернізація технологій вирощування та впровадження елементів точного землеробства трансформували кукурудзу з переважно внутрішньої культури у стратегічний експортний продукт. Сьогодні вона становить понад третину всього експорту зернових культур України, забезпечуючи поставки до ЄС, Китаю, Північної Африки та Близького Сходу. Така інтеграція у глобальні ланцюги постачання підкреслює важливість підтримання конкурентоспроможних систем виробництва, що відповідають вимогам якості та сталого розвитку галузі [70; 161; 257].

Значення кукурудзи в Україні варто розглядати у ширшому контексті глобальних аграрних викликів. Зміни клімату, дефіцит ресурсів, деградація ґрунтів і нестабільність ринкової кон'юнктури створюють безпрецедентний тиск на системи виробництва. Зміни температури й опадів можуть як позитивно, так і негативно впливати на врожайність кукурудзи залежно від регіональних умов та адаптаційних вимог. Одночасно підвищується потреба у сталих практиках агротехнологій, зокрема ґрунтозахисному обробітку, інтегрованому захисті рослин і зменшенні негативних наслідків виробництва [64].

Для України поєднання високої продуктивності з екологічною стійкістю є не лише внутрішнім завданням, а й стратегічною умовою збереження позицій на міжнародному ринку [35; 93; 115; 132].

З технологічної точки зору, останнє десятиліття стало періодом значного прогресу у селекції та агротехнологіях кукурудзи. Розроблення та впровадження посухо- та жаростійких гібридів, підтримане молекулярними методами [70; 232].

Міжнародний досвід пропонує цінні орієнтири для вдосконалення українських систем вирощування кукурудзи. У США високі врожаї забезпечуються поєднанням інтенсивного використання ресурсів, сучасних гібридів, зрошення та ефективних механізмів управління ризиками [163]. У Бразилії відкривається ефективність другої (післязбиральної) частини у вирощуванні кукурудзи та розвиток зв'язку між виробництвом зерна й біоетанолу [63]. У Китаї акцент робиться на регіональній оптимізації та управлінні щільністю посівів, що дає змогу досягати самозабезпечення за рахунок підвищення ефективності агротехніки [110]. Європейський Союз, в свою чергу, підкреслює екологічну обумовленість та стимулює екологічно дружні практики через екосхеми спільної аграрної політики [97]. Адаптація цих підходів до агроекологічних і економічних умов України може підвищити стійкість виробництва до кліматичних ризиків, покращити ефективність використання ресурсів і відкрити нові можливості на міжнародних ринках.

Кліматичні зони України та придатність для вирощування кукурудзи. Придатність агрокліматичних умов України для вирощування кукурудзи зумовлена забезпеченістю тепловими ресурсами (сума ефективних температур, тривалість безморозного періоду), водозабезпечення (опаді, гідротермічний коефіцієнт Г. Т. Селянинова, режим ґрунтових вод) і агроландшафтних характеристик [27;192; 236].

Статистичні дані свідчать про високу чутливість урожайності кукурудзи до сезонної зміни температури і опадів та про зростання частоти екстремальних аномалій упродовж останніх десятиліть [14].

Для надійного зонування класичні довгострокові кліматограми й гідротермічні індикатори доцільно доповнювати сучасними дистанційними оцінками продуктивності та аномалій урожайності [140], а також інтегральними підходами, що оцінюють потенціал урожайності як функцію клімату та агрофітотехнологій [89].

Полісся. Північний поліський пояс характеризується відносно прохолодним кліматом і надлишком вологи, що обмежує теплові ресурси для

пізньостиглих гібридів і створює внутрішньопольову неоднорідність на осушених землях через мілке залягання ґрунтових вод і мікрорельєф [190].

Польові дослідження на меліорованих ґрунтах Західного Полісся надають агроекологічне обґрунтування технологій зернової кукурудзи, адаптованих до дренажних умов і просторової мінливості зволоження [284]. Просторово–часові аналізи у Волинській області (2000–2019) виявляють неоднорідність урожайності, зумовлений річними коливаннями тепла й опадів, що має враховуватися при доборі груп стиглості та строків сівби [117]. Для Полісся та суміжного Лісостепу статистичні оцінки пов’язують значну частку відхилень урожайності зі змінами клімату, підкреслюючи теплові обмеження на півночі та водні – на півдні [248].

Лісостеп. Центральний пояс України є найбільш збалансованою зоною для кукурудзи, поєднуючи достатні суми температур із загалом сприятливим зволоженням. Водночас урожайність кукурудзи сильно залежить від сезонної конфігурації гідротермічних умов. Для Правобережного Лісостепу гідротермічні показники (включно з ГТК Селянинова) пояснюють реакції культури на водозабезпечення та доступність азоту, створюючи методологічну основу для зонування й вибору технологій [27; 236]. Польові дані із Західного Лісостепу в умовах зміни клімату свідчать, що коректний добір групи стиглості, густоти стояння та системи живлення здатен стабілізувати врожайність кукурудзи попри зростаючу погодні мінливість погодних умов [150]. Узагальнено це підтверджує високу базову придатність Лісостепу за умови передбачення ризиків посухи у фазах цвітіння та наливу зерна [150; 236].

Степ. Степ має найвищі теплові ресурси, але лімітований вологою, що підвищує імовірність посухового стресу та звужує безлімітне вікно у критичні фенологічні фази [14; 149]. Довгострокові оцінки показують, що аномалії опадів і температур у Степу тісно пов’язані з відхиленнями врожайності, особливо у роки теплових аномалій і тривалих літніх посух [14]. Тут агрокліматична придатність визначається не лише сумами температур, а й ефективною доступністю води та здатністю вологозберігаючих технологій

скорочувати непродуктивні втрати вологи утриманням післяжнивних решток, мінімальним або стрічковим обробітком, мульчуванням [20; 187; 227]. Водночас визначений для України від’ємний баланс макроелементів на ріллі свідчить про потребу інтегрувати родючість ґрунтів у поняття придатності: дефіцити N, P і K разом з ерозійними втратами понижують довгостроковий продуктивний потенціал, особливо у водно–дефіцитних степових умовах [111; 183].

Сучасні геопросторові платформи істотно підсилюють діагностику кліматичної придатності. Господарські виробничі моделі, що поєднують супутникові та метеодані, забезпечують достовірне прогнозування врожаю на полі, підтримуючи внутрішньосезонні корекції строків сівби, заданої густоти, диференційованого живлення та інструментів страхування ризиків [77; 84; 89; 102; 145].

Добір груп стиглості гібридів, оптимізація строків сівби, диференційоване живлення, мінімальний або стрічковий обробіток, протиерозійні заходи на схилах, використання покривних культур – є ключем до трансформації кліматичних ресурсів у прогнозований урожай у кожній ґрунтово–кліматичній зоні [27; 187; 227; 236; 248]. Глибша інтеграція супутникового моніторингу з польовою діагностикою узгоджує карти придатності з фактичною реакцією посівів, уточнюючи зонування й підвищуючи економічну ефективність агрономічних рішень [89; 93; 140; 166].

Типи ґрунтів України та водозабезпечення. Агроекологічна придатність українських ландшафтів для кукурудзи визначається поєднанням типів ґрунтів, гранулометричного складу й структури, вмісту органічної речовини, глибини профілю та об’ємної маси і водного режиму, включно з формуванням і сезонною динамікою запасів доступної вологи, частотою й тривалістю посух [96; 147; 192]. За переважання чорноземів та споріднених ґрунтів водоутримувальні властивості горизонту A, баланс макро– та мікропористості й стійкість структури визначають польову вологомісткість, вологість в’янення та, зрештою, ємність доступної вологи (ЄДВ) кореневмісного шару [192]. Ці

грунтові детермінанти дедалі частіше оцінюють за стандартизованими базами й цифровими картами, що інтегрують фізико–хімічні властивості в моделі продуктивності та агроекономічні системи, безпосередньо пов’язуючи ґрунтову агрофізику з управлінськими рішеннями на рівні господарства [26; 96; 147].

Ризики посилюються в умовах зміни клімату та воєнних потрясінь, які створюють для господарств комбінацію гідрологічного стресу та інфраструктурної нестабільності з прямими наслідками для надійності зрошення й водної безпеки у Степу [182].

Дистанційні дослідження додають ще один вимір, показуючи, що водокористування в агросекторі визначається не лише природними обмеженнями, а й соціально–політичними чинниками, тож у політику водного управління необхідно інтегрувати аспекти впорядкування [38].

Ці нові гідрологічні виклики підсилюють нагальність упровадження агроприйомів, що підвищують ефективність використання вологи. Загальне водоспоживання кукурудзи залежить від ефективних опадів, запасів ґрунтової вологи, глибини кореневої системи та випаровування, але господарські рішення істотно модифікують ці баланси [255].

Орієнтоване на врожай управління, оптимізація густоти стояння рослин, моніторинг і контролювання бур’янів, мульчування, мінімальний обробіток, зменшення ущільнення ґрунту сільськогосподарською технікою здатне суттєво підвищити водну ефективність навіть без зрошення [20; 187; 227]. Якщо зрошення застосовують, поєднання розкладу поливів із ґрунтовою вологоємною діагностикою та показниками атмосферних опадів мінімізує втрати води й синхронізує її подачу з піковими потребами культури, особливо у фазах викидання волоті – цвітіння – наливу зерна [19; 62; 203; 218; 236; 257].

Нарешті, цифрові ґрунтові та гідрометеорологічні дані дають змогу інтегрувати ці виміри в уніфіковані плани. SoilGrids 2.0 та профілі WoSIS у поєднанні з національними інвентаризаціями формують повні шари щодо текстури, органічного карбону, об’ємної маси й глибини профілю – ключові входи для розрахунку ЄДВ і моделювання ризиків дефіциту вологи під різними

кліматичними змінами [196; 147; 166]. Міжнародні дані щодо чорних ґрунтів підкреслюють, що чорноземи України лишаються стратегічним активом, однак їх деградація через зниження вмісту гумусу та втрату структурності загрожує водоутримувальній здатності й довгостроковій продуктивності [96; 111; 183; 192].

Отже, створення національної системи MRV (моніторинг–звітність–верифікація) для ґрунтово–водних індикаторів – картування ЄДВ, посухових індексів і обліку продуктивних водних запасів – дозволить інтегрувати ці дані у моделі реакції культур [93; 147; 166]. Аналіз ситуації підводить до головного висновку: чорноземи забезпечують високий внутрішній потенціал, легші ґрунти вимагають жорсткішого водного регулювання, а Степ – водозберігаючих технологій і зрошення; лише поєднанням дбайливого управління ґрунтом і сучасних систем зрошення Україна зможе гарантувати стабільні врожаї кукурудзи в умовах зростаючих кліматичних ризиків [14; 65; 161; 182; 232].

Внутрішня структура виробництва кукурудзи: малі, середні та великі господарства. Економіка виробництва зерна кукурудзи в Україні має виразну подвійну структуру за масштабом: поряд із великими комерційними підприємствами працює широка низка малих і середніх господарств, зокрема сімейних фермерських господарств [65; 107; 139].

Оскільки кукурудза є високозатратною культурою і потребує високоефективної техніки, дороговартісних хімічних засобів, штучного досушування, спеціалізованого зберігання та значного вкладення фінансів, а розмір господарства визначає доступ до технологій, фінансів і збутової інфраструктури [107; 139].

У глобальному вимірі концентрація сільгоспземель зростає, тоді як малі й середні виробники й надалі суттєво роблять внесок у продовольчі системи; результати сильно залежать від державної підтримки, що формує доступ до ресурсів і послуг [107]. Тому важливо розглядати, як ринкові механізми й організація господарств спільно формують ефективність виробництва кукурудзи в Україні [40; 94; 132].

Великі аграрні підприємства лишаються найголовнішими економічними об'єктами, забезпечуючи інвестиції у точні технології, високопродуктивні сушарки, логістику та експортні канали [35; 139; 141].

Середні господарства постають операційною основою виробництва зерна кукурудзи в Україні. Маючи достатню площу, щоб виправдати інвестиції у техніку, сушіння та агрохімічну діагностику ґрунтів, вони здатні реалізувати виробництво без надмірних витрат агропідприємств [70; 94]. Часто саме вони першими впроваджують у практику адаптовані дані, картування зон урожайності, диференційований висів і удобрення, моніторинг ґрунтової вологи що дають змогу швидко масштабувати інновації [70; 84; 89; 107; 108; 139; 145; 166].

На іншому боці малі фермерські господарства глибоко інтегровані в локальні продовольчі системи, постачаючи силос, корми та органічну кукурудзу. Їхні недоліки це обмежений доступ до сушіння, зберігання [70; 107].

Висновок для виробництва зерна кукурудзи однозначний: інструменти мають бути водночас чутливими до масштабу й орієнтованими на результативність [40; 65; 94; 111; 192; 232]. Державна підтримка матеріальної бази точних агротехнологій та кооперативної інфраструктури для сушіння та зберігання допоможе малим і середнім господарствам зменшити післязбиральні втрати та поліпшити якість кукурудзи [64; 70; 89; 297].

Виробництво зерна кукурудзи в Україні доцільно розглядати не як єдину траєкторію укрупнення, а як сукупність взаємодоповнювальних сильних сторін: великі підприємства – як інфраструктурні та експортні бази, середні – як стабілізаційна основа завдяки швидкому засвоєнню інновацій, малі – як джерело гнучкості та нішевого постачання, посилене кооперацією й сервісами [35; 42; 65; 70; 107; 115; 132; 139; 161; 197; 232].

Важливим є те, що розвиток створення гібридів кукурудзи в Україні має виразну траєкторію, відмінну від загальної світової історії культивування. Так, у Сполучених Штатах гібридна кукурудза була запроваджена на початку

XX століття; створення інбредних ліній і використання гетерозису революціонізували виробництво кукурудзи [69; 233].

В Україні впровадження гібридизації набрало обертів після середини XX століття із формуванням спеціалізованих селекційних шкіл і науково–дослідних установ. Одним із поворотних моментів стало створення перших вітчизняних гібридів, адаптованих до місцевих умов Степу та Лісостепу. Ранні програми селекції прагнули поєднати високий потенціал урожайності зі скороченим періодом вегетації, аби забезпечити повне досягання за континентального клімату. Згодом інтеграція міжнародного генофонду розширила генетичну базу й сприяла створенню стресостійких гібридів [218].

1990–ті та початок 2000–х років позначилися переходом до ринково орієнтованого насінництва. Цей період супроводжувався інтенсифікацією співпраці з транснаціональними насіннєвими компаніями, що запровадили високопродуктивні іноземні гібриди. Водночас залежність від зовнішнього генофонду висвітлила потребу посилення національної селекційної спроможності. У відповідь українські дослідники активізували створення інбредних ліній, включно з технологією подвоєних гаплоїдів (DH) та вдосконаленням гетеротичних груп [263].

Сьогодні Україна має різноманітний асортимент гібридів – від ранньостиглих для північних регіонів до пізньостиглих, високоврожайних, оптимізованих для зрошуваних систем для південних регіонів. Наприклад, гібриди Арабат і ДН Софія за краплинного зрошення забезпечували врожайність понад 15 т/га, перевищуючи інші системи зрошення на 1–2,3 т/га [257]. Водночас Устимівська станція істотно розширила й упорядкувала генофонд кукурудзи, каталогізувавши понад 300 локальних форм, сортів і синтетичних популяцій різного екологічного походження [290].

Загалом еволюція гібридизації кукурудзи в Україні ілюструє поступовий перехід залежності від імпортного генофонду до формування конкурентних вітчизняних гібридів. Нинішній етап позначений акцентом на адаптивності,

стабільності за стресових умов, що відображає як історичну траєкторію, так і сучасні виклики [231; 295].

Сучасна селекція кукурудзи в Україні дедалі більше узгоджується зі світовими стратегіями, однак відображає регіональні агроекологічні реалії, що визначають специфічні пріоритети. Перший пріоритет це підвищення потенціалу врожайності. Попри вагомий прогрес, середня урожайність кукурудзи в Україні досі змінюється в межах 6–8 т/га залежно від погодніх мінливості, тоді як експериментальні гібриди в умовах зрошення можуть перевищувати 15 т/га [257]. Селекціонери наголошують на поглибленому використанні гетерозису та формуванні нових гетеротичних груп як генетичної основи подальшого підвищення продуктивності [184]. Другий ключовий пріоритет включає пластичність і стабільність урожайності між середовищами. З огляду на виразну різноманітність кліматичних зон, екологічна стабільність є вирішальною для конкурентоспроможності гібридів [295]. Сучасні дослідження свідчать, що окремі вітчизняні гібриди зберігають відносно стабільну врожайність навіть за обмеженої ґрунтової вологи, тоді як імпортовані аналоги частіше характеризуються значними коливаннями [45; 156; 231; 233; 240].

Біотехнології в селекції кукурудзи. Біотехнології стали невід’ємною частиною світової селекції кукурудзи, і Україна поступово інтегрує їх у власну наукову інфраструктуру. Одним із найпоширеніших інструментів є маркер–асоційований добір (MAS), що дає змогу ідентифікувати бажані алелі, пов’язані з посухостійкістю, якістю зерна або стійкістю до хвороб на ранніх етапах розвитку. MAS прискорює селекційний цикл і підвищує точність створення гібридів [11]. Наприклад, українські програми застосовують молекулярні маркери для добору за ознаками морфології кореневої системи в умовах обмеженого зволоження [104; 164; 233].

Не менш важливими є технології клітинної та тканинної культури. Передусім ідеться про технологію подвоєних гаплоїдів (DH), яка дедалі ширше застосовується в Україні для прискорення отримання гомозиготних інбредних ліній. Показано, що DH–лінії не лише скорочують тривалість селекційного

процесу, а й підвищують генетичне просування за цикл [152; 257; 263]. Паралельно методи культури тканин полегшують збереження та розмноження цінного генофонду, підтримуючи генетичне різноманіття в межах програм.

Оцінювання нових гібридів. Оцінювання нових гібридів кукурудзи в Україні спирається на багатостадійний підхід, що поєднує державні випробування, багатолокаційні досліді та довготривалий моніторинг у контрастних екологічних умовах. Центральним механізмом є Державна система сортовипробування, яка проводить офіційні тести для оцінки врожайності, стабільності, стійкості до хвороб і параметрів якості у головних агроекологічних зонах України [275]. Результати цих випробувань є підставою для реєстрації гібридів у національному реєстрі.

Поза офіційними тестами селекціонери проводять багаторічні й багатопросторові випробування для виявлення взаємодії генотипу та середовища, яка істотно визначає продуктивність гібридів. За Марченко Т. (2020), залежно від інтенсивності технологій спостерігається значна варіабельність урожайності та стабільності, що підтверджує необхідність широкої регіональної перевірки [263]. Подібно до цього, Капустян С. (2021) показали, що гібриди різних груп стиглості відрізняються за закономірностями стабільності: ранні забезпечують нижчі максимуми, але більшу надійність, тоді як пізні досягають вищих пікових врожаїв у сприятливі роки [251].

Зростає увага до якісних показників зерна. Окрім стандартних урожайності й вологості, у фокусі знаходиться уміст крохмалю, білка та натура [184]. Для виробництва біоетанолу добирають гібриди з високим вмістом крохмалю в зерні [156].

Практичні підсумки оцінювання гібридів в Україні свідчать про високу адаптивність і стабільність окремих вітчизняних форм. Так, еколого–географічні випробування на Півдні підтвердили, що Арабат і ДН Софія за краплинного зрошення перевищували 15 т/га та випереджали імпорتنі аналоги [257]. Натомість ранньостиглий ДН Стяг забезпечував надійне досягання у північних регіонах, зменшуючи ризики осінніх приморозків [240].

Адаптація до кліматичної мінливості. Кліматична мінливість це перш за все повторювані посухи та теплові максимуми, що відноситься до найсерйозніших викликів для виробництва кукурудзи в Україні. Селекційні програми дедалі більше орієнтуються на адаптацію гібридів до мінливих умов, з акцентом на морфофізіологічні ознаки, тобто глибшу кореневу систему для ефективного залучення вологи, пролонговане збереження зеленої листкової маси для підтримання фотосинтезу під стресом та оптимізовану синхронізацію цвітіння для мінімізації впливу спеки під час запилення [213; 233].

Екофізіологічні дослідження підтверджують диференційовані реакції гібридів на температурний і водний стрес. Наприклад, Лавриненко О. (2020) показали, що за дефіцитного зрошення окремі гібриди підтримували рівень урожайності завдяки підвищеній ефективності використання води, тоді як інші давали істотне падіння врожаїв [257]. Подібно до цього, Гаврилюк М. (2022) відзначив, що гібриди з високою екологічною стабільністю здатні зберігати врожайність і в аридних, і в помірно вологих умовах [231].

Ще одна стратегія це корекція фенологічних параметрів, передусім тривалості вегетації. Ранні гібриди зменшують експозицію до пізньосезонних посух і відкривають можливості для отримання другого врожаю, натомість середньо– та пізньостиглі дають високий врожай у сприятливі роки [23; 251]. Така комбінаційна гнучкість груп стиглості дає виробникам інструменти управління погодними ризиками.

Нарешті, адаптація гібридів до кліматичних змін є не лише генетичним завданням, а й тісно пов'язана з агротехнікою. Наприклад, гібриди з високою толерантністю до дефіцитного зрошення демонструють кращу ефективність у поєднанні з прецизійними технологіями [257; 263].

Підвищення адаптивності гібридів до кліматичної мінливості є головною метою селекції в Україні; поєднання морфофізіологічних ознак, генетичного різноманіття та налаштованих агросистем покликане забезпечити стабільне виробництво [152; 213; 231; 257; 298].

Економічні аспекти вибору гібридів. Вибір гібридів має вагомі економічні наслідки для виробників, зважаючи на високу вартість гібридного насіння. Окупність інвестицій зазвичай сприятлива завдяки вищим врожаям, кращій стабільності та зниженим виробничим ризикам [175]. Економічне моделювання показує, що високоврожайні стресостійкі гібриди підвищують прибутковість на 20–30 % порівняно зі звичайними, особливо в умовах ризику посухи [23].

Важливим економічним виміром є роль гібридів у ризикових ситуаціях. Гібриди з високою екологічною стабільністю зменшують міжрічну варіабельність врожайності, підвищуючи передбачуваність доходів. Черчель В. (2020) підкреслює, що вибір групи стиглості (рання/середня/пізня), це стратегічне балансування потенціалу врожайності й ризику виробництва: ранні знижують ризики кліматичних екстремумів, пізні – максимізують прибуток у сприятливих роки [251; 295]

У ширшій перспективі конкурентність українських гібридів на міжнародних ринках зростає. Попри домінування компаній Corteva та Syngenta на внутрішньому ринку насіння, вітчизняні гібриди посилюють позиції завдяки нижчій вартості насіння та високій адаптованості до місцевих умов [225]. За Panfilova A. (2025), Україна зміцнює становище у світовій торгівлі насінням, пропонуючи гібриди для біоетанолу, кормів і крохмальної промисловості [141].

Ключову роль у реалізації економічного потенціалу гібридів відіграє насіннева система. Пащенко Н. і Лобко Т. (2023) наголошують на важливості прозорості сертифікації та схем розмноження, що гарантують якість гібридного насіння. Недоліки регулювання призводять до обігу неякісного матеріалу й знижують ефективність упровадження гібридних технологій [275].

Отже, економічна та практична значущість вибору гібридів багатогранна від вартості насіння до зниження ризиків і ринкового позиціонування. Стратегічний добір гібридів, узгоджений із конкретним середовищем виробництва та ринковим попитом, є критично важливим для прибутковості та конкурентоспроможності української кукурудзи [23; 141; 225].

Трансформація селекції і підсумки та орієнтири до 2035 року. Еволюція гібридів і тенденцій селекції кукурудзи в Україні відображає динамічну інтеграцію класичної селекції, біотехнологій і стратегій кліматичної адаптації. За останні десятиліття відбувся перехід від традиційної селекції самозапильних форм до розвинених програм гібридизації, маркерною та геномною селекцією і початковим упровадженням редагування геному [104; 145; 263]. Поточні пріоритети такі як потенціал врожайності, екологічна стабільність, стресостійкість і спеціалізовані напрями (біоетанол, силос, крохмальна промисловість) [23; 156; 231]. Представлена продуктивність вітчизняних гібридів свідчить про конкурентні переваги щодо стабільності врожаю та адаптивності, перевагу над імпортними аналогами [257; 295].

На перспективу селекційні програми мають відповісти на подвійний виклик на зміни клімату та глобальна конкуренція. Пріоритетом є створення гібридів, стійких до посухи, спеки й варіабельних режимів опадів [14; 149; 152; 182]. Водночас інтеграція в глобальні ланцюги доданої вартості вимагає гібридів із високоякісними ознаками під харчову, кормову та біопромислову переробку [22; 156; 222].

До 2035 року окреслюються такі стратегічні напрями: ширше застосування геномних і феномних інструментів, включно з AI–фенотипуванням, для прискорення селекційних циклів; розширення пакету клімато–адаптивних гібридів із вбудованою толерантністю до багатьох абіотичних стресів; посилення національної насіннєвої системи (сертифікація, генетична чистота); поглиблення міжнародної кооперації з CIMMYT, FAO та європейськими платформами [70; 141; 152].

Практично виробникам доцільно застосовувати пакетний підхід до вибору гібридів (ранні/середні/пізні, різні стрес–ознаки) для мінімізації ризиків і максимізації прибутку; насіннєвим компаніям необхідно забезпечувати генетичну чистоту, прозору сертифікацію та постійне оновлення продуктових товарів [225; 275].

Технології обробітку ґрунту (No-till, Strip-till, мінімальний обробіток).

Кукурудза є однією з провідних зернових культур у світовому сільському господарстві, обсяг виробництва у 2023 р. перевищив 1,2 млрд т [46; 77]. Україна входить до п'ятірки найбільших експортерів кукурудзи; за останні п'ять років площі під зерною кукурудзою зросли на 24,3 %, тоді як під силосною зменшилися на 13,3 % [23; 141]. Конкурентні переваги країни зумовлені родючими чорноземами, сприятливим тепловим режимом і впровадженням сучасних технологій [96; 192; 210].

Водночас реалізація потенціалу врожайності корелятивно залежить від погодної мінливості, водного режиму ґрунту, систем удобрення, контролю бур'янів і шкідників і, особливо, від вибору системи обробітку [177; 234; 239]. Глибока коренева система кукурудзи (понад 2 м) потребує оптимальної аерації та водоутримувальної здатності ґрунту. Структура, пористість і вміст органічної речовини, що відносяться до властивостей, безпосередньо модифіковані системою обробітку, які визначають ефективність засвоєння води й поживних елементів [20; 227]. Історично в Україні домінувала полицева оранка з передпосівним обробітком і боронуванням. В останні десятиліття зросла частка ґрунтозахисних систем таких як No-till, Strip-till і мінімального обробітку що дає змогу знизити витрати пального, обмеженню ерозії [187; 210; 227; 259].

У світовому масштабі площі під консерваційним обробітком становлять близько 67 млн га у США, 35 млн га у Бразилії та понад 20 млн. га в Аргентині; що засвідчує поліпшення стану ґрунту, секвестрації вуглецю та ефективності виробництва [7; 36; 72; 79]. Однак ці системи потребують ретельного регулювання під місцеві кліматичні умови, особливо в помірно-континентальних регіонах Лісостепу й Степу України, де зимові морози, весняний дефіцит вологи та літні теплові стреси можуть змінювати їхню ефективність [227; 235; 239]. Класична полицева оранка перевертає верхній шар на 20–30 см, включаючи рештки, руйнуючи кореневі системи бур'янів і сприяючи швидшому весняному прогріванню [176; 178]. Це дозволяє отримати

вирівняні сходи, але водночас прискорює мінералізацію органічної речовини, знижує агрегатну стійкість і сприяє формуванню плужної підшви [20; 281].

Система No-till залишає ґрунт недоторканим (крім посівної борозни), утримуючи 67–97 % рослинних решток на поверхні. Така мульча зменшує непродуктивне випаровування на 20–40 % [227], знижує температуру та захищає від водної й вітрової ерозії. Дослідження свідчать, що No-till технологія підвищує інфільтрацію та щороку акумулює 0,3–0,6 т/га у формі ґрунтового органічного вуглецю [36; 72]. Водночас у прохолодніших регіонах поверхневі рештки можуть затримувати прогрівання ґрунту й уповільнювати початок росту, а стратифікація поживних елементів іноді спричиняє дефіцит азоту в зоні коренів [227; 236].

Strip-till технологія – це обробіток вузьких смуг (10–20 см) на глибину 15–20 см у рядку, із збереженням міжрядь під мульчою. Така система дозволяє стрічкове внесення добрив, прискорює прогрівання у ґрунту рядку та зберігає більшість волого- й ґрунтозахисних переваг No-till технології [235; 259]. Дослідження в Айові (США) показали, що за помірної посухи Strip-till технологія може забезпечувати врожайність вищу аніж оранці завдяки кращому розвитку коренів у розпушених зонах [98].

Мінімальний обробіток ґрунту охоплює чизелювання, мілке дискування й гребеневий обробіток, що зберігають приблизно 30–50 % решток і зменшують механічний вплив. Порівняно з оранкою ці підходи покращують інфільтрацію та зберігають органічну речовину й можуть бути ефективними на важких або засолених ґрунтах [20; 281].

Аналіз багаторічних українських досліджень висвітлює компроміси між урожайністю, станом ґрунту та витратами. Для інбредних ліній полицева оранка на 20–22 см забезпечувала врожайність до 5,24 т/га (лінія Р1/380), що на 12 % вище за Strip-till технології і на 5,7 % – за глибоке розпушення; внесок генотипу у варіацію врожайності становив 54 %, обробітку – 41 %, що свідчить про сильну взаємодію генотипу технологічних умов [264]. У Правобережному Лісостепу різниця в агрегатній стійкості між оранкою, дискуванням і

диференційованим обробітком у шарі 0–30 см були мінімальною; водночас тривале мілке дискування знижувало стабільність структури і врожай порівняно з оранкою у поєднанні з чизелюванням [281]. За мульчувального мілкового обробітку чисельність бур'янів зростала у 1,4–1,8 рази порівняно з оранкою або чизелюванням, що вимагало посилення гербіцидних програм [287; 291]. Водночас з внесенням $N_{60}P_{30}K_{30}$ врожаї за плоскорізного обробітку дорівнювали врожаям на фоні полицевої оранки, що свідчить про значущість взаємодії обробітку ґрунту і добрив [88; 236; 259].

Водний режим істотно різнився між системами. У Північному Степу No-till обробіток із повною мульчою утримував у 1,5 рази більше доступної вологи в кореневмісному шарі, ніж оранка [227]. У Чернігівській області оптимальна глибина Strip-till технології 12–18 см підвищувала врожай завдяки поліпшенню інфільтрації та водоутримання [235; 239].

Системи обробітку також впливали на фенологію, висоту рослин і склад зерна. Гібриди ДН Патріот і ДН Фієста досягали найбільшої висоти та врожайності за полицевої оранки у поєднанні з $N_{45}P_{40}K_{60}$ і позакореновими підживленнями (+1,06–1,20 т/га до контролю) [259; 274]. Гібрид ДН Джулія найкраще реагував на поверхневий обробіток (+1,07 т/га; +16,6 %) [259]. Попередники суттєво впливали на урожай і якість: у Північному Степу після сої врожайність сягала 6,56–7,15 т/га, але вміст крохмалю був меншим (70,63–71,47 %), ніж після соняшнику (71,67–72,33 %); між врожайністю та вмістом крохмалю виявлено негативну кореляцію ($r = -0,74$). Полицева оранка забезпечувала найвищий вихід крохмалю (4,51–5,05 т/га) і потенціал біоетанолу (2 882–3 227 л/га), перевищуючи No-till технологію на 7,1–37,4 % [272].

Утримання решток за No-till технології і Strip-till технології зменшує ерозійні ризики, стабілізує термічний режим і підвищує мікробну біомасу [72; 187; 227]. Довготривалий No-till обробіток в Україні збільшував чисельність грибів до $72,9\text{--}92,6 \times 10^3$ КУО·г⁻¹, що сприяло природному пригніченню хвороб [285]. Поширеність патогенів (*Sphacelotheca reiliana*, *Diplodia zeae*) загалом була нижчою, ніж за оранки, хоча реакції залежали від гібрида [176; 285].

Накопичення поживних елементів є типовою для мінімізованих систем: у шарі 0–10 см акумулюється більше нітратів, фосфору та калію, тоді як за оранки поживні елементи зміщуються глибше [227; 236]. Подібні закономірності описані для Канадських Прерій: за No-till технології збільшується вміст фосфору у поверхневому шарі на 15–25 %, але зменшується концентрація нітратів у глибших горизонтах [72]. З огляду на зміни клімату, No-till технологія і Strip-till технологія можуть сприяти підвищенню запасів ґрунтового органічного вуглецю та зменшувати викиди CO₂; проте сумарний парниковий баланс залежить від N₂O, що може зростати за надмірного зволоження [53; 56; 187].

Сукупні дані з України та інших країн підтверджують, що універсально оптимальної системи обробітку для кукурудзи не існує, а визначається гібридом, типом ґрунту, кліматом і сівозміною [20; 227; 235; 239]. No-till технологія забезпечує максимальний ґрунтозахисний ефект, але потребує адаптивних заходів (поживні рештки, цільове удобрення), щоб уникнути ранньосезонних обмежень живлення. Strip-till технологія є прагматичним компромісом, поєднуючи збереження вологи з високим потенціалом урожайності [98; 235; 259]. Мінімальний обробіток лишається гнучким варіантом для специфічних ґрунтів (солонці, важкі глини) [20; 281].

Майбутні дослідження мають кількісно оцінити довгострокові ефекти щодо балансу ґрунтового органічного вуглецю, викидів парникових газів і мікробіологічних процесів. Економічні оцінки повинні враховувати заощадження пального, ефективність використання добрив і можливі зміни врожайності за альтернативних кліматичних параметрів. Для України перспективними є поєднання ґрунтозахисного обробітку з точним внесенням добрив, посухостійкими гібридами та системним регулюванням органічних решток [133; 176; 210; 234].

Сівозміна, удобрення та захист рослин в системі вирощування кукурудзи України. Ефективність і стійкість кукурудзяних агросистем в Україні залежать від того, наскільки виважено виробники поєднують проєктування сівозміни,

регулювання живлення як ґрунтового, так і позакореневого, та захист рослин у цілісній, локально адаптованій технологічній системі [58; 111; 210; 250].

За останні три десятиліття перехід у бік короткоротаційних сівозмін і скорочених інтервалів повернення *Zea mays* у сівозміні призвів до виснаження ґрунтової родючості, посилення біотичного тиску та зростання ризику вимивання поживних елементів, особливо в Лісостепу та Степу, зонах, що домінують у національному виробництві [111; 266; 287]. Широкий український і міжнародний масив літератури – від агрономії сівозмін, живлення рослин та екології пестицидів до точних агротехнологій і інженерії зрошення сходиться на спільному висновку про те, що різноманіття сівозмін, збалансоване макро– та мікроживлення на основі діагностики та інтегрований захист рослин є взаємопідсилювальними засадами формування стабільного врожаю, якості зерна та довгострокової ресурсної ефективності [58; 88; 211; 250; 286].

Погляд через призму сівозміни є найнадійнішою відправною точкою для пояснення стабільності врожайності кукурудзи в Україні. Науково обґрунтовані сівозміни культур покращують ефективність вирощування кукурудзи, врівноважуючи сезонну динаміку азоту через відмінності у якості рослинних решток і глибині залягання коріння, підтримуючи біологічну активність та структуру ґрунту, перериваючи цикли розвитку шкідників, хвороб і бур'янів, а також ліквідуючи ризики прояву посухизавдяки різноманіттю фенології рослин та кореневих ніш [250; 254; 286; 293]. Ці механізми стабілізують урожай і підвищують ефективність використання поживних елементів [210].

Дані з Лісостепу та Степу підтверджують механізм дії сівозмін. Короткоротаційні сівозміни з високою часткою кукурудзи знижують стабільність урожаю, особливо за дефіциту вологи, тоді як п'ятипільні підтримують вищу продуктивність за орґано–мінеральної інтенсифікації [254; 286; 293].

Дослідження, що визначають частку кукурудзи, фіксують опосередковану залежність, коли її питома частка в сівозміні наближається чи перевищує третину ріллі, та підкреслюють сильну взаємодію з системою удобрення.

Збалансовані мінеральні добрива і періодичні органічні внесення лише частково компенсують, але не усувають біологічні й екологічні втрати від надмірної частоти повернення кукурудзи [266; 282].

За повторних посівів кукурудзи екологічні та агрономічні оцінки фіксують зростання забур'яненості, ризику хвороб і дисбалансу поживних речовин – індикатори втоми сівозміни, що потребують удосконалення, а не просто підвищення норм елементів живлення [185; 287]. Українські вчені наполягають на сівозмінах, адаптованих до зональних режимів зволоження і типів ґрунтів. Варіанти з бобовими або багатопільні сівозміни переважають поширені чергування кукурудза–соняшник [210; 250].

Сівозміна як набір керованих рішень тісно взаємодіє з удобренням. У Лівобережному Лісостепу п'ятипільні схеми на тлі орґано–мінеральних систем підвищували і врожай, і частковий коефіцієнт продуктивності азоту, підтверджуючи синергію різноманіття сівозміни та збалансованого живлення [286].

У вологодефіцитних умовах Північного Степу та посушливіших ділянок Лісостепу включення сої або гороху покращує азотний баланс і біологічні індикатори ґрунту. Однак ефект залежить від розподілу опадів, а отже, потребує дисципліни в керуванні рештками та строками сівби для визначення ролі бобового попередника [235; 254; 281].

За зональної неоднорідності клімату диверсифікація сівозміни знижує прояви реакції на добрива та засоби захисту, покращуючи прогнозованість економіки [23; 88; 286]. Для типових чорноземів базовим рішенням є помірна частка кукурудзи в послідовності з бобовою та зерновою широколистою або дрібнозерною культурою плюс періодичні органічні внесення. Якщо повторність кукурудзи неминуха (силосні пояси, біопаливні зони), слід посилювати діагностику живлення та інтенсифікувати ІЗР, аби утримати систему в рівновазі [22; 287].

Баланси N, P і K залишаються від'ємними у багатьох агросистемах, що означає приховані втрати врожаю, ерозію, зниження ґрунтової родючості та

структурне погіршення якості [65; 111]. Дослідженнями доведена реакція на збалансований NPK висока, вплив на вміст білка, властивості крохмалю та масу зернини – залежить від групи стиглості гібрида, попередника та режиму вологозабезпеченості [88; 203; 217; 222; 237; 274]. Класичні фізіолого–біохімічні спостереження підтверджена ці закономірності: забезпеченість елементами живлення визначає вміст хлорофілу, активність ферментів, безпосередньо впливаючи на кінцевий урожай [294].

Порівняння систем удобрення мінеральних і органо–мінеральних, а також мінеральних схем із позакореневими підживленнями показують прирости врожаю та якості зерна, коли макро– і мікроелементи збалансовані з фенологією [224; 237; 256; 274]. На типових чорноземах, експериментами за різного мінерального живлення NPK разом із регулятором росту отримано істотні прирости зернової продуктивності та індексів стабільності за середніх та високих доз NPK; що свідчить про важливість взаємодії добрив і регулятора росту та потребу оцінювати регулятори всередині повних схем живлення, а не ізольовано [249].

Додаткові дослідження в Південному Лісостепу та Степу засвідчують поліпшення елементів структури урожаю зерна за поєднання макро– й мікродобрив, включно з позакореневими підживленнями на стресових фазах (перехід від вегетативної до генеративної) [237; 274].

У зрошенні додається ще один важіль: енергоощадні агротехнології – оптимізація тиску, керована фертигація – узгоджують подачу поживних речовин із попитом рослини та знижують витрати на перекачування води, що особливо актуально за волатильних енергоцін [161; 252].

Позакореневе підживлення та мікроживлення частина точних агротехнологій, а не універсальні засоби. Позакореневі внесення можуть оперативно зняти існуючі дефіцити, підтримати зав'язування зерна і формувати якість, коли ґрунтове постачання чи кореневе поглинання обмежені. Дослідження українських вчених свідчать про зростання накопичення сухої речовини, модифікацію білка та характеристик крохмалю [274; 278; 290].

Дослідження про технологічність мікропозакоренових підживлень показали: діагностично регульовані схеми додають якість, тоді як універсальні схеми часто лише збільшують витрати [245]. Порівняння комплексних мінеральних і макро–мікроеlementів показують систематичні прирости врожаю та натури, особливо коли базові запаси фосфору та цинку є недостатніми, така ситуація фіксується на виснажених чорноземах [237; 256].

У сухіших підзонах Лісостепу ефективність використання збалансованих мікроelementів і регуляторів росту рослин у сучасних гібридів відображається у більшій кількості качанів і масі тисячі зерен [193; 290]. Нові дані засвідчують істотні прирости врожаю від позакоренових внесень за узгодження з фазами підвищеного ризику [278]. Польові спостереження фіксують адаптивні ефекти комбінацій регуляторів із мікродобривами на стабільність урожаю за обмежувальної весняної вологи [178; 297].

Регулятори росту, біостимулятори та новітні технології – засоби, до яких слід підходити одночасно відкрито й критично. Регулятори можуть змінювати архітектуру коренів, стресостійкість, але їхня агрономічна цінність надзвичайно залежна від гібриду, середовища [193; 249]. Експерименти на типових чорноземах підтверджують позитивні взаємодії норма і регулятор та важливість узгодження вибору регулятора з кількісно описаними режимами живлення та фенологічними фазами [249; 278].

Наноудобрення – інженерні носії макро– і мікроelementів – розглядаються як засіб підвищення ефективності та контрольованого регулювання; однак безпекові оцінки та аналізи витрат/вигод ще недостатньо стандартизовані для широкого розгортання в комерційному агровиробництві України (Semenova et al., 2024). На системному перетині дослідження густоти стояння й удобрення для біоенергетично орієнтованих гібридів свідчать про те, що керування посівом взаємодіє з підживленням рослин у формуванні структури врожаю [173].

Якщо сівозміна та живлення відповідають за систему фізіологічно, то захист рослин регулює екологічну ситуацію. Стратегії захисту критично

важливі для стабілізації врожаю там, де сівозміни короткі, а погодна мінливість висока [185; 285; 287].

Вітчизняні дослідники доводять, що захист рослин є дієвим шляхом підвищення результативності культури, якщо він запроваджений у агрономічно гармонізовані системи, що комбінують ротацію, порогове обстеження, стійкі гібриди та оптимізовану хімію [265; 288]. Аналіз ринку свідчить про швидку зміну продуктів, регуляторну динаміку й зростання інтересу до ад'ювантів і бакових сумішей під конкретні шкодо чинні об'єкти і ризики резистентності [167; 288].

Шкодочинність шкідливих організмів зростає за повторних посівів і спрощених сівозмін це ще один аргумент на користь диверсифікації як основу їх сталого контролю [287; 291].

Дослідження ефективності римсульфурону в посівах кукурудзи проти бур'янових ценозів свідчать, що відповідно підібрані ад'юванти підсилюють ефективність і відтворюваність дії за різних умов, якщо вони узгоджені з формуляцією, цільовими видами та супроводжуються належною якістю обприскування за оптимальних строків застосування [288]. Екологічний бік систем захисту не менш значущий, тобто на типових чорноземах комплекси пестицидів можуть змінювати чисельність мікроорганізмів і біохімічну активність. Ці ефекти залежать від дози і діючої речовини та пом'якшуються дотриманням сівозміни з внесенням органічної речовини, що стримує хімічний стрес [58; 281].

У зрошуваних системах півдня країни системи захисту, адаптовані до вразливості гібрида та мікроклімату, поліпшували структуру врожаю (число качанів на м², налив зерна) та кінцеву продуктивність, що свідчить про взаємодію вологозабезпечення і фітосанітарного тиску [161; 234; 265]. Останні оцінки інсектицидного контролю в Степу показали істотні прирости врожаю при застосуванні програм на основі порогів шкодочинності у роки значного розповсюдження шкідників та ефект посилюється на тлі збалансованого живлення [249; 265].

Взаємодія складових частин – сівозміни, живлення та захисту рослин – надає простір для комплексного використання ресурсів. За короткоротаційних сівозмін підвищення норм добрив часто забезпечує максимальну віддачу, бо біотичні обмеження та епізодичні водні дефіцити звужують фізіологічну реакцію рослин [88; 266; 282].

Диверсифіковані послідовності підвищують ефективність використання поживних елементів, покращуючи розміщення коренів у ґрунті, кругообіг органічної речовини і пригнічення хвороб. У підсумку для досягнення цільової врожайності потрібні нижчі норми, а практичні порівняння показують, що еквівалентні врожаї можна отримувати з внесеннями N, коли кукурудза розміщена по бобовій або раній зерновій культурі, а не по кукурудзі [111; 266; 282; 286; 293].

Достатність мікроелементів і збалансоване удобрення посівів кукурудзи покращують селективність гербіцидів і толерантність культури, стабілізуючи ефективність захисту і зменшуючи ризик помилкової діагностики (дефіцит живлення як «фітотоксичність» чи «хвороба»). Навпаки, дефіцит живлення елементів живлення пригнічує формування генеративних органів або затримує фенологію, розширюють період ураження шкідливими організмами [237; 274; 278].

Методологічно розроблення виробничих рекомендацій потребує багаторічних, зональних досліджень, які порівнюють реалістичні схеми сівозміни, врожайності та рентабельності [210; 250; 286]. Стійке впровадження сівозміно–збалансованих, діагностично керованих систем залежить також від прозорості ринку іновацій [65; 141; 211].

Сукупність вітчизняних і світових даних підтримує узгоджений агрономічний напрямок, в якому диверсифіковані сівозміни, діагностично регульоване та фенологічно синхронізоване живлення і інтегрований захист рослин виступають взаємопідсилювальними важелями стабільності та якості врожаю [23; 58; 250; 286].

Інноваційні рішення: прецизійна агрономія, БПЛА та ІТ-моніторинг. Швидке розповсюдження безпілотних літальних апаратів (БПЛА) і повітряних систем моніторингу трансформує агротехнології кукурудзи в Україні, вирівнюючи місцеву практику до міжнародного «state-of-the-art» [70; 93; 141]. Незалежні оцінки сходяться: великі та середні виробники вже розробили основи точних агротехнологій (GNSS-навігація, секційний контроль, картограми-призначення, змінні норми) стандартом, а другий напрям хвиля охоплює внутрішньосезонну аналітику дистанційного зондування, обприскування і діагностику БПЛА [70; 84; 89; 108; 141; 145; 293].

Практики вирощування кукурудзи у США, Бразилії, Китаї та Європейському Союзі. Порівняльний аналіз провідних регіонів-виробників кукурудзи виявляє різні напрямки інтенсифікації, зумовлені кліматом, структурою господарств і регуляторним середовищем, а також спільні знаменники: жорсткіший контроль за азотом і водою, поступовий перехід до ґрунтозахисних систем та інтегрованого захисту рослин (IPM), повсюдне використання цифрового моніторингу [56; 70; 187; 217].

У Сполучених Штатах технологічний комплекс поєднує передову механізацію, точні агротехнології та біотехнології. Частка генетично модифікованих гібридів стабільно перевищує 90 % посівних площ, що має наслідки для стратегій захисту та логістики насіння [70; 152].

Польові дані із кукурудзяного поясу показують, що високі врожаї визначаються сукупно густотою стояння, структурою сівозміни, строками сівби та, на заході поясу, зрошенням, а також якістю технологічного виконання [170; 203].

Значну увагу приділяють інструментам рекомендацій з мінерального живлення: моделі та датчики, що враховують ґрунтово-погодну мінливість, покращують узгодження між попитом культури та нормами підживлення на різних ґрунтах і в різні роки. Системні аналізи додатково свідчать, що недавні прирости врожайності кукурудзи у США більшою мірою були зумовлені кліматом та управлінням агротехнікою, ніж лише генетикою, підкреслюючи

головну роль технологій у виробничих системах [203; 217]. Водночас поширення No-till технології та рослинних решток стримується організаційними бар'єрами та неоднаковою економічною доцільністю [1; 70].

Модель Бразилії спирається на інтенсивне дворазове вирощування («soя – кукурудза другого сезону, safrinha»), що звужує операційні періоди і підсилює водні ризики. В умовах стиснутих циклів вирішальною стає кратність і строки внесення азоту. Польові дослідження підтверджують, що адаптивний поділ доз N, узгоджений із вологозабезпеченням і генотипом, підвищує віддачу азоту без його надлишкового внесення. Довгострокова сталість подвійних культур Бразилії спирається на консервативні агротехнології (зменшений/нульовий обробіток, покривні культури), яке підтримує вміст органічної речовини та водоутримувальну здатність ґрунту і знижує ризики деградації [7; 187; 203].

Китай показує іншу логіку, орієнтовану на водозбережну інтенсифікацію, особливо в напівпосушливих і посушливих регіонах Північного Сходу та Північного Заходу. Комбінації мульчування поліетиленовою плівкою та краплинного зрошення прискорюють ранній ріст, зменшують випаровування з ґрунту та підвищують як водну, так і азотну ефективність. Багатолокаційні аналізи встановили істотні прирости врожаю поряд зі зниженням норм N за умови правильного параметрування цих технологій [19; 192].

Для високощільних посівів раннє післяпосівне краплинне зрошення покращує рівномірність сходів. Паралельно показано, що регіонально адаптований ґрунтозахисний обробіток (No-till, Strip-till) мінімізує ризики втрат урожаю і нарощує запаси вуглецю в ґрунті [72; 187].

На тлі «Зеленого курсу» зростає інтерес до консерваційного обробітку [155; 187]. Операційний моніторинг культур і прогнозування врожаю кукурудзи в ЄС підтримує система MARS Єврокомісії, скорочуючи інформаційну асиметрію для виробників і трейдерів [84; 140].

Інтенсивні технології, зрошувальні системи та сталий менеджмент. У провідних регіонах–виробниках найстійкіші прирости продуктивності за кліматичної мінливості досягаються завдяки поєднанню технологій

інтенсифікації: управління водним режимом й азотним живленням [19; 56; 62; 84; 118; 140; 187; 192; 203; 217]. Важливо, що стале нарощування інтенсивності – це не лише задача технічної оптимізації, а й виклик впровадження та інновацій. Поділянково специфічні рекомендації з живлення (SSNM) здатні генерувати значні прирости врожаю та прибутку, водночас скорочуючи зайвий азот – навіть там, де зрошення часткове чи недоцільне [113; 203].

Виклики та можливості для України полягають у зміні клімату, ерозії ґрунтів і ринковій нестабільності. Кукурудзяний сектор України має потрійну експозицію ризику, де біофізичні та економічні стресори зливаються в єдиний простір уразливості. Зростання кліматичної мінливості приносить частіші екстремальні події такі як: хвилі спеки та внутрішньосезонні посухи, тоді як процеси деградації ґрунтів прискорюються через вітрову ерозію, вимивання поживних елементів і воєнні пошкодження [14; 31; 111; 187].

Кліматичний ризик особливо гострий у репродуктивну фазу кукурудзи, коли потепління підвищує ймовірність теплового та посушливого стресу. Під час викидання волоті, виходу приймочок і запліднення високі температури порушують розвиток пилку і знижують кінцевий урожай [14; 114; 152].

Для кліматів, суміжних із частиною території України, широкорегіональні дані показують тісний зв'язок між мінливістю опадів і температури та результатами врожайності кукурудзи, підкреслюючи чутливість культури до дефіциту води на критичних фенологічних стадіях [14; 114].

Із 2022 р. ці кліматичні зміни посилюються воєнними обмеженнями. Просторові оцінки встановили значні втрати аграрного виробництва на сході, зумовлені не лише прямими ушкодженнями, а й порушеннями логістики, сівозмін і доступу до об'єктів виробництва [35; 93].

Прогнозовані аналізи свідчать, що ретельно спрямоване розширення зрошення – в межах гідрологічних лімітів може стати опорою для кліматостійкого виробництва в післявоєнний період. Додаткові макромоделі вказують, що війна підвищила ризики продовольчої безпеки через канали

доступності та відкритості, розширивши розподіл очікуваних прибутків для виробників кукурудзи та ускладнивши деструкцію [35; 141; 161; 197].

Деградація ґрунтових ресурсів поглиблює вразливість. За частіших гарячих сухих вітрів небезпека дефляції посилюється на великих полях з низькою мікрорельєфною конфігурацією значним оголенням поверхні ґрунту. У Правобережному Степу нові оцінки свідчать про зростання ризику вітрової ерозії після 2022 р. з прямими агроекономічними наслідками через втрати тонких фракцій і гумусу [31; 111].

Орієнтири допустимих втрат ґрунту вказують, що фактичні втрати у багатьох господарствах наближаються до порогових рівнів, вимагаючи негайного коригування інтенсивності обробітку та рівня покриву [31; 187]. Окрім фізичної картини, встановлено негативний баланс поживних речовин у польових сівозмінах України. Разом із ерозією це підвищує довгострокові ризики родючості [65; 111]. Конфлікт додатково загострює проблему через локальні забруднення, порушення профілю та деформацію землекористування, серед яких екологічні витрати, що накладають стійкі технологічні обмеження на відновлення врожайності [93; 183].

Пандемійно–воєнна енергетична нестабільність підвищила ціни на азотні добрива – особливо болючий канал для кукурудзи з високою потребою в азоті. За модельними оцінками, цей шок мав тяжчі наслідки для продовольчої безпеки й довкілля, ніж самі лише скорочення експорту з Чорноморського регіону [35; 114; 141; 152; 161].

Системи охорони ґрунту, до яких відносяться покривні культури, мінімальний або смуговий обробіток, використання решток, регульований рух техніки повинні стати стандартом у степових зонах із найвищим ризиком дефляції, аби і захистити поверхню ґрунту від вітру та відновити органічну речовину [31; 111; 187].

Фінансова стійкість потребує роботи в умовах постійних ризиків. Страхування врожаю і доходу, активне управління ціновими ризиками та

систематичне підвищення ефективності використання азоту знижують експозицію до вартісних механізмів і коливань цін [35; 141].

Паралельно відновлення продуктивності на порушених землях залежить від моніторингу деградації й забруднення та цільових програм відновлення, адаптованих під локальні умови [93; 183].

Разом узяті, технології і політика мають узгоджено еволюціонувати зрошувальне землеробство. Зрошення–підтримувана агрономія, догляд за ґрунтом і інструменти управління ринковими ризиками повинні діяти як взаємодоповнювальні важелі для зниження вразливості України до кліматичних, едафічних і ринкових шоків [35; 141; 161].

Сучасне вирощування кукурудзи в Україні визначається чітким агроекологічним градієнтом і тим, наскільки послідовно на полі укомплектовані технологічні рішення [93; 141].

Полісся залишається термічно обмеженим і просторово неоднорідним на осушених землях; Лісостеп загалом сприятливий, але чутливий до сезонної гідротермічної мінливості; Степ відноситься до водообмежених регіонів, тому вирішальне значення мають вологозберігальні практики і, де це доцільно, добре заплановане зрошення [14; 89; 140; 161; 166; 187].

У всіх зонах найбільш довговічні результати дають ґрунтозахисні системи обробітку (мінімальний або смуговий із утриманням рослинних решток), диверсифіковані сівозміни з включенням бобових та інших проміжних культур, а також збалансоване макроживлення з доповненням мікроелементами. У вологодефіцитних умовах підживлення через полив та краплинне зрошення додатково підвищують водну продуктивність посівів і зменшують тепловий стрес у фазі викидання волоті – виходу приймочок [161; 192; 203].

Порогово–орієнтована інтегрована система захисту рослин залишається необхідною для збереження ефективності та охорони ґрунтової біоти [56; 265; 288].

Цифрова агрономія нині є опорою цих практик. Зонування управління, дистанційна сенсорика, діагностика БПЛА та моделі прогнозування врожайності забезпечують ділянково–специфічні норми висіву, розміщення добрив і терміни захисту, а нові загальнонаціональні контури меж полів покращують цільовий та ринковий характер виробництва [70; 84; 89; 166].

Сукупно ці інструменти укомплектовують карти придатності з реальною реакцією посівів і перетворюють потоки даних на операційні рекомендації [93; 140; 141].

Водночас бракує багаторічних, багатосайтових факторних порівнянь, які б одночасно варіювали сівозміну, інтенсивність обробітку, водний режим і живлення. Довгострокові ефекти на запаси органічного вуглецю, потоки парникових газів і мікробні функції недооцінені; протоколи оцінювання біостимуляторів і нанодобрив потребують стандартизації у польовому масштабі [71; 103; 158; 173; 187].

Пріоритети для науки і практики включають динамічні, зонально–специфічні системи рекомендацій, що інтегрують супутникові дані, погоду та ґрунтову діагностику, адаптовані моделі прогнозу врожайності, складання сівозмін, де частка кукурудзи залишається помірною, а потенціал бобових і проміжних культур повністю використовується [86; 111; 152; 249; 286].

Підсумовуючи, шлях України до стійкого виробництва зерна кукурудзи полягає у поєднанні науково обґрунтованої агрономії, дбайливого управління ґрунтовими ресурсами, діагностично керованих систем живлення та захисту рослин, а також точного дотримання агротехнологічних вимог. Синергічний розвиток цих елементів забезпечує одночасне підвищення стабільності врожайності, ефективності використання ресурсів і екологічних показників у природно-кліматичних зонах Полісся, Лісостепу та Степу України [141; 161].

1.2 Стан та перспективи досліджень з вивчення контролювання шкочочинних об'єктів

Шкідливі об'єкти становлять тривалий і багатогранний виклик для глобальних аграрних систем, зумовлюючи істотні втрати врожаю та підриваючи агроекологічну стійкість [5; 136; 176].

У цьому огляді проаналізовано сучасні тенденції менеджменту шкідливих об'єктів у рамках як традиційних (інтенсивних), так і консерваційних агротехнологій. В умовах інтенсивного виробництва домінує хімічний контроль, однак його результативність дедалі більше обмежується поширенням пестицидної стійкості, ризиками екологічного забруднення та порушенням ґрунтової біоти [44; 143; 160].

Поява у світі множинно стійких видів бур'янів підкреслює нагальність переходу до стратегій інтегрованого управління бур'янами (ІУБ, англ. IWM), які поєднують гербіциди з механічними, біологічними та агрономічними заходами [136; 153; 159].

Натомість консерваційні агротехнології, засновані на мінімальному порушенні ґрунту, постійному покритті поверхні та різноманітних сівоzmінах пропонують більш сталу траєкторію, але створює нові виклики для контролю бур'янів через зменшення обробітку ґрунту та обмеження хімічного навантаження [28; 55; 78].

В даному аналізі розглянуто новітні рішення, зокрема ділянково-специфічні (site-specific) внесення гербіцидів, покривні культури, а також використання дронів і технологій ШІ для прецизійної ідентифікації бур'янів [47; 68; 153; 162; 195].

Особливу увагу приділено управлінню ґрунтовим банком насіння бур'янів, алелопатичним покривним культурам і біологічним агентам контролю як чинникам підвищення довгострокової ефективності [17; 196; 200; 202].

Український досвід розглянуто у глобальному контексті із виокремленням бар'єрів до поширення консерваційних практик – браку

інфраструктури, прогалин знань і недостатньої політичної підтримки [15; 120; 138; 176].

Огляд також окреслює критичні наукові прогалини, зокрема дефіцит багаторічних польових даних і недостатню міждисциплінарну координацію [68; 74; 75].

Перспективними напрямками в сталому менеджменті бур'янів визначено робототехніку, сенсорні системи, цифрове моделювання та селекцію конкурентоспроможних сортів і гібридів культур [16; 137; 195; 209].

У підсумку синтез наголошує на потребі парадигмальної локації – від одновимірних підходів до цілісних, кліматично багатofакторних систем, що інтегрують екологічні принципи з технологічними інноваціями [5; 33; 159].

Подальший прогрес залежатиме від політичних стимулів, освітньої роботи з учасниками сектору та міжнародної наукової кооперації [34; 50; 120].

Бур'яни є одним із головних чинників ризику для стабільності та продуктивності агроєкосистем у світі. За науковими оцінками, щорічні втрати врожаю від бур'янів можуть сягати до 34 % глобально, перевищуючи сукупну шкоду від шкідників і хвороб [125; 136; 178].

Проблема загострюється на тлі зміни клімату, коли порушення природної сезонності сприяє розширенню ареалів інвазійних і карантинних видів, зокрема *Ambrosia artemisiifolia* L., *Amaranthus palmeri* S. Watson та *Conyza canadensis* (L.) Cronquist [82; 99; 160; 194].

У країнах із розвиненим аграрним сектором ефективність хімічного контролю бур'янів швидко знижується через поширення гербіцидостійких біотипів. Станом на 2024 р. виявлено понад 500 випадків стійкості до гербіцидів у різних видів бур'янів більш ніж у 70 країнах [136; 142; 153; 284]. Ця тривожна тенденція засвідчує кризу домінуючої парадигми хімічного захисту та підкреслює нагальну потребу впроваджувати стратегії інтегрованого управління бур'янами [153; 159; 209].

В Україні та інших країнах Східної Європи контроль забур'яненості має специфічні виклики. Поряд із масовим поширенням багаторічних видів, як–от

Cirsium arvense (L.) Scop. та *Elytrigia repens* (L.) Nevski, зростає присутність адвентивних інвазійних видів із високою здатністю формувати довготривалі ґрунтові банки насіння [52; 178].

Інтенсивне застосування гербіцидів у високозатратних агротехнологіях призвело до зниження результативності звичних схем контролю та до спрощення сівозмін, що, своєю чергою, посилює тиск бур'янів [153; 178; 191].

Окрім економічної шкоди, бур'яни негативно впливають на агроекологічну стійкість, конкуруючи з культурами за воду, світло й елементи живлення, ускладнюючи механізоване збирання та слугуючи резервуарами для шкідників і збудників хвороб [5; 24; 39].

У ширшому контексті переходу до сталого та екологічно відповідальних агротехнологій управління бур'янами потребує переосмислення від суто хімічних методів до екологічно адаптивних агрономічних підходів [33; 95; 159; 200].

Бур'яни є одними з найагресивніших конкурентів культурних рослин, здатні істотно знижувати врожай, спричиняти економічні збитки та порушувати екологічну рівновагу агроєкосистем [5; 59; 60]. Вони конкурують із культурами за світло, воду, елементи живлення і простір, особливо на ранніх етапах органогенезу, коли культури є найбільш уразливими [5; 180]. Неконтрольована забур'яненість може призводити до середніх втрат врожаю на рівні 50–60 % у зернових [3], понад 70 % у просапних культурах, зокрема кукурудзі та соняшнику [122], і навіть до повної загибелі врожаю у випадку інвазій особливо шкідливих видів, як–от *Striga spp.* в Африці чи *Amaranthus palmeri* у США [82; 125; 160].

Контроль бур'янів залишається однією з найдорожчих статей витрат у структурі собівартості продукції рослинництва. У розвинених країнах гербіциди та пов'язані технології можуть становити до 40 % витрат на захист рослин [39; 68].

Лише у США щорічні витрати фермерів на боротьбу з бур'янами перевищують 11 млрд дол. США, значна частка яких спрямована на стійкі популяції [39; 160; 201].

У маломеханізованих системах або регіонах із обмеженим доступом до засобів захисту рослин втрати врожаю можуть бути критичними особливо для дрібних господарств [10; 186]. Додатково бур'яни погіршують якість продукції, ускладнюють збирання, підвищують витрати на післязбиральну доробку та знижують ринкову вартість [5; 18].

Попри короткострокову ефективність, традиційні гербіцидо-центричні підходи викликають серйозні екологічні наслідки, до яких відносяться еволюція стійких біотипів унаслідок повторного застосування препаратів, забруднення підземних вод гербіцидами та їхніми метаболітами; пригнічення неспрямованої флори та мікробіоти з відповідним зменшенням біорізноманіття, негативний вплив на запилювачів і ґрунтову фауну [44; 95; 121; 143].

У системах ґрунтозберігаючих агротехнологій завдання контролю бур'янів ускладнюється, оскільки обмеження або відмова від інтенсивного механічного обробітку та зменшення хімічного навантаження потребують альтернативних стратегій таких як мульчування, покривних культур і диверсифікованих сівозмін [55; 71; 78; 105].

За неуспішного впровадження таких стратегій бур'яни не лише знижують урожай, а й прискорюють деградацію агроєкосистем, яка полягає в зменшенні вмісту органічної речовини, посиленні ерозії, зниженні мікробіологічної активності [18; 43; 86; 103].

Тому управління бур'янами має не лише агрономічне, а й соціально-економічне та екологічне значення і повинно розглядатися як наріжний камінь сталих агротехнологій [34; 50; 159].

У відповідь на деградацію ґрунтів, втрату біорізноманіття, агрохімічне забруднення та зміну клімату світова аграрна спільнота дедалі частіше звертається до концепції консерваційних агротехнологій (СА), що базується на принципах: мінімальний обробіток ґрунту, постійне ґрунтове покриття

рослинними рештками та різноманітні сівозміни/покровні культури [49; 55; 71; 78].

Станом на 2023 р. понад 205 млн га у більш ніж 80 країнах обробляються за принципами СА – близько 15 % світової ріллі. Найбільші площі зосереджені в Південній Америці (Бразилія, Аргентина), Північній Америці (США, Канада) та Австралії; у Європі й Азії поширення повільніше, але стабільно зростає [50; 66; 120; 189].

Консерваційні агротехнології забезпечують низку агроекологічних переваг: поліпшення ґрунтової структури та зменшення ущільнення й ерозії, підвищення водоутримувальної здатності та скорочення непродуктивних втрат вологи; зростання вмісту органічної речовини та активізацію ґрунтової біоти [18; 128; 158; 204], скорочення викидів парникових газів і посилення секвестрації вуглецю в ґрунті [18; 55; 71], зміцнення екосистем, зокрема природної регуляції бур'янів, шкідників і хвороб [5; 148; 200; 202].

Оскільки СА значною мірою виключає традиційний механічний контроль бур'янів, постає нагальна потреба адаптувати стратегії їхнього менеджменту. Це зумовлює пошук альтернативних або комбінованих підходів, до яких входить мульчування, покровні культури, регульовані сівозміни, селективне застосування гербицидів і біологічні механізми контролю [17; 24; 95; 180; 200].

У ширшому переході до сталих агросистем консерваційні агротехнології постають не лише як технологічна альтернатива, а й як цілісна парадигма, що охоплює економічний, екологічний і соціальний виміри [34; 49; 50; 179]. Їх впровадження підтримують міжнародні інституції (FAO, Світовий банк) і воно інтегроване в стратегічні рамки, як–от Європейський Зелений курс і стратегія «Від лану до столу» [34; 54; 179].

В Україні консерваційні агротехнології набирають обертів, особливо в Степовій зоні, де дефіцит вологи, деградація ґрунтів і зниження біологічної активності є найбільш відчутними [15; 138; 176]. Чимало господарств поступово впроваджують елементи СА: No-till технології, стерньове

мульчування, диверсифіковані сівозміни з бобовими та покривними культурами [123; 177; 284].

Водночас широкомасштабному впровадженню перешкоджають відсутність системної державної підтримки, обмежений доступ до експертного консалтингу, недостатня технічна база та низька обізнаність виробників [15; 68; 120].

Крім того, підвищена залежність від гербіцидів у перехідний період створює додаткові екологічні ризики, що потребують комплексних рішень [143; 153; 179].

Попри ці виклики, перспективи СА в Україні є значними. Вони дають змогу поліпшення вологозабезпечення, відновлення ґрунтового потенціалу, зниження витрат на обробіток і агрохімію та підвищення кліматичної стійкості [15; 138; 176; 293].

У цьому контексті консерваційні агротехнології дедалі частіше розглядають як ключовий інструмент сталого розвитку аграрного сектору як на національному, так і на глобальному рівні [34; 50; 120].

Метою цього оглядового розділу є узагальнення сучасних, науково обґрунтованих підходів до контролю бур'янів у межах як традиційних (інтенсивних), так і консерваційних агротехнологій, оцінювання ефективності різних методів менеджменту бур'янів у контексті сталого розвитку агроєкосистем, а також окреслення перспектив інтегрованого управління бур'янами на засадах екологічної та економічної доцільності [120; 159; 200; 209].

Переваги, ризики і резистентність хімічного контролю. Хімічний контроль бур'янів залишається одним із найпоширеніших і найрезультативніших методів у межах конвенційних агротехнологій, забезпечуючи швидке пригнічення широкого спектра небажаної рослинності. Його ключові переваги в високій селективності, ефективності і масштабованості на великих площах, що суттєво сприяє підвищенню врожайності культур [60; 186].

Останніми роками зростає увага до взаємодій між гербіцидами та ґрунтовим і ризосферним мікробіомом. Дослідження свідчать, що гербіцидне навантаження може змінювати структуру мікробних угруповань, зменшуючи чисельність і активність корисних бактерій і грибів, залучених до фіксації азоту, розкладу органічної речовини та індукції стійкості рослин до стресів [36; 204]. Це особливо актуально для сталих систем, у яких мікробіом відіграє вирішальну роль у підтриманні родючості ґрунту й фітосанітарного стану посівів [18; 128].

Перспективним напрямом є поєднання хімічного контролю з пробіотичними препаратами на основі ризобактерій, що стимулюють ріст рослин, або інших біоагентів, здатних одночасно стримувати ріст бур'янів і підтримувати мікробний баланс агроєкосистем [200; 204].

Одна з актуальних тенденцій у хімічному контролі – інтерес до гербіцидів із новими механізмами дії. Упродовж останнього десятиліття запропоновано лише кілька нових класів діючих речовин, жоден із яких поки що не набув широкого комерційного застосування. Це посилює занепокоєння майбутньою ефективністю хімічного контролю на тлі глобального поширення множинно резистентних біотипів, як-от *Amaranthus palmeri* S. Watson і *Lolium rigidum* Gaudin, що свідчать про перехресну стійкість до кількох груп гербіцидів [25; 136; 160].

У сучасних системах вирощування України та провідних країн світу активно застосовують гербіциди з різними механізмами дії, аби стримувати розвиток резистентності та забезпечувати контроль за ускладнених фітосанітарних умов. У кукурудзі поширені препарати на основі дикамби (HRAC Група 4 – синтетичні ауксини) завдяки високій ефективності проти дводольних бур'янів, зокрема біотипів *Amaranthus retroflexus* L., стійких до інгібіторів ALS. Дикамбу часто комбінують із галауксифен–метилом – інноваційною сполукою класу арилпіколілатів (також синтетичний ауксин). Такі комбінації мають широкий спектр дії на проблемні дводольні види [142; 155]. За внесення у бакових сумішах з інгібіторами ALS, наприклад

нікосульфуроном або сафлуфенацилом (HRAC Група 2), вони забезпечують триваліший контроль бур'янів у кукурудзі з меншим ризиком перехресної резистентності [41; 124].

Серед трендів у США та ЄС привертає увагу глюфосинат амонію (HRAC Група 10 – інгібітор глютамінсинтетази) як більш екологічно прийнятна альтернатива гліфосату – з огляду на регуляторні обмеження щодо останнього в ЄС. Глюфосинат має високу ефективність у ГМ-системах і добре підходить для локальних (spot) застосувань у зонах інтенсивного засмічення, зокрема в овочівництві та садах [124; 153; 160; 195].

Інша перспективна інновація – флорпірауоксифен–бензил, представник арилпіколінатів (HRAC Група 4), що також діє як синтетичний ауксин, але не має перехресної резистентності з традиційними регуляторами росту (дикамба, 2,4–Д). Речовина вже входить до складу гербіцидів нового покоління для контролю важковикорінюваних дводольних видів, включно з *Ambrosia artemisiifolia* L. та *Chenopodium album* L. [124; 155].

Комбінація мезотріону (HRAC Група 27 – інгібітор ГППО, HPPD) із тербутілазином (HRAC Група 5 – інгібітор фотосистеми II) є дієвою стратегією контролю як дводольних, так і злакових бур'янів у кукурудзі. Такі препарати працюють у до– і післясходовий періоди та особливо ефективні за змішаного засмічення. Додатково темботріон і топрамезон (також HRAC Група 27) підвищують селективність і гнучкість захисту у фазах активного росту культури [41; 61; 124].

У 2024 р. консорціум за участю хімічних компаній та університетів США повідомив про створення нової діючої речовини з принципово іншим механізмом дії – першої за понад 30 років. Сполука з робочою назвою наразі не відноситься до жодної з наявних класифікацій HRAC. Перші випробування засвідчили високу ефективність проти резистентних форм *Amaranthus palmeri* S. Watson, *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv., зокрема біотипів, стійких до гліфосату, ALS– та HPPD–інгібіторів [100].

Розширення гербіцидного арсеналу за рахунок сполук, що націлюються на різні метаболічні вузли бур'янів, дозволяє будувати ефективніші програми контролю. У поєднанні з сівозмінами та точними агротехнологіями такі підходи знижують пестицидне навантаження та підтримують довготривалий захист агроєкосистем [68; 159; 195]. Водночас надмірне й некероване застосування гербіцидів несе ризики забруднення ґрунтів і вод, негативного впливу на біорізноманіття і потенційних загроз для здоров'я людини [121; 143; 179]. Особливо гострою залишається проблема еволюції резистентності, що ускладнює захист і спричиняє значні економічні втрати [25; 142; 191]. Зростання частоти випадків резистентності вимагає переходу до більш інтегрованих, комплексних підходів [144; 159].

Доведено, що резистентність часто формується внаслідок повторних внесень гербіцидів із тим самим механізмом дії [136; 142]. Тому менеджмент стійкості має включати ротацію механізмів дії, інтеграцію з не-хімічними методами та впровадження систем інтегрованого управління бур'янами (ІУБ, IWM) (Pavlović et al., 2022). Інноваційні рішення – використання біопестицидів і прецизійних технологій внесення – відкривають можливості для зниження екологічного сліду й уповільнення розвитку резистентності [47; 144; 153; 195].

Кліматичні зміни – зростання середньорічних температур, зміни тривалості вегетації, частіші посухи – впливають на дієвість хімічного контролю в різних регіонах [10; 169; 194]. Показано, що за теплового й водного стресу бур'яни активують альтернативні шляхи детоксикації, знижуючи ефективність гербіцидів, особливо системних [10; 83]. Так, гліфосат і ALS-інгібітори суттєво втрачають ефективність за екстремальної посухи через зменшення транспірації та уповільнене поглинання діючих речовин. Потепління також підвищує інвазійний потенціал субтропічних видів, як-от *Ambrosia trifida* та *Sorghum halepense*, з подовженими вегетаційними періодами та швидкими адаптивними реакціями [82; 160; 169]. У США, Італії та на півдні України вже зафіксовано випадки перехресної стійкості таких видів до кількох груп гербіцидів [142; 160; 171].

Отже, адаптація програм хімічного контролю до нових кліматичних реалій вимагає ретельнішого врахування умов середовища під час добору діючих речовин, застосування високоактивних препаратів у стресових сценаріях та інтеграції агрономічних і біологічних практик [10; 153; 159]. Це відкриває перспективи для розроблення кліматоадаптивних моделей гербіцидного захисту, спрямованих на конкретні агроекологічні зони [120; 179].

Механічні методи контролювання бур'янів. Механічні методи контролю бур'янів залишаються одними з найдавніших і найпоширеніших у конвенційному землеробстві. До них належать оранка, культивація, боронування та міжрядний обробіток, які фізично видаляють або загортають бур'янову біомасу, порушують кореневі системи й зменшують ґрунтовий банк насіння [33; 144].

Оранка забезпечує глибоке інвертування орного шару, ефективно знищуючи над- і підземні органи бур'янів [176; 284]. Водночас часта та інтенсивна оранка пов'язана з деградацією структури ґрунту, зростанням ерозії та втратою органічної речовини [18; 128; 198]. Тому сучасні рекомендації наголошують про чергування оранки і інших способів обробітку ґрунту або обмежувати її періодичність, аби уникати довгострокової екологічної шкоди [66; 78]. Попри зростання поширення систем мінімального і нульового обробітку, оранка зберігає стратегічне значення за сильного засмічення перезимувалими чи багаторічними видами, менш чутливими до хімічного чи мілкового механічного контролю [13; 284]. Сучасні інновації ввели зональний і диференційований обробіток, коли глибину й інтенсивність порушення ґрунту адаптують до типу ґрунту, історії сівоzmіни, вологозабезпечення чи фітосанітарного стану. Наприклад, у Лісостепу України глибоке щілювання раз на два роки знижувало банк насіння бур'янів на 35–45 % [133; 284].

У низці країн ЄС (Австрія, Франція, Польща) спостерігається керована регламентована оранка раз на ротацію для виснаження банку насіння, часто у поєднанні із сидератами чи мульчуванням. Такий інтегрований підхід поєднує механічні та біологічні стратегії (покровні культури для пригнічення сходів

бур'янів), забезпечуючи екологічну рівновагу й контроль агресивних видів [66; 104; 119]. Останні дослідження [17; 180] показують, що епізодична глибока оранка, чергуючись із No-till або Strip-till технологіями, може розривати цикли стійкості у популяціях бур'янів.

Культивація та міжрядне підрізання менш інтенсивні, ніж глибокий обробіток, і переважно спрямовані на керування бур'янами у верхньому шарі ґрунту з одночасним збереженням структури та біологічної активності. Вони особливо ефективні в широкорядних культурах (кукурудза, соняшник) [144; 178]. Однак механічні методи часто потребують значних трудових і енергетичних витрат, що обмежує їх застосування у великих або високомеханізованих господарствах. Крім того, повторні обробітки можуть посилювати ерозію й зменшувати вміст гумусу [54; 120].

Інтенсивна оранка, хоч і традиційно ефективна для контролю бур'янів і підготовки посівного ложа, пов'язана зі значними втратами запасів органічного карбону. Глибока інверсія прискорює мінералізацію післяжнивних решток і викиди CO₂, погіршуючи якість ґрунту [13; 103; 198].

З огляду на виклики зміни клімату дедалі важливішими стають зниження інтенсивності обробітку та перехід до мінімального. Консерваційний обробіток допомагає зберігати більше стабілізованого карбону в ґрунті, як природне сховище парникових газів. Підтримання органічної речовини покращує водоутримання, структуру та кругообіг елементів живлення, підвищуючи стійкість агроєкосистем.

Водночас наукова спільнота наголошує на потребі довготривалих досліджень для оцінки агрономічних і екологічних наслідків мінімального обробітку з урахуванням клімату, ґрунтів, культур і попередників. За певних умов недостатній обробіток може призводити до накопичення насіння бур'янів, зниження врожаю та погіршення фітосанітарного стану [13; 18; 55; 66; 76; 91; 128].

Таким чином, пошук балансу між результативністю механічного контролю та збереженням запасів ґрунтового карбону – критична мета

сучасних сталих систем, що поєднує продуктивність і природоохоронну функцію.

Біологічні методи: обмежене, але зростаюче застосування. Біологічні методи контролю бур'янів у конвенційному землеробстві спрямовані на зниження залежності від хімічних гербіцидів при мінімізації екологічної шкоди. Ідеться про використання природних ворогів бур'янів – фітопатогенів і фітофагів–комах, біопестицидів та агроприйомів, що підсилюють конкурентоспроможність культур [95; 119; 200].

Порівняно з гербіцидами біологічні методи менш передбачувані й потребують ретельної інтеграції з іншими стратегіями [39; 95].

Сучасні дослідження зосереджені на пошуку ефективніших мікроорганізмів і комах–біоконтролерів, а також на створенні біопрепаратів із кращою стабільністю та польовою дією [95; 200]. Масштабування стримують складності масового виробництва, формуляції та зберігання. Попри це, значення біоконтролю зростає, особливо, в консерваційних системах, де поєднання біологічних, агрономічних і хімічних методів підвищує довготривалу стійкість агроecosистем [34; 54; 179; 200].

Біотехнології відкривають нові можливості, які досліджують генетично модифіковані мікроорганізми та синтетичні консорціуми корисних бактерій і грибів, здатні синергійно пригнічувати бур'яни й водночас підсилювати стійкість культур до біотичних та абіотичних стресів [204; 206]. У США та окремих країнах Європи впровадження таких біоінокулянтів підтримується державними програмами сталого агроvиробництва [2; 39; 130; 200].

В Україні зростає інтерес до використання локальних ентомофагів, зокрема комах, що паразитують на звичних для кукурудзових і соняшникових сівозмін бур'янах. Зокрема, доведено ефективність *Zygogramma bicolorata* проти *Ambrosia artemisiifolia* L. – одного з найагресивніших інвазійних видів Степу [15; 176; 178]. Такі методи можуть бути інтегровані у програми контролю для зниження гербіцидного навантаження та екологічного впливу [119].

Короткострокова ефективність і довгострокові впливи на ґрунт та довкілля. Традиційні практики контролю в першу чергу інтенсивне застосування гербіцидів і глибокий обробіток – забезпечують високу короткострокову ефективність, оперативно знижуючи тиск бур'янів і підвищуючи врожай [59; 60; 144; 186].

Хімічний контроль пропонує широкий спектр дії та технологічну простоту, тоді як механічний фізично видаляє бур'яни, що є доречним у посушливих регіонах [33; 144; 178].

В той час, довгострокові наслідки можуть бути несприятливими для здоров'я ґрунтів і сталості агроєкосистем. Частий інтенсивний обробіток прискорює деградацію структури, втрату органічної речовини, ерозію та ущільнення, що зменшує водоутримання і родючість. Надмірне використання гербіцидів призводить до забруднення ґрунтів і вод, порушення мікробних асоціацій і появи резистентних популяцій [18; 121; 128; 143; 198; 204].

Довготривалі екологічні наслідки включають зниження біорізноманіття в агро– й навколишніх екосистемах, що негативно позначається на природних екосистемах, біоконтролі шкідників, протидії ерозії тощо [5; 43; 55; 202]. Це підкреслює нагальність переходу від одноопераційних інтенсивних підходів до інтегрованих систем, які поєднують різні стратегії з акцентом на сталість і збереження ґрунтових ресурсів [75; 120; 159].

Глибокий механічний обробіток може істотно зменшувати банк насіння та порушувати корені бур'янів, знижуючи рівень засмічення. Водночас він спричиняє деградацію структури, виснаження гумусу та посилення ерозійних процесів [13]. Повторне інвертування шару пришвидшує мінералізацію органіки, знижуючи здатність ґрунту утримувати воду й поживні речовини в критично посушливих регіонах.

Хімічний контроль, попри високу селективність і швидкість дії, несе ризики накопичення токсичних залишків, негативного впливу на корисні організми й мікробіоту та прискорює розвиток резистентності. Некероване

застосування може підвищувати залежність систем від хімічного дисбалансу і зменшувати їхню довгострокову стійкість [5; 43; 75; 120; 202].

Натомість біологічні та агрономічні методи, хоч і повільніші, сприяють підтриманню здоров'я ґрунту, зменшенню хімічного навантаження та формуванню більш стійких агроєкосистем. Їхня результативність істотно зростає в поєднанні з іншими підходами, що дає змогу зменшити екологічні ризики [17; 47; 55; 68; 78; 195; 200].

Сучасна агрономічна практика дедалі частіше прагне збалансувати короткострокову продуктивність із довгостроковою екологічною стійкістю через принципи інтегрованого управління бур'янами (ІУБ). ІУБ поєднує механічні, хімічні, біологічні та агрономічні методи у різноманітні, адаптивні, контекстно–специфічні стратегії. Такий підхід є ключовим для відповіді на сучасні виклики сільського господарства щодо змін клімату, деградацію ґрунтів і втрату біорізноманіття [34; 120; 144; 153; 159; 179; 200].

Мінімальний обробіток і мульчування в системі консерваційних агротехнологій. Мінімальний обробіток ґрунту є базовим принципом консерваційних агротехнологій, спрямованим на збереження структури ґрунту та посилення біологічної активності шляхом зменшення або відмови від традиційних оранкових операцій. Такий підхід запобігає ерозії, поліпшує водоутримувальну здатність і сприяє акумулюванню органічної речовини, позитивно впливаючи на здоров'я агроєкосистем [6; 18; 71].

Центральним елементом є система No-till технології, зорієнтована на довготривале збереження родючості, контроль ерозії та підвищення вмісту органічної речовини. No-till технологія підтримує ґрунтову біоту й поліпшує фізико–хімічні властивості ґрунту, істотно підвищуючи стійкість агроєкосистем до посух і злив [55; 66; 78]. Мінімізація порушення профілю ґрунту також зменшує ризик формування ущільнених шарів (плужної підшви), характерних для інтенсивного обробітку [128; 133].

Ключовою рисою No-till технології є мульчувальний шар з пожнивних решток на поверхні ґрунту, який виконує кілька екологічних функцій: (1)

фізичний бар'єр для проростання насіння бур'янів і, відповідно, зменшення залежності від гербіцидів; (2) збереження вологи через зниження випаровування; (3) безперервне постачання органічної речовини під час розкладання, що живить ґрунтові мікроорганізми й підсилює біологічну активність [17; 86; 204]. Сукупно це підвищує продуктивність агроєкосистем і послаблює кліматичні коливання [78; 214].

Водночас на ранніх етапах переходу до No-till технології часто зростає тиск бур'янів, особливо багаторічних і гербіцидостійких видів, які виграють від відсутності інтенсивного механічного контролю [159; 176; 178].

Тому рекомендовано інтегровану стратегію, що поєднує біологічні, агрономічні та хімічні методи. Зокрема, покривні культури з алелопатичними властивостями для пригнічення проростання й локальні обробки гербіцидами для зменшення пестицидного навантаження без втрати ефективності [17; 153; 191].

У Північній Америці No-till технології широко застосовують у виробництві кукурудзи, сої, пшениці та інших культур. Тут підтверджено підвищення родючості, зменшення ерозії й зростання врожайності, особливо за посушливого клімату [55; 78; 120].

Подібні результати отримано у країнах ЄС, де No-till технології інтегрують із цифровими елементами точних агротехнологій для оптимізації використання ресурсів [68; 153; 195]. У такому контексті No-till технологія набуває значення не просто прийому, а частина інноваційної парадигми сталого виробництва [34; 179].

В Україні No-till технологія набирає обертів, особливо у Степу, де кліматичні зміни спричинили часті посухи й дефіцит вологи. За даними ІГА НААН, поєднання No-till технології із мульчуванням і покривними культурами зменшує ерозію, зберігає продуктивну вологу та знижує засміченість на 20–30 % порівняно з традиційним обробітком [15; 176; 284]. У поєднанні з адаптивними сівозмінами та прецизійною фертигацією No-till технологія має високий потенціал як фундамент сталих технологій в Україні [133; 176].

No-till технологія також відіграє ключову роль у секвестрації вуглецю, збільшуючи частку стабілізованої органічної речовини, що покращує фізичні властивості ґрунту, водоутримання та розвиток кореневої системи культур і водночас знижує викиди парникових газів [18; 55; 71].

Для оптимальних результатів обробіток, сівозміни, системи удобрення й захисту від бур'янів слід підбирати під локальні ґрунтово-кліматичні умови [120; 128; 159].

Альтернативою суцільній оранці є Strip-till технологія – вузькосмугове розпушення в рядку за збереження решток у міжряддях. Це зменшує ерозію, заощаджує вологу та одночасно контролює бур'яни в зоні [76; 176; 284].

У поєднанні з покривними культурами Strip-till технологія ефективно пригнічує бур'яни без надмірного порушення ґрунту, що доречно за кліматичної мінливості [13; 56; 78].

У країнах ЄС дедалі частіше застосовують roller-crimper для механічного мульчування, яке гальмує ріст бур'янів і зменшує потребу в оранці. Технологія поширена в органічних системах Франції, Італії та Польщі [17; 119; 191].

У степових регіонах України Strip-till технологія швидко масштабується в кукурудзі та соняшнику, коли вузькозонне розпушення із збереженням мульчі в міжряддях зменшує випаровування й тиск бур'янів. Дослідження ІГА НААН (2021–2023) засвідчують, що Strip-till технологія із мульчуванням після пшениці чи ріпаку знижує засміченість на 25–30 % і зберігає 18–22 мм продуктивної вологи в шарі 0–30 см у критичні фази росту кукурудзи, також забезпечує локальне внесення макро– і мікроелементів [15; 18; 133; 176; 284].

Іншим перспективним прийомом є вертикальний обробіток (Verti-Till) – мілке розпушення без інверсії, що зберігає структуру, органіку й вологу, водночас механічно пошкоджує проростки бур'янів і розбиває канали ущільнення [55; 128; 133].

На відміну від оранки, Verti-Till не створює плужної підшви, покращує інфільтрацію й коренеутворення. У США та Канаді широко застосовується в консерваційних системах після кукурудзи і сої; рештки подрібнюють і частково

інкорпорує, утворюючи мульчувальний шар. У центрі й півдні України метод випробовують як альтернативу оранці під ярі зернові та олійні культури [66; 120].

Мульчування (післяжнивними рештками або покривними культурами) є ключем до пригнічення бур'янів: фізичний бар'єр для проростання, зниження температури ґрунту, поліпшення збереження вологи [17; 86; 180].

Воно дозволяє суттєво скоротити залежність від гербіцидів. Водночас у мінімальних системах потрібна адаптивна інтеграція агрономічних, біологічних і хімічних заходів. Мульча може зменшувати проникнення гербіцидів у ґрунт, тож слід коригувати строки й способи внесення гербіцидів [143; 144; 153].

Попри виклики (перегляд традиційних практик, потреба в достатній масі решток), консерваційні підходи підвищують стійкість систем і відновлюють природні процеси [55; 120].

Сівозміни й покривні культури у консерваційних системах. Сівозміни та покривні культури є одні з найрезультативніших агропрактик у консерваційних системах. Вони знижують засміченість, покращують структуру і родючість ґрунтів [55; 104; 202].

Сівозміна створює конкурентний тиск на бур'яни, обмежуючи їх розвиток і репродукцію та скорочуючи ґрунтовий банк насіння, перериваючи життєві цикли, вона зменшує життєздатність бур'янових спільнот і підвищує ефективність інших заходів [24; 159; 176]. Поєднання дводольних і злакових культур змінює агроєкологічні умови, посилює біорізноманіття і гальмує появу сходів бур'янів [104; 123; 176].

Як покривні культури, бобові (горох, конюшина) та злакові (жито, овес), формують мульчувальний шар, який блокує проростання бур'янів, зменшує їх конкурентоспроможність і утримує вологу [17; 86; 180]. Вони активують ґрунтову біоту, стимулюють фіксацію атмосферного азоту, збагачують ґрунт і підсилюють стійкість агроєкосистем [15; 55; 128], що особливо важливо на виснажених або еродованих ґрунтах.

Сучасні підходи наголошують на оптимізації чергування культур за агроекологічними вимогами та інтеграції покривних культур із цільовими гербіцидами й біологічним контролем це комбінація, що суттєво посилює пригнічення бур'янів за меншого хімнавантаження [119; 153; 191]. У ЄС діють механізми підтримки різноманітних сівозмін і покривних культур у межах кліматоорієнтованого землеробства [34; 54; 179].

Окрім традиційних функцій, покривні культури підвищують поліпшують фізико-біохімічні властивості ґрунту, буферують мікроклімат, підсилюють інфільтрацію опадів у верхніх шарах, зменшують втрати елементів живлення та ризики ерозії, стабілізують кругообіг поживних речовин. Вони впливають на динаміку ґрунтової біоти, стимулюючи корисні мікрогрупи, які підвищують імунітет рослин і пригнічують ґрунтові хвороби [18; 86; 95; 200; 204; 214].

Перспективою є мультифункціональні покривні культури, що поєднують пригнічення бур'янів із виробництвом біомаси для кормів або біоенергетики, зменшуючи залежність від зовнішніх ресурсів і підтримуючи екологічну рівновагу [55; 104; 123]. Розроблення нових сортів покривних культур із підсиленими алелопатичними властивостями та широкою адаптивністю відкриває можливості для цілеспрямованого контролю [5; 83; 200].

Видовий склад бур'янів визначається не лише попередником, а й алелопатичним профілем культур у сівозміні. Українські дослідження показують, що найбільшу шкоду часто завдають такі домінанти як *Ambrosia artemisiifolia* L., *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* L., *Setaria glauca* L., *Polygonum convolvulus* L., саме на них доцільно фокусувати контроль. Рівень засміченості та структура угруповань істотно залежать як від основного обробітку, так і від орґано-мінерального живлення [52; 176; 178].

Локальне внесення гербіцидів у точних агротехнологіях. Локальне внесення гербіцидів це ключова інновація консерваційних систем, що підвищує ефективність контролю бур'янів і зменшує хімнавантаження. GPS, БпЛА,

сенсори та ШІ-алгоритми забезпечують оперативне виявлення бур'янів і локалізоване внесення лише там, де це потрібно [47; 162; 195].

Це дозволяє суттєво скоротити витрати гербіцидів, зменшити ризики резистентності та забруднення ґрунтів і вод [34; 68; 179].

Мультиспектральні сенсори дають змогу картувати засміченість і в реальному часі регулювати норму внесення. Перевагою є і інтеграція з автоматизованою технікою. Сучасні обприскувачі з високоточною навігацією змінюють швидкість і дозу залежно від локального рівня засміченості, мінімізуючи перекриття й передозування, одночасно збираються дані для планування наступних операцій (Uradhuay et al., 2024). Розвиток IoT і мобільних застосунків розширює можливості дистанційного моніторингу [68; 74; 81; 153; 195].

Агрономічні практики зі зменшення банку насіння бур'янів у ґрунті. Стратегічна мета довгострокового контролю полягає в скороченні ґрунтового банку насіння. Це поступово зменшує щільність бур'янів і залежність від хімічних та механічних методів [4; 109; 180].

Сучасні практики орієнтуються не лише на знищення сходів і дорослих рослин, а й на розрив життєвих циклів, щоб запобігти поповненню банку насіння [144; 153; 159].

Висококонкурентні культури з густим травостоєм і швидким стартом затіняють поверхню, обмежуючи світло для проростання. Покривні культури забезпечують постійну мульчу, що фізично стримує появу сходів, пом'якшує температурні коливання й утримує вологу [17; 86; 180].

Повторна міжрядна культивування (навіть у мінімальних системах) порушує молоді корені бур'янів і поліпшує аерацію, стимулюючи розвиток культур [76; 144; 178]. Своєчасне механічне видалення до насіннєвого дозрівання це важливо для недопущення поповнення запасів насіння бур'янів [4; 109; 191].

Перспективою є поєднання агрономії з біологічними заходами, зокрема інокуляція сапрофітних/патогенних грибів, що уражають насіння бур'янів і знижують його життєздатність [95; 180; 200], не пошкоджуючи культури та

підтримуючи ґрунтове мікроборізноманіття. Системи моніторингу фенології бур'янів допомагають оптимізувати строки втручань, стратегії слід адаптувати до клімату, ґрунтів і біорізноманіття регіону.

Динаміку банку насіння за глибокої оранки, мінімального та No-till технології із поверхневою мульчою узагальнили Lundgren et al. (2023), підкресливши значення вертикального розподілу насіння у профілі [109]. Alagbo et al. (2022) показали, як методи обробітку впливають на проростання насіння і зменшують втрати врожаю у зернових і бобових [4].

Експериментальні дані свідчать про значне різноманіття розмірів банку за різних ґрунтів, що ускладнює інтерпретацію рівня загрози лише за кількістю насіння [4; 109]. За даними Shevchenko et al., 2023, у Степу України запас насіння в шарі 0–10 см може сягати 570 млн насінин/га; інші дослідження показують від 6 млн насінин/га на перелогах до 133 млн насінин/га в агроєкосистемах. Водночас суттєві втрати врожаю можливі як за низьких, так і за високих щільностей. Отже, зменшення насіння у верхньому шарі є рішення до здешевлення технологічної боротьби з бур'янами [52; 176; 178].

Тобто, комплексна стратегія, що інтегрує сівозміни, покривні культури, механічні та біологічні методи, є необхідною для сталого скорочення банку насіння. Вона зменшує екологічний тиск і підвищує економічну життєздатність, що робить підходи придатними до широкого впровадження в Україні, Європі та Північній Америці [34; 120; 159].

Консерваційні системи дають суттєві переваги для контролю бур'янів: збереження структури ґрунту, менша ерозія, кращий водний режим, вище біорізноманіття. Мінімальний обробіток, мульчування й сівозміни активують природні механізми пригнічення бур'янів, знижуючи потребу в гербіцидах і підвищуючи екологічну безпеку [55; 78; 126; 202]. Вони також поліпшують мікробіологічний стан ґрунтів, посилюючи конкуренцію культур із бур'янами [18, 127; 128; 204].

Водночас впровадження супроводжується наступними викликами: дефіцит знань і навичок щодо контролю бур'янів за мінімального обробітку

може спричинити підвищений тиск у перехідний період, особливо в монокультурних системах; зростання залежності від гербіцидів на етапі адаптації та ризик резистентності; обмежений доступ до сучасної техніки для точного внесення, недостатнє фінансування та відсутність підтримки стримують масштабування БпЛА, сенсорики і автономних систем [34; 68; 142; 143; 153; 195].

Попри це, консерваційний підхід має великий потенціал довгострокової продуктивності та екологічної стійкості. Інтеграція агрономічних, біологічних і хімічних методів у рамках інтегрованого управління бур'янами (ІУБ) зменшує екологічні ризики, покращує якість ґрунту та обмежує економічні втрати від резистентності [120; 144; 159].

Особливо перспективним є цифровий інструментарій, що дозволяє адаптувати стратегії контролю до локальних умов. В умовах глобальних кліматичних викликів консерваційні агротехнології постають як ключова стратегія забезпечення продовольчої безпеки й збереження екосистем [68; 74; 195].

Залучаючи мінімальний обробіток, мульчування, сівозміни та інноваційні прецизійні технології, консерваційне землеробство показує високий потенціал ефективного й екологічно безпечного контролю бур'янів. Хоча залишаються виклики, такі як підвищення кваліфікації виробників, небезпека прояву резистентності, доступ до техніки. Цей підхід сприяє збереженню ґрунтів, відновленню біорізноманіття й підвищенню родючості. Інтеграція агрономічних, біологічних і цифрових інструментів визначає нові напрямки сталого розвитку агровиробництва в умовах зміни клімату та зростання тиску на природні ресурси.

Подальші дослідження і розробка локально адаптованих технологій дозволять максимально реалізувати екологічні та економічні вигоди консерваційних систем [15; 34; 54; 55; 78; 120].

Консерваційні агротехнології як система сталого управління агроєкосистемами швидко поширюється у світі особливо у площині контролю

бур'янів, скорочення використання агрохімікатів і адаптації до змін клімату. Найбільші площі задіяно в Південній Америці, особливо в Бразилії та Аргентині, де ця практика охоплює понад 50 млн га. У цих країнах широкий набір агрономічних методів інтегровано з системами боротьби з бур'янами, що суттєво зменшує залежність від хімічних засобів [47; 55; 78; 153; 195].

У Північній Америці, зокрема США та Канаді, консерваційні практики активно доповнюються технологіями точного землеробства, що дозволяє адаптувати стратегії контролю бур'янів до зональних умов і оптимізувати використання гербіцидів і механічних заходів [142; 153; 160; 162; 171; 195].

Європейський Союз також послідовно розширює впровадження консерваційних агротехнологій, які зосереджуються на скороченні пестицидів і посиленні біорізноманіття [34; 54; 180]. Ці ініціативи формують стимули та регуляторні рамки, що підтримують фермерів у переході до більш сталого менеджменту бур'янів [119; 159; 191].

В Азії та Африці поширення консерваційно орієнтованого контролю бур'янів відбувається повільніше через обмежені ресурси, недостатню технічну підтримку та специфіку місцевих систем господарювання. Водночас зростає кількість пілотних проєктів і міжнародних програм, спрямованих на адаптацію практик до зональних умов і потреб виробників [83; 144; 200].

Отже, країни-лідери поєднують багаторічний досвід традиційного землеробства з передовими технологіями, досягаючи балансу між продуктивністю та екологічною стійкістю [55; 78; 120].

Інтегрований менеджмент бур'янів став ключовим підходом сучасних агротехнологій, що поєднує різноманітні методи контролю для зниження екологічного навантаження та підвищення ефективності [144; 159; 191]. Він передбачає збалансоване застосування агрономічних прийомів, біологічних методів, хімічного контролю та сучасних технологій, що допомагає стримувати розвиток резистентності. Останніми роками зростає усвідомлення необхідності регіональної адаптації інтегрованого менеджменту бур'янів з урахуванням видової різноманітності бур'янів, агрокліматичних особливостей і

соціоекономічних чинників. Це підвищує стабільність систем і сприяє більш раціональному використанню ресурсів. Моніторинг бур'янів і прогнозування їхнього розвитку істотно покращує ухвалення рішень у межах інтегрованого менеджменту бур'янів [25; 95; 119; 142; 200].

Водночас впровадження інтегрованого менеджменту бур'янів (IWM) супроводжується викликами, пов'язаними з інформуванням і навчанням фермерів, а також оптимізацією витрат на інтегровані заходи. Брак довгострокових даних ускладнює економічну оцінку окремих компонентів IWM, що потребує подальших досліджень [34; 120; 216].

Таким чином, інституціалізація IWM як стандарт сталого контролю бур'янів є важливим поступом агросектору, що поєднує наукові інновації та практичні рішення для підтримання продуктивності й екологічної безпеки [159; 180; 191].

Кліматичні зміни суттєво впливають на динаміку поширення бур'янів у різних регіонах світу, модифікуючи їхні біологічні цикли, адаптивність і конкурентоспроможність щодо культур. Підвищення середньорічних температур, зміни режиму опадів і зростання частоти екстремальних погодних явищ сприяють проникненню нових видів у раніше несприятливі зони та посиленню агресивності наявних популяцій [32; 82; 199].

Це ускладнює ефективність традиційних методів контролю, адже бур'яни можуть швидше відновлюватися після обробок або адаптуватися до поширених діючих речовин. Підвищені температури змінюють метаболізм рослин і можуть знижувати чутливість окремих видів до гербіцидів [10; 124; 143]. Крім того, зміщення вегетаційних періодів потребує перегляду календарів агрономічних втручань [52; 109; 176].

Для адаптації систем контролю бур'янів до нових кліматичних реалій зростає увага до інтегрованих підходів, що поєднують стійкі агрономічні практики, точне внесення гербіцидів і цифрові моніторингові технології [78; 144; 200]. Важливим є і упровадження кліматоорієнтованих моделей прогнозування поширення бур'янів для своєчасної реакції [47; 74; 195].

Попри відчутний прогрес, нестача локалізованих довгострокових досліджень у різних агрокліматичних зонах залишається серйозною перешкодою для повного розуміння й адаптації методів контролю до кліматичних викликів [120; 128; 216].

В Україні менеджмент бур'янів залишається критичним завданням для агровиробництва, оскільки бур'яни істотно знижують урожайність і ускладнюють технологічні процеси [15; 176; 178].

В посівах зернових, технічних та овочевих культур є високо конкурентоспроможні й швидко поширювані види, зокрема *Ambrosia artemisiifolia*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Setaria viridis* та *Echinochloa crus-galli*, серед яких часто спостерігають резистентність до гербіцидів [176; 177; 178].

Традиційно в Україні застосовують інтенсивний хімічний контроль із широким використанням препаратів груп сульфонілсечовин, імідазолінонів та феноксикислот. Водночас зростання усвідомлення необхідності скорочення хімічного навантаження на екосистеми стимулює інтерес до консерваційних технологій. Останніми роками спостерігається поступове впровадження принципів консерваційних агротехнологій – мінімальної обробки, покривних культур і ротацій. За даними Міністерства економіки, за консерваційними підходами обробляють орієнтовно 5–7 % площ під зерновими, найбільше – у південних і центральних регіонах [25; 124; 133; 143; 177; 284].

Головними бар'єрами ширшого впровадження консерваційних агротехнологій є недостатня технічна інфраструктура господарств, дефіцит кваліфікованих агрономічних кадрів і обмежена державна підтримка інновацій [15; 34; 178].

Водночас міжнародні технічні проєкти та наукові дослідження з контролю бур'янів позитивно впливають на розвиток консерваційного контролю бур'янів і сталого землеробства загалом [50; 138; 176].

Країни Європейського Союзу послідовно впроваджують інтегровані підходи до контролю бур'янів, поєднуючи традиційні методи з

консерваційними практиками. Стратегія «Від лану до столу» передбачає скорочення використання пестицидів на 50 % до 2030 р., заохочуючи впровадження інтегрованого менеджменту бур'янів з акцентом на механічні та агрономічні заходи. У Північній Європі (Швеція, Данія) широко застосовують прецизійні обробки гербіцидами на основі GPS, що істотно зменшує хімічне навантаження [106]. У США консерваційне землеробство охоплює понад 70 млн га [55; 78; 195].

Типово поєднуються мінімальний обробіток, мульчування та ротації з покривними культурами для зниження ерозії і пригнічення бур'янів. Поширення резистентних видів, таких як *Palmer amaranth* і *waterhemp*, стимулює використання цифрових технологій для прецизійного внесення гербіцидів і біологічних методів [133; 162; 195].

У Латинській Америці спостерігається швидке зростання консерваційних практик, особливо в Бразилії та Аргентині, де площі No-till технологій збільшилися більш ніж на 40 % за останнє десятиліття. Гербіциди традиційно поєднують з агрономічними заходами та інноваціями [25; 55; 78; 120; 142; 143].

В Азії поширення консерваційних практик відбувається повільніше через складні кліматичні умови та домінування дрібних господарств. Проте у Китаї, Індії та В'єтнамі зростає інтерес до мінімального обробітку та ротацій для збереження родючості ґрунтів і контролю бур'янів. Китай активно досліджує адаптацію консерваційних підходів до монокультур рису та пшениці, а Індія впроваджує цифрові платформи моніторингу бур'янів і прецизійного внесення ЗЗР [83; 91; 119; 191; 209].

Державна політика є визначальною для створення сприятливих умов упровадження сучасних методів контролю бур'янів, особливо в межах консерваційних агротехнологій. Багато країн – члени ЄС, США та Україна реалізують програми підтримки сталого землеробства, заохочуючи інтегровані системи менеджменту бур'янів і скорочення залежності від агрохімікатів [34; 54; 55; 180; 191; 200].

В Україні розвиток консерваційних агротехнологій підтримують державні та міжнародні наукові ініціативи, зокрема проєкти за участі ФАО, ЄБРР та інших партнерів, що сприяють навчанню, технологічному переходу і адаптації міжнародного досвіду. Програми зосереджені на вдосконаленні агрономічних методів, допомозі фермерам у трансформації до консерваційних систем і дослідженні контролю резистентності до гербіцидів [52; 155; 200]. Останнім часом наукові програми приділяють підвищену увагу інтеграції багатокomпонентних підходів (хімічних, механічних, біологічних і цифрових) з урахуванням кліматичних змін і регіональної специфіки [15; 177; 179; 293].

Українські наукові установи, зокрема ДУ Інститут зернових культур НААН, реалізують проєкти з оптимізації систем захисту рослин з урахуванням агроєкологічних умов [34; 54; 178; 180].

Отже, державна політика та наукові програми виступають каталізаторами розвитку сталого й ефективного менеджменту бур'янів, підвищуючи продуктивність агроєкосистем і збереження довкілля [34; 54; 180].

Сучасні виклики у менеджменті бур'янів в агроєкосистемах потребують комплексного підходу, що виходить за межі традиційних агрономічних і хімічних методів.

Міждисциплінарні дослідження, які інтегрують агрономію, екологію, молекулярну біологію, інформатику та соціальні науки, мають потенціал суттєво підвищити ефективність і сталість систем контролю бур'янів. Зокрема, поєднання розуміння генетичних механізмів резистентності з розробленням цифрових технологій моніторингу дає змогу створювати прогнозовані моделі для адаптивного управління [68; 74; 79; 153; 159; 195].

Брак міждисциплінарних робіт ускладнює розроблення комплексних стратегій, що поєднують екологічну безпеку з економічною доцільністю. Крім того, комбінований ефект біологічних, механічних і хімічних заходів у межах інтегрованого менеджменту бур'янів з урахуванням регіональних особливостей ґрунтів, клімату та культур залишається вивченим недостатньо [34; 180; 216].

Нагально потрібні дослідження впливу різних агротехнологій на ґрунтові мікроорганізми, адже саме мікробіом відіграє ключову роль у стабільності агроєкосистем і пригніченні бур'янів [144; 159; 200].

Однім з ключових наукових недоліків у контролі бур'янів є брак довготривалих досліджень, що відображають часовий (кумулятивний) вплив різних заходів на агроєкосистеми.

Більшість наявних робіт фокусується на короткострокових ефектах гербіцидів чи агрономічних практик, що ускладнює прогнозування стійкості системи, виникнення резистентності у бур'янів та впливів на ґрунтове середовище.

Довготривалі експерименти дають змогу оцінювати накопичені наслідки хімічного навантаження, зміни видового складу бур'янів, а також вплив на родючість ґрунтів і біорізноманіття.

Особливо в системах консерваційного землеробства відсутність тривалих спостережень перешкоджає аналізу економічної доцільності переходу до мінімального обробітку та покривних культур у різних регіонах з відмінними агрокліматичними умовами [4; 109; 120; 128; 176; 216].

Також, довгостроковий моніторинг є необхідним для адекватної оцінки екологічних ризиків, зокрема впливу хімічних речовин на ґрунтові мікроорганізми, акумуляції токсикантів у ґрунтах і водних об'єктах, а також адаптації бур'янів до зміни. Без таких даних складно розробляти сталі стратегії контролю, ефективні у багаторічній перспективі [44; 143; 204].

Отже, нагально потрібний запуск і підтримка довготривалих агроєкологічних програм, які інтегрують моніторинг біотичних і абіотичних чинників, соціально–економічні аспекти та технологічні інновації для комплексної оцінки систем боротьби з бур'янами [15; 34; 167]. Розширення таких досліджень сприятиме більш обґрунтованим рішенням у політиці, агрономії та науковому програмуванні.

Потенціал нових технологій у контролі бур'янів. Інноваційні технології – безпілотники, штучний інтелект (AI) і сенсорні системи – відкривають нові

перспективи для ефективного та сталого менеджменту бур'янів. Використання БПЛА забезпечує швидкий моніторинг стану посівів, раннє виявлення бур'янів і точну локалізацію гербіцидних обробок, істотно знижуючи пестицидне навантаження та екологічний ризик [47; 162; 195].

Штучний інтелект і машинне навчання дають змогу аналізувати великі масиви даних із зображень, сенсорів і метеоінформації для розпізнавання видів бур'янів і прогнозування їхньої динаміки, що підтримує адаптивні інтегровані підходи [68; 74; 153].

Сенсорні технології, зокрема мульти– та гіперспектральні камери, надають детальні оцінки стану рослинного покриву, дозволяючи виявляти стрес, пов'язаний із конкуренцією бур'янів, і оцінювати ефективність заходів контролю [162].

Попри значний потенціал, впровадження цих рішень супроводжується викликами: високі стартові інвестиції, потреба у кваліфікованих кадрах, адаптація алгоритмів до регіональних умов і інтеграція з наявними агросистемами.

Наразі бракує довготривалих оцінок економічної доцільності та екологічних наслідків широкомасштабного застосування таких технологій. Розвиток міждисциплінарних проєктів за участі агрономів, інженерів, IT-фахівців і екологів є критично важливим для створення інтегрованих рішень, що враховують специфіку регіонів, культур і масштабів виробництва.

Очікується, що найближчими роками БПЛА, AI і сенсори стануть ключовими компонентами сталих стратегій контролю бур'янів, підвищуючи продуктивність і безпеку довкілля [47].

Нові напрямки досліджень – автономні роботизовані системи механічного видалення бур'янів, які активно випробовують у США, Німеччині та Нідерландах, та лазерне та плазмове знищення бур'янів, що використовує теплову енергію для руйнування тканин [16; 126; 137; 153; 195]. Перспективним, але малодослідженим напрямом є застосування блокчейну для

верифікації та відстеження заходів контролю бур'янів у «зелених» агросистемах [2; 39; 95; 130; 200; 204].

Синтез традиційних та інноваційних методів. Сучасні виклики у контролі бур'янів вимагають інтеграції класичних агрономічних практик із передовими технологіями для підвищення ефективності та стійкості систем. Поєднання механічних, хімічних і біологічних методів із цифровими інструментами – AI, БПЛА й сенсорами – відкриває нові можливості для адаптивного та цілеспрямованого менеджменту. Водночас такий синтез потребує глибокого розуміння екологічних, економічних і соціальних аспектів застосування різних підходів. Наприклад, інтеграція мінімального обробітку з прецизійним внесенням гербіцидів за допомогою БПЛА може зменшити хімічне навантаження, зберігаючи продуктивність, але вимагає належної підготовки кадрів і адаптації технологій до локальних умов. Подібно, використання покривних культур разом із біологічними агентами та агрономічними заходами потребує міждисциплінарних досліджень для розроблення комплексних протоколів [55; 56; 71; 78; 92; 120; 144; 176; 177; 195; 212; 279].

Таким чином, інтеграція традиційних і інноваційних підходів до контролю бур'янів відкриває нові горизонти для створення ефективних, адаптивних і сталих агроєкосистем. Подальший розвиток цифрового моделювання, селекційних технологій і глобальних інформаційних платформ є ключем до подолання наявних прогалин і масштабування інновацій у різних регіонах. Успішна реалізація цих напрямів залежить від міждисциплінарної співпраці науковців, фермерів і технологічних компаній [10; 25; 34; 127; 143; 179].

Традиційні методи контролю бур'янів – насамперед хімічні та механічні – забезпечують високу короткострокову ефективність і становлять основу сучасних агросистем. Водночас їх інтенсивне застосування зумовлює негативні довгострокові наслідки: деградацію ґрунтової структури, забруднення довкілля та формування резистентності бур'янів.

Консерваційно орієнтовані та інтегровані підходи, що поєднують різні методи контролю, демонструють вищу екологічну стійкість і мають перспективу для забезпечення довготривалої життєздатності агроєкосистем. Упровадження комплексних стратегій контролю бур'янів є ключовим для поєднання ефективності стримування з охороною ґрунтових ресурсів і довкілля [144; 159; 191].

Хімічні та механічні методи характеризуються швидким пригніченням бур'янів і простотою застосування, що дає змогу підтримувати стабільні врожаї у товарному виробництві. Проте тривале й інтенсивне використання цих підходів спричиняє негативні екологічні ефекти, включно з деградацією ґрунтів, зниженням біорізноманіття та накопиченням популяцій бур'янів, стійких до гербіцидів [47; 153; 195].

Консерваційні та інтегровані стратегії, хоча й забезпечують повільнішу динаміку контролю, сприяють збереженню ґрунтових ресурсів, зменшують екосистемні впливи та підвищують довгострокову стабільність агроєкосистем. Поєднання агрономічних, біологічних і хімічних методів у рамках інтегрованого менеджменту бур'янів (ІМБ) підсилює ефективність контролю та забезпечує екологічну стресостійкість [68; 80; 216].

Отже, у довгостроковій перспективі системи, що синтезують традиційні й інноваційні методи, є стійкішими, оскільки збалансовують продуктивність і екологічну відповідальність.

Особливості формування шкودочинного комплексу за різних способів обробітку ґрунту. Літературні джерела свідчать, що кукурудза є однією з найбільш уражуваних хворобами та пошкоджуваних шкідниками зернових культур, а втрати врожаю від комплексу фузаріозних гнилей, плямистостей, шкідників стебла і качанів у різні роки сягають 10–30 % і більше, причому значна частка збитків пов'язана не лише з прямою редукцією врожайності, а й із контамінацією зерна мікотоксинами, насамперед фумонізинами, трихотеценами та зеараленоном [9; 57; 146; 153; 168; 188; 207]. Фузаріозні кореневі, стеблові й качанові гнилі, спричинені комплексом *Fusarium*

verticillioides, *Fusarium graminearum* та споріднених видів, можуть проявлятися на всіх етапах органогенезу кукурудзи – від проростання до повної стиглості, змінюючи структуру пошкоджень залежно від фази розвитку та умов вирощування [12; 57; 146; 208]. Доведено, що фузаріоз стебла типово знижує врожай на 10 %, а за інтенсивного розвитку – на 30–50 %, тоді як фузаріоз качана поєднує зменшення маси зерна з різким зростанням рівня мікотоксинів у продукції [9; 12; 57; 188].

Сучасні дослідження показують значну видову різноманітність збудників фузаріозних гнилей, які одночасно присутні в агроценозі кукурудзи й по-різному реагують на зміну технологічних параметрів – системи обробітку, удобрення, насіннєвого захисту [12; 207; 208].

На ранніх етапах органогенезу (проростання – 3–5 листків) домінують ґрунтові патогени, що уражують насіння, зародковий корінець і прикореневу частину стеблинки, зокрема *Fusarium spp.*, а також комплекс сапрофітної мікрофлори, здатної переходити до напівпаразитизму за ослаблення проростків [37; 146; 188]. Експерименти зі штучним зараженням та швидким скринінгом стійкості показали, що прояв ранніх форм стеблової гнилі тісно пов'язаний зі спадковими чинниками, але реалізація генетичної резистентності значною мірою залежить від фізичного стану ґрунту, аерації, доступності елементів живлення та загального рівня стресу на старті вегетації [188; 208].

На посівах із високим рівнем ущільнення орного шару та надлишком вологи, характерних для мінімізованих і нульових систем обробітку, ураженість проростків і зрідження стеблостою істотно зростають, що пов'язують із підвищеним інфекційним фоном на поверхні та в верхньому шарі ґрунту, повільним прогріванням і погіршенням кисневого режиму [8; 29; 37; 151].

У дослідях із порівнянням традиційної полицевої оранки, чизельного, дискового й нульового обробітку встановлено, що за оранки частка рослин із симптомами фузаріозних гнилей у фазі 3–5 листків є найнижчою, тоді як за дискового й особливо нульового обробітку вона помітно зростає, що

пов'язують із концентрацією інфікованих решток у посівному шарі та слабшим механічним руйнуванням джерел інфекції [21; 29; 37; 151].

У роботах, де поєднували різні системи обробітку зі застосуванням позакореневого та ґрунтового удобрення, показано, що система оранки та чизельного обробітку забезпечує більш сприятливий водно-повітряний режим для проростків і кращу реалізацію ефекту мінерального живлення щодо зниження прояву хвороб, тоді як дисковий і нульовий обробіток потребують підвищеної уваги до якості насіннєвого захисту й параметрів живлення [29; 51; 151].

Значний блок публікацій присвячений ролі азотного живлення в розвитку фузаріозних гнилей і накопиченні мікотоксинів у зерні; встановлено, що дефіцит азоту посилює чутливість рослин до ураження фузаріозом і сприяє накопиченню фумонізинів, тоді як оптимальні дози знижують ураженість, але надлишкові норми можуть підвищувати ризики контамінації деоксиніваленолом і зеараленоном [9; 12; 90; 168].

У дослідях із різними рівнями N внесення середні норми (близько 100 кг/га) забезпечували мінімальну інтенсивність фузаріозних уражень, тоді як підвищення дози до 200 кг/га знову посилювало розвиток гнилей, що вказує на нелінійний зв'язок між рівнем живлення та фітосанітарним станом [12; 90].

У фазі інтенсивного вегетативного росту (6–12 листків) на перший план виходять стеблові гнилі, що формуються як продовження початкових корневих уражень, так і внаслідок вторинного зараження через пошкодження шкідниками чи механічні травми [146; 188; 207]. Вивчення популяцій *Fusarium spp.* на стеблах показало, що всі виявлені види здатні спричинювати симптоми стеблової гнилі з різною агресивністю, а їх співвідношення змінюється залежно від регіону, структури попередників, системи обробітку ґрунту й погодних умов [8; 73; 207].

Певну роль відіграє й генетично зумовлена кількісна стійкість: ідентифіковано низку генів і QTL, відповідальних за часткову резистентність до стеблової та качанової гнилей, однак навіть за наявності генетичних джерел

стійкості необхідне поєднання з раціональними агротехнологічними заходами [102; 208].

У цей же період посилюється дія комплексу шкідників: личинки дротяники (*Agriotes spp.*), личинки коваликів інших видів, підгризаючі совки, шведські та інші мухи, які пошкоджують кореневу систему й нижні міжвузля, полегшуючи проникнення фітопатогенів і посилюючи прояв корневих і стеблових гнилей. Дані довгострокових досліджень у кукурудзяно–соевій і кукурудзяно–соевій сівозмiнах свiдчать, що видовий склад і чисельність дротяників залежать від системи обробітку та структури сівозміни, але перехід від традиційного до нульового обробітку не завжди супроводжується очікуваним різким зростанням рівня пошкодження, якщо застосовуються адаптовані системи контролю й раціональне використання інсектицидних протруйників [57; 181].

Проте в умовах багаторічного збереження великої кількості післяжнивних решток і відсутності глибокого механічного впливу потенціал резервації ґрунтових шкідників та патогенів зростає, що вимагає інтегрованого підходу до системи захисту і живлення, спрямованого на підтримання високої життєздатності рослин на ранніх фазах розвитку [8; 29; 51].

На етапі викидання волоті й формування качана до комплексу ґрунтових хвороб додаються інтенсивні прояви листових і інфекцій качана, серед яких провідне значення мають гельмінтоспоріоз, септоріоз, іржа, бактеріальні плямистості та різні типи гнилей качанів – фузаріозна, диплодіозна, кладоспоріозна, гіберелові [37; 112; 146; 153].

Дослідження в південноафриканських умовах показали, що на одному полі можуть одночасно домінувати кілька типів уражень качанів із різними наборами мікотоксинів, причому до половини зразків містять по кілька токсинів одночасно [9; 12; 153].

Водночас польові досліді в Європі й Китаї підтвердили, що стійкість гібридів до фузаріозної гнилі качана й рівень фумонізинів у зерні значною мірою залежать від генотипу, але реалізація резистентності можлива лише за

дотримання інтенсивної, але збалансованої системи живлення та оптимізованого обробітку ґрунту [12; 102; 112; 168; 208].

Системи полицевого й чизельного обробітку завдяки глибшому загортанню заражених решток зазвичай асоціюються з нижчими рівнями гнилей качанів, тоді як дисковий і нульовий обробіток, попри переваги в збереженні вологи та органічної речовини, створюють тривалий резерватор інфекції на поверхні поля, що підтверджено багаторічними польовими спостереженнями в Європі й Китаї [8; 29; 37; 51; 151].

Умови органічного й інтегрованого землеробства додатково модифікують цей ефект: у дослідях порівняння органічних та інтегрованих систем встановлено, що інтенсивність розвитку грибних хвороб листя й качанів змінюється за роками, але в середньому інтегровані системи з комбінованим застосуванням хімічних і агротехнічних заходів забезпечують нижчий рівень ураженості порівняно з органічними, де обмежений спектр фунгіцидних інструментів [37].

На фоні зміни клімату й глобального потепління зростає значення комплексу лускокрилих шкідників кукурудзи – насамперед бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*), кукурудзяного стеблового метелика (*Ostrinia nubilalis*) та інвазійної американської (осінньої) совки *Spodoptera frugiperda*, які пошкоджують листковий апарат, стебла й качани, створюючи ворота для вторинних інфекцій і посилюючи розвиток гнилей качанів [16; 17; 20].

Детальні польові спостереження в Лісостепу України показали, що розвиток кукурудзяної совки тісно корелює із сумами ефективних температур і структурується в одне основне та потенційно друге покоління, причому найбільшої шкоди зазнають середньостиглі гібриди (до 58 % пошкоджених качанів), тоді як ранні й середньоранні уражуються дещо менше [101; 102].

Подібні тенденції відзначено й у Центральній та Східній Європі: багаторічні спостереження в Польщі засвідчили, що бавовникова совка здатна формувати стабільні популяції в посівах кукурудзи, завдаючи значних втрат

зерна й суттєво збільшуючи частку качанів із гнилями за відсутності цілеспрямованих заходів захисту [30; 48].

У той же час, інвазія *Spodoptera frugiperda* в Китаї зумовила перебудову шкідливого комплексу кукурудзи, доповнивши локальних фітофагів новим високошкодочинним видом, який у поєднанні з *Helicoverpa armigera* та іншими совками формує полікомпонентний тиск на посіви [48].

Ряд оглядових робіт підкреслює, що за сценаріїв потепління ареали основних шкідників кукурудзи зміщуються на північ, збільшуючи частоту й інтенсивність спалахів, що особливо небезпечно для систем мінімального й нульового обробітку, де післяжнивні рештки слугують місцем зимівлі лялечок і укриттям для різних стадій розвитку шкідників [30; 51; 172].

Вплив способу обробітку ґрунту на популяції ґрунтових шкідників є неоднозначним: з одного боку, класична оранка руйнує місця зимівлі дротяників та несправжніх дротяників, знижуючи ризик пошкодження проростків, з іншого – довготривалі польові спостереження показують, що за переходу до нульового обробітку за умови використання насіннєвих інсектицидних протруйників і збалансованого живлення рівень пошкодження може не перевищувати або навіть бути нижчим за традиційний, якщо інтегровані заходи реалізовані коректно [57; 181].

Передпосівне протруювання насіння. Сучасні інсектицидні протруйники на основі неоніотиноїдів, діамідів та інших сполук дозволяють істотно зменшити ушкодження проростків дротяниками й іншими ґрунтовими шкідниками, причому ефективність препаратів і допустимі норми внесення активно переглядаються у зв'язку з екологічними вимогами та обмеженнями для запилювачів [9; 172; 181].

У низці публікацій і галузевих оглядів підкреслюється, що насіннєві протруйники є ключовим елементом інтегрованого захисту кукурудзи на полях із підвищеним ризиком ґрунтових шкідників і ґрунтових інфекцій, особливо в системах мінімального та нульового обробітку, де механічне руйнування осередків розмноження є обмеженим [9; 73; 172; 181]. Нові насіннєві технології

поєднують фунгіцидні й інсектицидні компоненти, спрямовані на контроль комплексу з родів *Pythium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia* та ґрунтових шкідників, що дає змогу стабілізувати польову схожість і зменшити ранню ураженість проростків у широкому спектрі ґрунтово–кліматичних умов [146; 172; 188].

Огляд інтегрованих стратегій ІРМ для кукурудзи в країнах, що розвиваються, показує, що максимальний ефект досягається не за рахунок одного інструмента, а через поєднання системи обробітку, підбору стійких гібридів, збалансованого мінерального живлення, насіннєвого протруювання, біологічних і хімічних засобів захисту з урахуванням локальних фітосанітарних особливостей [30; 73].

Добір гібрида, строки сівби і строки збирання. Серед чинників, що істотно впливають на фітосанітарний стан посівів кукурудзи протягом усього циклу онтогенезу, провідну роль відіграють добір гібрида, строки сівби та строки збирання, оскільки саме вони визначають тривалість перебування рослин у критично вразливих фазах розвитку та формують умови для реалізації патогенів і фітофагів [102; 112; 146; 208].

Відомо, що генетична стійкість і толерантність гібридів до фузаріозних гнилей стебла та качана, бактеріальних і грибних плямистостей, а також до комплексу шкідників (кукурудзяного метелика, бавовникової совки, дротяників) значною мірою визначають інтенсивність прояву хвороб і рівень пошкоджень, причому міжгібридні відмінності за ураженістю можуть коливатися у 2–4 рази [101; 112; 208].

Молекулярні дослідження підтверджують наявність багатьох QTL і окремих генів, що контролюють часткову резистентність до фузаріозної гнилі качана, гнилі стебла, ураження метеликом і захист від вторинних інфекцій, тоді як слабо стійкі гібриди значно швидше накопичують фумонізини та інші мікотоксини [9; 12; 90; 112; 168; 208].

Фенотипові прояви стійкості залежать від технологічного фону: стійкі гібриди повніше реалізують свій потенціал на оранці та чизелі, тоді як на

дисковому й нульовому обробітку їхні переваги частково нівелюються підвищеним інфекційним і ентомологічним фоном [8; 21; 29; 30; 37; 51; 151].

Строки сівби формують чутливість рослин до хвороб і шкідників через зміщення фаз розвитку щодо кліматичних умов і періодів масового льоту шкідників. Дослідження в різних регіонах Європи та Азії підтверджують, що ранні строки сівби сприяють швидшому розвитку рослин, зменшуючи період чутливості проростків до ґрунтових патогенів і пошкодження дротяниками [57; 146; 181; 188].

Ранні посіви, які формують фази 6–10 листків до початку масового льоту кукурудзяного метелика або першої хвилі бавовникової совки, у середньому мають нижчий рівень пошкодженості стебел і качанів на 20–40 % порівняно з пізніми посівами, що потрапляють у пікові періоди льоту [30; 48; 101; 102].

Пізні строки сівби збільшують ризики ураження листковими плямистостями та бактеріозами через триваліше перебування рослин у фазах із підвищеною вологістю листкового апарату, а також підсилюють імовірність розвитку качанових гнилей, оскільки налив зерна відбувається в умовах більшої кількості дощів і перепадів температури [37; 112; 146; 153].

Окремі дослідження вказують, що пізня сівба в поєднанні з нульовим обробітком і наявністю інфікованих решток є одним із ключових факторів збільшення рівня фузаріозних уражень і контамінації зерна мікотоксинами [8; 9; 21; 29; 51; 151].

Строки збирання мають безпосередній вплив на розвиток гнилей качанів, ступінь пошкодженості совками й метеликом, а також на рівень мікотоксинів у зерні. Дослідження в Південній Африці, Європі та Китаї показують, що тривале перетримування кукурудзи в полі після досягнення повної стиглості призводить до різкого зростання частки качанів, уражених фузаріозом і аспергільозом, що пояснюють підвищенням вологості качанів, порушенням механічної цілісності обгорток після пошкодження комахами та тривалим впливом патогенів із рослинних решток [9; 12; 112; 151].

Пізнє збирання також поглиблює наслідки пошкодження бавовниковою совкою: додаткові 10–20 днів перебування качанів у полі можуть збільшити частку уражених зерен у 1,5–2 рази, особливо за теплої погоди восени [30; 48; 101; 102]. У регіонах зі значною присутністю кукурудзяного метелика пізнє збирання посилює розвиток вторинних гнилей у верхніх міжвузлях і качанах, що зумовлено проникненням патогенів через хід личинок у стеблі [101; 102].

Багаторічні дані підтверджують, що оптимальні строки збирання – одна з найефективніших стратегій зниження рівня мікотоксинів навіть у високоризикових системах мінімального обробітку. Своєчасне збирання знижує вологість качанів, обмежує активність *Fusarium spp.* та *Aspergillus spp.*, запобігає повторному заселенню совкою й мінімізує механічні пошкодження зерна, які є «воротами» для інфекції [9; 12; 153].

Натомість надмірно раннє збирання, коли зерно ще містить підвищену вологість, може сприяти пошкодженню качанів під час обмолоту та створювати передумови для подальшого розвитку пліснявих грибів під час сушіння й зберігання, хоча ризик накопичення фумонізинів у полі при цьому нижчий порівняно з пізнім збиранням [9].

Таким чином, добір гібрида, строки сівби та строки збирання є критично важливими технологічними елементами, що визначають інтенсивність прояву хвороб і шкідників на всіх етапах органогенезу кукурудзи. Стійкі та толерантні гібриди забезпечують нижчу частоту фузаріозних і бактеріальних уражень та меншу пошкодженість метеликом і совками [101; 112; 208], ранні строки сівби сприяють мінімізації втрат від ґрунтових патогенів та лускокрилих шкідників [30; 57; 102; 146; 181; 188], а своєчасне збирання знижує розвиток гнилей качанів та обмежує накопичення мікотоксинів [9; 12; 112; 153]. Ефективність цих чинників зростає при поєднанні зі збалансованим внесенням добрив, якісним передпосівним протруюванням і раціональною системою обробітку ґрунту, що відповідає загальній концепції інтегрованого захисту рослин [30; 73].

Окремі дослідження акцентують на тому, що саме комплексний підхід дозволяє нейтралізувати негативні фітосанітарні ефекти мінімізованого обробітку, зберігши водо- і ґрунтозахисні переваги, але для цього необхідно адаптувати схему внесення добрив (зокрема азоту) та вибір гібридів до конкретної системи обробітку [21; 29; 51; 181].

Таким чином, на підставі аналізу літератури можна констатувати, що ураженість кукурудзи хворобами та пошкодженість шкідниками на різних етапах органогенезу є результатом взаємодії кількох груп чинників: 1) біологічних – видовий склад фітопатогенів і фітофагів, генетична стійкість гібридів; 2) агрофізичних – система обробітку (полицевий, чизельний, дисковий, нульовий), що визначає структуру, вологість та аерацію орного шару й умови резервації інфекції; 3) агрохімічних – рівень і баланс мінерального живлення, насамперед азотного, фосфорного та калійного, а також застосування мікроелементів; 4) захисних – передпосівне протруювання насіння фунгіцидами й інсектицидами, використання біологічних засобів, цілеспрямовані хімічні обробки за прогнозу масових спалахів шкідників [12; 37; 57; 90; 146; 172; 188].

Полицева та чизельна системи, за даними більшості авторів, забезпечують нижчий загальний рівень ураженості кореневими й качановими гнилями та меншу шкодочинність комплексу ґрунтових шкідників, тоді як дисковий і нульовий обробіток за відсутності коригувальних заходів (посилений насіннєвий захист, селекція стійких гібридів, оптимізація мінерального живлення, моніторинг і IPM) супроводжуються підвищенням фітосанітарних ризиків і зростанням частки рослин з ознаками хвороб і пошкоджень [21; 29; 48; 51; 181].

Внесення добрив, особливо азоту в помірних дозах, загалом сприяє підвищенню толерантності кукурудзи до хвороб і шкідників через формування потужнішого стеблостою й генеративних органів, але при надмірних нормах чи незбалансованих співвідношеннях NPK можливе посилення окремих форм гнилей і збільшення контамінації мікотоксинами [12; 21; 90; 168].

Передпосівне протруювання є ключовим елементом технології, здатним компенсувати високий інфекційний і ентомологічний фон у мінімальних системах обробітку, однак для досягнення стабільного ефекту воно має поєднуватися з агротехнічними заходами (раціональна сівозміна, оптимізація строків сівби, контроль бур'янів і залишків), що загалом відповідає концепції інтегрованого захисту кукурудзи [30; 73; 146; 172; 181].

Висновки до розділу 1

Стан виробництва зерна кукурудзи в сучасних агротехнологіях визначається комплексом інноваційних підходів, що спрямовані на підвищення продуктивності, стійкості та екологічної збалансованості агроценозів. Кукурудза (*Zea mays L.*) є однією з найважливіших зернових культур світового та українського землеробства, яка характеризується високим потенціалом урожайності, широким спектром використання та здатністю адаптуватися до різних ґрунтово–кліматичних умов.

У сучасних умовах інтенсифікації виробництва її вирощування здійснюється за принципами адаптивного землеробства, що базується на поєднанні агрофізичних, хімічних факторів регулювання стану посівів.

Розвиток агротехнологій у виробництві зерна кукурудзи спрямований на мінімізацію антропогенного навантаження на агроєкосистеми, впровадження систем точного землеробства, ґрунтозахисних технологій і біологічного контролю шкідливих організмів.

Застосування енергоощадних систем обробітку ґрунту (чизельних, дискових, поверхневих, No-till) сприяє збереженню структури та водного режиму ґрунту, покращенню мікробіологічної активності й створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи кукурудзи. Разом із цим, такі технології впливають на формування специфічного мікроклімату у приземному шарі, що може змінювати динаміку розвитку шкідливих об'єктів.

Водночас підвищення ефективності мінерального живлення (оптимізація співвідношення NPK, мікроелементів, інокуляції) забезпечує підвищення імунного статусу рослин, їх стійкості до комплексу шкідливих організмів. Біологічні фактори, що регулюють чисельність бур'янів, шкідників і патогенів у посівах кукурудзи, охоплюють як природні антагоністичні угруповання, так і введення біологічних препаратів. Їх інтегроване застосування у поєднанні з агротехнічними прийомами забезпечує природне зниження фітосанітарного навантаження та формує екологічно стабільні агроценози.

Агрофізичні фактори – температура, вологість, освітленість, щільність ґрунту – визначають як ріст і розвиток рослин, так і активність шкідливих об'єктів. У степових умовах України вирішальним є водний режим, оскільки дефіцит вологи стимулює розвиток шкідливих об'єктів. Натомість підтримання оптимальної густоти стояння рослин, збалансоване живлення й рівномірний розподіл рослинних решток знижують ймовірність формування сприятливого середовища для розвитку патогенного комплексу.

Ефективність контролю шкідливих організмів у сучасних агроценозах кукурудзи забезпечується через інтегровану систему захисту, що поєднує біологічні, агротехнічні й хімічні методи на основі моніторингу фітосанітарного стану. Біологічна складова стає пріоритетною, оскільки дозволяє підтримувати екологічну рівновагу без надмірного хімічного навантаження.

Таким чином, сучасне виробництво зерна кукурудзи орієнтується на принципи сталих агротехнологій, де взаємодія біологічних і агрофізичних факторів розглядається як ключовий інструмент контролювання шкідливих організмів, забезпечення високої врожайності, якості продукції та довгострокового збереження родючості ґрунтів.

РОЗДІЛ 2

ГРУНТОВО–КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Оптимізація рослинницького виробництва значною мірою зумовлюється природно–кліматичними умовами певного регіону. Водночас виробники не повинні повністю залежати від природних факторів, адже стабільність і висока продуктивність посівів досягаються шляхом впровадження комплексу агротехнічних заходів, спрямованих на послаблення дії несприятливих погодних явищ, активізацію ростових процесів рослин, зниження ризику посух, раціональне використання та нагромадження вологи, а також запобігання водній і вітровій ерозії ґрунтів.

Ґрунтово–кліматичні особливості мають вирішальне значення для росту, розвитку та формування врожайності ярих і озимих культур, визначаючи строки проведення польових робіт.

Для повноцінного використання потенціалу рослин необхідне ґрунтовне оцінювання агрокліматичних ресурсів території. Недооцінка цих чинників може спричинити порушення збалансованості системи землеробства, зниження врожайності, підвищення витрат на технологічні операції та загальне зниження ефективності рослинницької галузі.

2.1 Ґрунтова характеристика територій проведення досліджень

За темою дисертаційної роботи дослідження проводили в умовах польового стаціонару Державної установи Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України (с. Василівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область), Державне підприємство Дослідне господарство «Дніпро» ДУ ІЗК НААН України, Ерастівська дослідна станція ДУ ІЗК НААН України (Дніпропетровська область).

За прийнятим агрокліматичним розподілом територія проведення досліджень відноситься до степової зони України з критичними показниками вологозабезпечення [229; 238; 261; 270; 271; 282].

Клімат степової зони України відзначається значними коливаннями температури повітря, кількості та інтенсивності опадів, а також їх нерівномірним розподілом протягом вегетаційного періоду. Для Дніпропетровської області характерний помірно континентальний клімат із недостатнім і нестійким рівнем вологозабезпечення. Основна частина опадів – близько 50–60 % річної кількості – припадає на період із квітня по жовтень, з яких 30–40 % випадає влітку. Найбільш рівномірно опади розподіляються в осінньо–зимовий період, коли вони забезпечують накопичення вологи в ґрунті.

Високі температури влітку та низька відносна вологість повітря спричиняють інтенсивне випаровування ґрунтової вологи, що негативно позначається на водному балансі. Крім того, часті суховії зі швидкістю 12–20 м/сек., які спостерігаються приблизно кожні 17–22 дні, знижують продуктивність сільськогосподарських культур на 15–18 % щороку.

Зимовий період характеризується малою кількістю снігового покриву та частими відлигами, коли температура повітря підвищується до 7–12 °С, що впливає на умови перезимівлі рослин і вологозапаси ґрунту [219–223; 244; 260].

Однією з характерних ознак настання весни є помітне підвищення температури повітря, що зумовлене активним виділенням тепла з поверхневих шарів ґрунту. Уже в квітні середня денна температура досягає 11–13 °С. Літній період відзначається спекотною та переважно безхмарною погодою, коли часто спостерігаються тривалі посушливі відрізки часу, внаслідок чого вологість ґрунту знижується до рівня, недоступного для засвоєння рослинами.

Восени переважають похмурі дні, з'являються нічні заморозки, а температура повітря помітно знижується, що свідчить про перехід до холодного періоду року [220; 221; 260; 271].

Рельєф території переважно рівнинний. Ґрунтовий покрив дослідної ділянки представлений чорноземами звичайними малогумусовими середньо–

суглинковими. Механічний склад чорноземів південних характеризується як важкосуглинковий мулувато–крупнопиловатий, який із глибиною поступово полегшується, переходячи в середньосуглинковий. Ці чорноземи сформувалися на карбонатних лесах різного механічного складу, тому за гранулометричним складом варіюють від піщаних до важкосуглинкових і глинистих. У їх структурі міститься приблизно 35–40 % мулистих часток і не більше 5 % піску. Загальна потужність гумусового горизонту цих ґрунтів варіює в межах 75–85 см. Вміст фізичної частки глини (часток $< 0,01$ мм) складає 34–40 %, мулистої фракції (часток $< 0,0001$ мм) – 24–25 %.

Гумусу в орному шарі – 3,2–3,8 %, азоту, що легко гідролізується (за І. В. Тюріним) – 2,9–5,2 мг, рухомого фосфору (за Ф. В. Чириковим) – 12,7–13,5 мг і обмінного калію (за К. А. Бровкиною) – 18,9–25,8 мг на 100 г ґрунту [279].

Вологість стійкого в'янення рослин (ВВ) невисока і по всьому профілю (до 150 см) її значення не виходять за межі 9,9–11,2 %. Непродуктивної вологи (при ВВ) в 1,5–метровому шарі – 210,7 мм, а в шарі 0–50 см – 62,9 мм. Найменша (польова) вологоємність (НВ) по профілю до 150 см коливається в межах від 22,1 до 27,0 %. В 1,5–метровій товщі при вологості, яка відповідає НВ, вміщується вологи 467,9 мм. В зв'язку з цим розрахунковий діапазон активної вологи при НВ в шарі 0–150 см виявляється рівним 257,2 мм.

Гідротермічні та ґрунтові характеристики, де проводилися польові дослідження, за роки досліджень знаходилися в межах тих показників, які є типовими для степової зони.

Відносна рівноцінність ґрунтово–кліматичних умов територій, де проводилися дослідження, визначала близькі за показниками фактори, які впливали на формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи, а також створювали однорідне ґрунтове середовище для прояву агроприйомів.

Тобто, результати, одержані в польових дослідках, мають трактування, яке дозволяє робити теоретичні узагальнення та розповсюджувати практичні рекомендації для Північного Степу України.

2.2 Погодно–кліматичні умови зони та особливості гідротермічної ситуації в роки досліджень

В зоні Степу своєчасні і в достатній кількості опади значною мірою обумовлюють величину урожаю сільськогосподарських культур. Гідротермічні умови у зоні проведення дослідів (Державне підприємство Дослідне господарство «Дніпро», Дніпропетровська область) характеризуються як складні, з нерівномірним розподілом елементів погоди в часі та просторі.

Погодні умови періоду досліджень (2012–2024 рр.) характеризувалися значною міжрічною мінливістю температурного режиму та зволоження, що створювало широкий спектр гідротермічних сценаріїв для вирощування кукурудзи в умовах степової зони. За узагальненими розрахунками для періоду березень–вересень середня температура повітря становила близько 16,7 °С, тоді як сумарна кількість опадів – близько 316 мм. Проте варіабельність між роками була дуже високою, що є характерною рисою сучасних кліматичних умов регіону.

За теплозабезпеченістю більшість років можна віднести до теплих або помірно теплих. Найвищі середньосезонні температури зафіксовано у 2024 р. (18,8 °С) та 2012 р. (17,5 °С), що свідчить про посилення теплового навантаження в окремі роки. До групи відносно теплих також належали 2020 і 2023 рр. (≈16,9 °С). Натомість найбільш прохолодним виявився 2021 р. (15,0 °С), що супроводжувався підвищеним рівнем зволоження. Загалом простежується тенденція до частішого прояву років із підвищеним температурним фоном у другій половині досліджуваного періоду.

За умовами зволоження роки чітко диференціювалися на вологі, помірні та посушливі. До більш зволених належали передусім 2014 (482,0 мм) та 2021 рр. (459,9 мм), коли опади перевищували багаторічні показники, особливо у травні–червні. У ці роки водний режим ґрунту був сприятливим, хоча локально могли виникати явища тимчасового перезволоження.

Групу помірно зволжених сформували 2015, 2016 та 2018 рр., де сезонна сума опадів перебувала в межах 350–400 мм. Однак навіть у цих роках спостерігалася значна нерівномірність їх випадання. Наприклад, у 2012 р. дефіцит вологи навесні компенсувався дуже вологим серпнем, тоді як у 2018 р. надлишок опадів на початку сезону поєднувався з різко посушливим серпнем. Це свідчить, що саме внутрішньосезонний розподіл опадів був критично важливим для формування водного режиму посівів.

До помірно посушливих років належали 2012, 2017, 2019, 2020, 2022 та 2023 рр., коли сума опадів не перевищувала 280 мм. У ці періоди особливо зростала роль запасів продуктивної вологи ґрунту та технологічних заходів її збереження. Найбільш екстремальним став 2024 рік (130,5 мм), який характеризувався поєднанням найвищих температур і найнижчого зволоження, що формувало різко посушливий тип вегетації.

Сезонна динаміка погодних умов також мала свої закономірності. У більшості років березень–квітень характеризувалися достатнім або підвищеним зволоженням (особливо 2015, 2016, 2018, 2021), що забезпечувало сприятливі умови для початку вегетації. Водночас саме травень–липень найчастіше виступали критичним періодом формування водного дефіциту (2013, 2017, 2020, 2022, 2023, 2024). У серпні спостерігалася найбільша контрастність між роками – від повної відсутності опадів (2018) до їх надлишку (2012). Вересень у більшості років був теплим і відносно сухим, що загалом сприяло досягненню та збиранню врожаю (додаток Б.1, Б.2).

Середня відносна вологість повітря за роки досліджень переважно перебувала в межах 56–70 %, що відповідає умовам степової зони. Найвищі значення відмічено у 2021 р. (~70 %) та 2016 р. (~68 %), тоді як знижені – у 2017, 2020 та 2023 рр. (~56–57 %). Поєднання низької вологості повітря з дефіцитом опадів істотно підсилювало атмосферну посуху в окремі роки (додаток Б.3).

Така спрямованість агрометеорологічних умов приводила до коливань гідротермічного коефіцієнта Селянінова (ГТК), який відображає інтегральну

оцінку співвідношення тепла і вологи та визначає умови росту і розвитку кукурудзи.

За розрахунками (додаток Б.4) його середнє значення за квітень–вересень становило 1,69, що відповідає умовам недостатнього та помірного зволоження посівів кукурудзи. Водночас амплітуда коливань була значною – від 0,86 у 2024 р. до 1,33 у 2014 р.

За показниками ГТК роки досліджень диференціювалися за умовами зволоження. До більш вологих (ГТК $> 1,5$) належали 2014, 2016 та 2021 рр. До достатньо зволжених, близьких до оптимальних (ГТК 1,0–1,5) – 2012, 2015, 2018, 2019, 2022 та 2023 рр. Помірно посушливими (ГТК 0,7–1,0) були 2013, 2017 та 2020 рр. Різко посушливим (ГТК $< 0,7$ –0,8) виявився 2024 рік.

Таким чином, агрометеорологічні умови 2012–2024 рр. за своїм різноманіттям протягом проведення досліджень дозволили всебічно оцінити вплив агротехнологій на продуктивність кукурудзи та особливості формування комплексу шкідливих організмів залежно від рівня забезпеченості кліматичними ресурсами.

2012 рік. Погодні умови 2012 року характеризувалися підвищеним температурним фоном та нерівномірним зволоженням упродовж вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 17,5 °С, що свідчить про теплий характер сезону. Загальна кількість опадів за цей період досягла 362,9 мм, однак їх розподіл у часі був контрастним, що зумовлювало коливання водного режиму ґрунту.

Весняний період розпочався відносно прохолодним березнем (0,4 °С), проте вже у квітні спостерігалось різке потепління до 13,8 °С при істотному дефіциті опадів (14,7 мм проти 38 мм норми). У травні температурний режим залишався підвищеним (20,6 °С), а зволоження було лише на рівні багаторічної норми (47,1 мм). Таким чином, на початку активної вегетації формувалися передумови для періодичного дефіциту продуктивної вологи в орному шарі.

У літній період теплове навантаження посилювалося. У червні середньомісячна температура становила 22,9 °С при різкому недоборі опадів

(29,0 мм за норми 59 мм), що сприяло розвитку ґрунтової посухи. Липень був найспекотнішим місяцем (25,5 °С), причому за достатньої загальної суми опадів (69,6 мм) їх випадання було нерівномірним, що не повністю компенсувало дефіцит вологи у критичну фазу цвітіння кукурудзи.

Суттєві зміни відбулися у другій половині літа. У серпні за температури 22,6 °С випала надмірна кількість опадів – 124,2 мм (понад утричі більше норми), що забезпечило відновлення запасів ґрунтової вологи та покращило умови наливу зерна. Вересень характеризувався помірно теплою погодою (17,2 °С) і близькою до норми кількістю опадів (34,2 мм), що було загалом сприятливим для завершення вегетації та досягання.

У середньому відносна вологість повітря за сезон становила близько 63,7 %, змінюючись від знижених значень у літній період до підвищених наприкінці вегетації. Така динаміка свідчить про чергування фаз атмосферної та ґрунтової посухи з періодами достатнього зволоження.

Отже, вегетаційний сезон 2012 року був теплим і помірно забезпеченим опадами за сумою, але з вираженою сезонною нерівномірністю їх розподілу. Дефіцит вологи у квітні–червні та високі температури у фазу активного росту створювали ризики посушливого стресу кукурудзи, тоді як рясні опади серпня частково компенсували водний дефіцит і сприяли кращому формуванню врожаю.

2013 рік. Погодні умови 2013 року відзначалися підвищеним температурним фоном і загальним дефіцитом атмосферних опадів упродовж більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,2 °С. Сума опадів за цей період дорівнювала 252,6 мм, що істотно нижче середніх багаторічних значень і зумовлювало обмежене вологозабезпечення посівів кукурудзи.

Весняний період розпочався відносно м'яким березнем із середньомісячною температурою 1,1 °С та достатнім зволоженням (59,5 мм опадів). Однак уже в квітні, попри підвищення температури до 11,7 °С, сформувався різкий дефіцит вологи – випало лише 10,1 мм опадів за норми

38 мм. У травні температурний режим залишався підвищеним (20,2 °C), тоді як кількість опадів була недостатньою (21,7 мм при нормі 46 мм). Таким чином, у період активного старту вегетації кукурудзи закладалися передумови до формування ґрунтової посухи.

У літні місяці тенденція до дефіциту вологи зберігалася. У червні за підвищеної температури (22,6 °C) випало лише 24,2 мм опадів (менше половини норми), що посилювало напруженість водного режиму ґрунту. У липні температурний фон дещо пом'якшився (22,1 °C), однак опади залишалися недостатніми (39,9 мм), тому умови вологозабезпечення посівів залишалися обмеженими.

У серпні середньомісячна температура становила 22,7 °C, а кількість опадів – 29,3 мм, що також було нижче норми. Лише у вересні відбулося істотне покращення зволоження: за температури 13,4 °C випало 67,9 мм опадів, що майже вдвічі перевищувало середньобаторічний показник. Це сприяло підтриманню вологості ґрунту на завершальному етапі вегетації, хоча й могло дещо уповільнювати досягання зерна.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 62,4 %, коливаючись у межах від помірних значень навесні–влітку до підвищених восени. Загалом атмосферна вологість не компенсувала дефіцит опадів у критичні фази розвитку культури.

Тобто, 2013 рік характеризувався теплим температурним режимом і стійким дефіцитом опадів у квітні–серпні. Такі гідротермічні умови зумовлювали формування посушливого стресу кукурудзи в період інтенсивного росту та цвітіння, а покращення зволоження у вересні лише частково компенсувало попередній водний дефіцит.

2014 рік. Погодні умови 2014 року характеризувалися помірно теплим температурним режимом і надмірним зволоженням упродовж більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,6 °C, що відповідало близькому до середнього теплозабезпеченню. Водночас сума опадів досягла 482,0 мм, що було

найвищим показником серед проаналізованих років і забезпечило високий рівень вологозабезпечення посівів кукурудзи.

Початок весни відзначався аномально теплим березнем (6,1 °C) за дефіциту опадів (20,9 мм при нормі 34 мм). Уже в квітні температурний режим залишався дещо підвищеним (10,1 °C), а зволоження стало достатнім – 50,9 мм опадів. У травні сформувалися виразно вологі умови: за середньомісячної температури 18,3 °C випало 124,7 мм опадів, що більш ніж у 2,5 рази перевищувало норму. Це забезпечило значне поповнення запасів продуктивної вологи в ґрунті на початку активного росту кукурудзи.

У червні температурний фон дещо знизився до 19,1 °C, однак кількість опадів залишалася надмірною – 106,0 мм (при нормі 59 мм). Такі умови сприяли інтенсивному вегетативному розвитку рослин, хоча місцями могли погіршувати аерацію ґрунту. У липні встановилася тепліша погода (23,0 °C) із близькою до норми кількістю опадів (55,3 мм), що загалом було сприятливим для проходження критичних фаз розвитку кукурудзи.

У серпні температурний режим залишався підвищеним (23,1 °C), а опади (47,8 мм) дещо перевищували норму, підтримуючи достатню вологість ґрунту в період наливу зерна. Вересень характеризувався помірно теплою погодою (16,6 °C) і надмірним зволоженням (76,4 мм), що забезпечувало добру вологозабезпеченість.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 59,1 %, що разом із високою сумою опадів формувало вологий тип року. Впродовж вегетації переважали умови достатнього або надмірного зволоження.

Отже, 2014 рік був помірно теплим і дуже вологим. Надлишок опадів у травні–червні та вересні забезпечував стабільне водопостачання посівів кукурудзи і створював сприятливі передумови для формування врожаю, хоча в окремі періоди можливе перезволоження ґрунту могло обмежувати аераційний режим і впливати на фітосанітарний стан посівів.

2015 рік. Погодні умови 2015 року вирізнялися контрастним поєднанням надмірного зволоження на початку сезону та дефіциту опадів у другій половині

вегетації. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,6 °С, що відповідало близькому до середнього теплозабезпеченню. Сума опадів за цей період дорівнювала 352,9 мм, однак їх розподіл був дуже нерівномірним, що істотно впливало на водний режим ґрунту.

Весняний період розпочався теплим і дуже вологим березнем: середньомісячна температура становила 4,3 °С, а кількість опадів досягла 104,6 мм, що більш ніж утричі перевищувало норму. У квітні температурний режим був близьким до багаторічного (8,9 °С), але зволоження залишалося надмірним – 84,1 мм опадів. Такі умови сприяли накопиченню значних запасів продуктивної вологи в ґрунті на початку вегетації кукурудзи.

У травні температура повітря становила 16,3 °С, що відповідало нормі, проте кількість опадів зменшилася до 32,8 мм (нижче норми). У червні за підвищеної температури (21,3 °С) випало 52,5 мм опадів, що було дещо менше середнього багаторічного показника. Таким чином, у середині вегетації почали формуватися передумови до поступового зниження вологозабезпечення посівів.

У липні встановився теплий і посушливий режим: середньомісячна температура становила 22,7 °С, а кількість опадів знизилася до 29,2 мм (майже вдвічі менше норми). Це підсилювало ризик посушливого стресу кукурудзи у критичні фази розвитку. У серпні температурний фон залишався підвищеним (22,6 °С), а опади (49,1 мм) частково поліпшили вологозабезпечення посівів у період наливу зерна.

Вересень відзначався аномально теплими і дуже сухими умовами: середньомісячна температура становила 20,0 °С, а опадів випало лише 0,6 мм при нормі 36 мм. Такі умови сприяли швидкому досягненню зерна та проведенню збиральних робіт у сприятливі строки.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 60,3 %, змінюючись від підвищених значень навесні до помірно знижених у літньо-осінній період. Загалом атмосферна вологість не компенсувала дефіцит опадів у другій половині вегетації.

Таким чином, 2015 рік характеризувався вологим початком вегетації та посушливими умовами влітку—на початку осені. Незважаючи на достатню суму опадів за сезон, їх нерівномірний розподіл зумовлював періодичне напруження водного режиму ґрунту, особливо в період цвітіння кукурудзи, тоді як сухий і теплий вересень сприяв швидкому досягненню та збиранню врожаю.

2016 рік. Погодні умови 2016 року характеризувалися відносно рівним температурним режимом і достатнім зволоженням протягом більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень—вересень становила 16,6 °С, що відповідало близькому до середнього теплозабезпеченню. Сума опадів за цей період дорівнювала 376,4 мм, що забезпечувало загалом сприятливий водний режим ґрунту для росту і розвитку кукурудзи.

Початок весни був теплим і помірно вологим. У березні середньомісячна температура становила 4,5 °С, а кількість опадів – 43,7 мм, що перевищувало середню багаторічну норму. У квітні температурний фон підвищився до 12,7 °С, а опади досягли 62,1 мм, що сприяло накопиченню достатніх запасів продуктивної вологи в орному шарі ґрунту.

У травні встановилися помірно теплі й дуже вологі умови: за температури 15,7 °С випало 104,2 мм опадів, що більш ніж удвічі перевищувало норму. Це забезпечило добру вологозабезпеченість посівів на початку інтенсивного росту кукурудзи. У червні температурний режим становив 20,7 °С, а кількість опадів (50,3 мм) була дещо нижчою за норму, однак попереднє накопичення вологи частково компенсувало цей недобір.

У липні середньомісячна температура підвищилася до 23,3 °С, а опади становили 50,9 мм, що було близьким до багаторічного показника. Такі умови загалом сприяли проходженню критичних фаз розвитку культури. Водночас у серпні за температури 23,7 °С кількість опадів зменшилася до 22,5 мм, що могло призводити до певного зниження вологозабезпечення посівів у період наливу зерна.

Вересень характеризувався помірно теплою погодою (15,8 °C) і достатнім зволоженням (42,7 мм), що створювало загалом сприятливі умови для завершення вегетації кукурудзи.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 68,4 %, що є одним із вищих показників серед досліджуваних років. Такий рівень атмосферної вологості разом із достатньою кількістю опадів формувалася відносно м'який гідротермічний режим.

Отже, 2016 рік був помірно теплим і достатньо зволеним. Надлишок опадів навесні забезпечив добрі запаси продуктивної вологи, що підтримувало рослини у літній період, а незначний дефіцит вологи в серпні не мав критичного характеру. У цілому гідротермічні умови року були сприятливими для росту, розвитку та формування врожаю кукурудзи.

2017 рік. Погодні умови 2017 року відзначалися помірно теплим температурним режимом і недостатнім зволоженням упродовж більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,4 °C, що було близьким до середнього багаторічного рівня. Сума опадів за цей період дорівнювала 257,7 мм, що свідчить про загалом сухий характер сезону та формування обмеженого водного режиму ґрунту.

Початок весни був відносно теплим, але дуже сухим. У березні середньомісячна температура становила 5,6 °C, тоді як опадів випало лише 6,3 мм, що створювало передумови для дефіциту вологи у верхньому шарі ґрунту. У квітні температурний режим був близьким до норми (8,9 °C), проте зволоження різко зросло – 102,0 мм опадів, що більш ніж у 2,5 рази перевищувало норму.

У травні за температури 15,5 °C кількість опадів знову різко зменшилася до 18,9 мм, що було значно нижче багаторічної норми. У червні температурний фон підвищився до 20,8 °C, але опади залишалися недостатніми (37,1 мм при нормі 59 мм), внаслідок чого почало формуватися напруження водного режиму посівів.

У липні встановилася помірно тепла погода (21,5 °C) із недостатньою кількістю опадів (43,9 мм), що не забезпечувало повного відновлення запасів продуктивної вологи. Особливо посушливими були умови серпня: за найвищої температури сезону (24,6 °C) випало лише 13,0 мм опадів, що створювало ризик розвитку ґрунтової та атмосферної посухи в період наливу зерна.

Вересень характеризувався помірно теплою погодою (18,4 °C) і близькою до норми кількістю опадів (36,5 мм), що частково поліпшувало вологозабезпечення посівів на завершальному етапі вегетації.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 57,1 %, що є одним із нижчих показників серед досліджуваних років. Зниження атмосферної вологості в поєднанні з дефіцитом опадів підсилювало посушливість умов.

В цілому, 2017 рік характеризувався помірно теплим і переважно сухим гідротермічним режимом. Незважаючи на надлишок опадів у квітні, їх нестача в травні–серпні зумовлювала періодичний дефіцит продуктивної вологи та підвищувала ризик посушливого стресу кукурудзи у критичні фази розвитку.

2018 рік. Погодні умови 2018 року характеризувалися помірно теплим температурним режимом і різко нерівномірним зволоженням упродовж вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,5 °C, що відповідало близькому до середнього рівню теплозабезпечення. Сума опадів за цей період дорівнювала 396,9 мм, однак їх сезонний розподіл був контрастним, що зумовлювало періодичні коливання водного режиму ґрунту.

Початок весни був прохолодним і дуже вологим. У березні середньомісячна температура становила –1,5 °C, а кількість опадів досягла 145,1 мм, що в кілька разів перевищувало норму. Такий надлишок вологи забезпечив значне поповнення запасів ґрунтової вологи. У квітні температурний режим різко підвищився до 12,9 °C, проте кількість опадів була невеликою – 16,4 мм, що сприяло поступовому підсиханню верхнього шару ґрунту.

У травні за підвищеної температури (19,0 °C) опадів випало лише 31,7 мм, що було нижче середньобагаторічного показника. У червні температурний фон становив 21,7 °C, а кількість опадів (51,9 мм) була близькою до норми, що частково стабілізувало водний режим посівів.

Липень характеризувався помірно теплою погодою (22,5 °C) і достатньою кількістю опадів (77,9 мм), що створювало сприятливі умови для проходження критичних фаз розвитку кукурудзи. Водночас серпень був різко посушливим: за температури 23,5 °C опади були відсутні (0 мм), що формувало ризик ґрунтової та атмосферної посухи в період наливу зерна.

Вересень відзначався теплою погодою (17,8 °C) і значною кількістю опадів (73,9 мм), що сприяло відновленню вологості ґрунту на завершальному етапі вегетації, хоча могло дещо затримувати досягання зерна.

Середня відносна вологість повітря за сезон (квітень–вересень) становила близько 57,2 %, що є відносно помірним показником. Поєднання періодів надлишкового та недостатнього зволоження формувало контрастний гідротермічний режим року.

Таким чином, 2018 рік був помірно теплим за температурою та достатнім за сумою опадів, але з різко нерівномірним їх розподілом упродовж вегетації. Надлишок вологи на початку сезону і її гострий дефіцит у серпні створювали нестійкий водний режим ґрунту та підвищували ризик посушливого стресу кукурудзи у фазу наливу зерна.

2019 рік. Погодні умови 2019 року характеризувалися помірно теплим температурним режимом і недостатнім зволоженням упродовж більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,6 °C, що відповідало близькому до середнього рівню теплозабезпечення. Сума опадів за цей період дорівнювала 278,7 мм, що було нижче багаторічної норми і свідчило про помірно посушливий характер сезону.

Весняний період розпочався теплим березнем (4,4 °C) за близької до норми кількості опадів (31,0 мм). У квітні температурний режим залишався підвищеним (11,2 °C), але кількість опадів була обмеженою (32,3 мм), що

сприяло поступовому зниженню вологості посівного шару ґрунту. У травні за температури 17,9 °С випало 48,3 мм опадів, що було близьким до багаторічної норми і частково стабілізувало водний режим на початку інтенсивного росту кукурудзи.

У червні спостерігалось суттєве підвищення температури до 24,0 °С, тоді як кількість опадів різко зменшилася до 30,6 мм (при нормі близько 56 мм). Це посилювало напруження водного режиму в період активного росту рослин. У липні температурний фон становив 21,5 °С, а опади (59,2 мм) були близькими до середньобагаторічних значень, що дещо покращило вологозабезпечення посівів.

У серпні середньомісячна температура становила 21,2 °С, а кількість опадів (57,5 мм) перевищувала норму, що сприяло відновленню запасів продуктивної вологи у період наливу зерна. Водночас вересень характеризувався обмеженим зволоженням (19,8 мм) за помірно теплої погоди (16,3 °С), що загалом не перешкоджало досягання кукурудзи.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 61,5 %, що відповідає помірному рівню атмосферної вологості. Однак її значення не компенсували дефіцит опадів у окремі періоди вегетації.

Тобто, 2019 рік був помірно теплим і помірно посушливим. Незважаючи на окремі періоди достатнього зволоження в середині літа, загалом обмежена кількість опадів упродовж сезону сприяла формуванню періодичного дефіциту продуктивної вологи та підвищувала ризик посушливого стресу кукурудзи в критичні фази розвитку.

2020 рік. Погодні умови 2020 року характеризувалися підвищеним температурним фоном і недостатнім зволоженням протягом більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,9 °С, що свідчить про теплий характер сезону. Сума опадів за цей період дорівнювала лише 233,6 мм, що є одним із найнижчих показників серед досліджуваних років і зумовлювало формування дефіцитного водного режиму ґрунту.

Весняний період розпочався аномально теплим березнем (7,0 °C) при обмеженій кількості опадів (21,1 мм). У квітні температурний режим знизився до 9,0 °C, однак зволоження залишалося дуже слабким – 11,5 мм опадів при нормі близько 38 мм. Такі умови сприяли швидкому прогріванню, але водночас – підсиханню посівного шару ґрунту.

У травні середньомісячна температура становила 16,0 °C, а кількість опадів зроста до 78,1 мм, що тимчасово поліпшило вологозабезпечення посівів. Проте вже в червні за температури 21,7 °C випало 48,5 мм опадів, що було нижче норми і сприяло поступовому виснаженню запасів продуктивної вологи.

У липні встановилася спекотна і посушлива погода: середньомісячна температура становила 23,5 °C, а кількість опадів зменшилася до 30,4 мм (майже вдвічі менше норми). У серпні за температури 22,1 °C випало лише 11,9 мм опадів, що створювало виражений дефіцит вологи в період наливу зерна.

Вересень характеризувався теплими умовами (19,4 °C) і обмеженим зволоженням (32,1 мм), що було загалом сприятливим для досягання, але не сприяло поповненню запасів ґрунтової вологи.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 56,1 %, що є відносно низьким показником. Поєднання знижених значень атмосферної вологості та дефіциту опадів підсилювало посушливість року.

Тобто, 2020 рік був теплим і посушливим. Незважаючи на короткочасне поліпшення зволоження у травні, тривалий дефіцит опадів у літній період зумовлював формування стійкого водного стресу кукурудзи, особливо у фазах цвітіння та наливу зерна.

2021 рік. Погодні умови 2021 року вирізнялися зниженим температурним фоном і надмірним зволоженням упродовж вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 15,0 °C, що є найнижчим показником серед досліджуваних років і свідчить про відносно прохолодний характер сезону. Водночас сума опадів досягла 460,2 мм, що зумовило

формування вологого типу року та сприятливе водозабезпечення посівів кукурудзи.

Початок весни був прохолодним і достатньо вологим. У березні середньомісячна температура становила 1,6 °C, а кількість опадів – 48,6 мм, що забезпечило поповнення запасів ґрунтової вологи. У квітні температурний режим залишався помірним (8,0 °C), а зволоження було близьким до норми (38,0 мм), що створювало сприятливі умови для початкового розвитку рослин.

У травні за температури 15,8 °C кількість опадів становила 27,0 мм, що було дещо нижче середніх багаторічних значень. Проте вже в червні ситуація різко змінилася: за температури 19,5 °C випало 202,3 мм опадів, що більш ніж утричі перевищувало норму. Такий надлишок вологи забезпечив повне відновлення запасів продуктивної вологи, але місцями міг погіршувати аерацію ґрунту.

У липні встановилася тепла погода (23,6 °C) із достатньою кількістю опадів (69,4 мм), що було сприятливим для проходження критичних фаз розвитку кукурудзи. У серпні температурний фон залишався підвищеним (22,8 °C), а опади (51,4 мм) забезпечували задовільне зволоження посівів у період наливу зерна.

Вересень характеризувався деяким зниженням температури (13,9 °C) і помірною кількістю опадів (23,5 мм), що загалом не перешкоджало досягання культури.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 70,1 %, що є найвищим показником серед років досліджень. Поєднання високої атмосферної вологості та значної кількості опадів формувало м'який і вологий гідротермічний режим.

В цілому, 2021 рік був відносно прохолодним і дуже вологим. Надлишок опадів, особливо у червні, забезпечував стабільне водопостачання посівів кукурудзи, хоча в окремі періоди міг створювати умови перезволоження. Загалом гідротермічні умови року були сприятливими для формування врожаю культури.

2022 рік. Погодні умови 2022 року характеризувалися помірно прохолодним температурним режимом і загалом недостатнім зволоженням упродовж більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 15,7 °С, що дещо нижче середнього багаторічного рівня. Сума опадів за цей період дорівнювала 250,1 мм, що свідчить про помірно посушливий характер сезону та періодичне напруження водного режиму ґрунту.

Початок весни був прохолодним і посушливим. У березні середньомісячна температура становила 1,0 °С, а кількість опадів – 25,0 мм, що було нижче середньобагаторічного показника. У квітні температурний режим підвищився до 10,1 °С, а зволоження різко покращилося – 60,4 мм опадів, що забезпечило поповнення запасів продуктивної вологи на початку вегетації кукурудзи.

У травні за температури 15,2 °С кількість опадів знову різко зменшилася до 19,1 мм, що створювало передумови для формування дефіциту вологи в орному шарі ґрунту. У червні температурний фон зріс до 22,2 °С, але опади залишалися недостатніми (29,6 мм при нормі близько 61 мм), що посилювало напруженість водного режиму посівів.

У липні середньомісячна температура становила 22,4 °С, а кількість опадів (36,2 мм) була нижчою за норму, тому умови зволоження залишалися обмеженими. У серпні за підвищеної температури (24,5 °С) випало 45,8 мм опадів, що частково поліпшило водозабезпечення у період наливу зерна.

Вересень характеризувався помірно теплою погодою (15,0 °С) і близькою до норми кількістю опадів (34,0 мм), що було загалом сприятливим для завершення вегетації культури.

Середня відносна вологість повітря за сезон становила близько 64,4 %, що відповідає помірному рівню атмосферної вологості. Проте її значення не компенсували дефіцит опадів у критичні фази розвитку рослин кукурудзи.

Таким чином, 2022 рік був відносно прохолодним і помірно посушливим. Незважаючи на достатнє зволоження у квітні та часткове покращення умов у

серпні, нестача опадів у травні–липні зумовлювала періодичний дефіцит продуктивної вологи та підвищувала ризик посушливого стресу кукурудзи у період інтенсивного росту.

2023 рік. Погодні умови 2023 року характеризувалися помірно теплим температурним режимом і недостатнім зволоженням упродовж більшої частини вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 16,9 °C, що свідчить про теплий характер сезону. Сума опадів за цей період дорівнювала 279,8 мм, що нижче середніх багаторічних значень і зумовлювало періодичне напруження водного режиму ґрунту.

Початок весни був теплим і відносно сухим. У березні середньомісячна температура становила 5,4 °C, а кількість опадів – 32,4 мм, що було нижче багаторічної норми. У квітні температурний режим був близьким до оптимального (10,2 °C), але зволоження різко зросло – 100,7 мм опадів, що забезпечило значне поповнення запасів продуктивної вологи в ґрунті.

У травні за температури 16,1 °C кількість опадів зменшилася до 33,8 мм, що було нижче норми і сприяло поступовому підсиханню верхнього шару ґрунту. У червні температурний фон становив 20,2 °C, однак опади були обмеженими (29,4 мм), що зумовлювало формування дефіциту вологи в період активного росту кукурудзи.

У липні встановилася тепла погода (23,1 °C) із недостатньою кількістю опадів (41,1 мм), що не забезпечувало повного відновлення запасів продуктивної вологи. У серпні температурний режим залишався підвищеним (24,3 °C), а кількість опадів знизилася до 29,0 мм, що могло підсилювати прояви посушливого стресу у фазу наливу зерна.

Вересень характеризувався теплою погодою (19,3 °C) і дуже обмеженим зволоженням (13,4 мм), що сприяло швидкому досягненню кукурудзи, але не забезпечувало поповнення запасів ґрунтової вологи.

Середня відносна вологість повітря за сезон (квітень–вересень) становила близько 57,2 %, що відповідає помірно зниженому рівню атмосферної

вологості. Поєднання підвищених температур і дефіциту опадів улітку формувало напружений гідротермічний режим.

Отже, 2023 рік був теплим і помірно посушливим. Незважаючи на значні опади у квітні, їх нестача в травні–вересні зумовлювала періодичний дефіцит продуктивної вологи та підвищувала ризик посушливого стресу кукурудзи у критичні фази розвитку.

2024 рік. Погодні умови 2024 року вирізнялися підвищеним температурним фоном і різко недостатнім зволоженням упродовж вегетаційного періоду. Середня температура повітря за березень–вересень становила 18,8 °С, що є найвищим показником серед років досліджень і свідчить про дуже теплий характер сезону. Сума опадів за цей період дорівнювала лише 130,5 мм, що формувало виражено посушливий тип року та істотно обмежувало водозабезпечення посівів кукурудзи.

Початок весни був теплим, але маловологим. У березні середньомісячна температура становила 5,0 °С, а кількість опадів – лише 17,7 мм, що значно нижче багаторічної норми. У квітні відбулося різке підвищення температури до 15,5 °С, тоді як опадів випало лише 13,9 мм, що сприяло швидкому прогріванню і водночас пересиханню посівного шару ґрунту.

У травні температурний режим становив 16,2 °С, але кількість опадів зменшилася до 11,5 мм, що створювало передумови для формування стійкого дефіциту продуктивної вологи вже на початку активного росту кукурудзи. У червні за високої температури (23,1 °С) випало 29,3 мм опадів, що було вдвічі менше багаторічної норми.

У липні спостерігався пік теплового навантаження – середньомісячна температура досягла 26,8 °С, тоді як кількість опадів становила лише 44,7 мм, що не забезпечувало повного відновлення запасів продуктивної вологи. У серпні за температури 24,5 °С опади були практично відсутні (1,6 мм), що формувало різко посушливі умови в період наливу зерна.

Вересень характеризувався дуже теплою погодою (21,0 °C) і обмеженим зволоженням (11,8 мм), що сприяло швидкому досягненню культури, але не забезпечувало відновлення запасів ґрунтової вологи.

Середня відносна вологість повітря впродовж вегетації переважно перебувала на помірно зниженому рівні (близько 55 % за квітень–вересень), що разом із дефіцитом опадів підсилювало атмосферну посушливість.

Отже, 2024 рік був дуже теплим і різко посушливим. Тривалий дефіцит опадів упродовж травня–вересня та підвищені температури створювали напружений гідротермічний режим і високий ризик посушливого стресу кукурудзи в усі критичні фази розвитку, хоча суха погода наприкінці вегетації сприяла швидкому досягненню та збиранню врожаю.

За роки досліджень погодні умови на Єрастівській дослідній станції характеризувалися достатнім теплозабезпеченням і переважно недостатнім зволоженням. Середня температура повітря за квітень–вересень становила 19,4–21,2 °C за роками при багаторічній нормі 18,2 °C, тобто тепловий режим був загалом підвищеним. Найбільш теплим був 2012 р. (21,2 °C), тоді як інші роки також перевищували норму або були близькими до неї (додаток Б.5).

Сума опадів за вегетаційний період змінювалася від 240,8 до 302,0 мм при багаторічній нормі 244,6 мм. Найбільш зволожений був 2015 р. (302,0 мм), а найменш – 2012 р. (240,8 мм). Для більшості років характерною була значна нерівномірність випадання опадів за місяцями, з локальними періодами як надлишкового, так і недостатнього зволоження (додаток Б.6).

Середня відносна вологість повітря перебувала в межах 62–69 % при нормі 64 %. У 2012 р. вона була дещо зниженою (62 %), тоді як у 2013 р. – підвищеною (69 %), що відображає нестійкість атмосферного зволоження (додаток Б.7).

Інтегральна оцінка умов вологозабезпечення за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова показала переважання посушливих умов. Середній за роки ГТК становив 0,93 при багаторічній нормі 0,88. Найбільш посушливими

були 2012 р. (0,74) та 2011 р. (0,89), тоді як відносно сприятливі за зволоженням умови спостерігалися у 2014–2015 рр. (1,07–1,00) (додаток Б.8).

Отже, вегетаційні періоди 2011–2015 рр. на Ерастівській ДС проходили за теплового температурного фону та переважно недостатнього зволоження, що створювало періодичні умови атмосферно-грунтової посухи та є типовим для степової зони. Таке поєднання погодних факторів забезпечує репрезентативну оцінку реакції кукурудзи на агротехнологічні заходи в умовах ризикованого землеробства.

В цілому, погодні умови 2012–2024 рр. відрізнялися достатньою контрастністю за показниками теплового та водного режимів як по роках, так і протягом річної вегетації.

Особливості формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи і динаміку його розвитку різнилися по роках, оскільки їх розвиток в значній мірі залежав від метеорологічних умов, що було причиною випадіння рослин та значними втратами врожаю, спричинені шкодочинними організмами, особливо на мінімальних способах обробітку ґрунту.

2.3 Методика проведення досліджень

Агроекономічна ефективність системи полицевого, чизельного та мінімального обробітку ґрунту вивчалася в польовому стаціонарному досліді Державна установа Інститут зернових культур НААН України (Дніпропетровська область) у 5–пільній зерно–просапній сівозміні: горох–пшениця озима – кукурудза – ячмінь ярий – соняшник. Площа облікової ділянки 20,6 м². Загальна площа досліді 9 га.

В досліді вивчався вплив агроприймів (способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння, внесення мінеральних добрив) на формування морфометричних показників (лінійний приріст, висота рослин, площа листової поверхні, густота стеблостою, маса 1000 зерен) і продуктивність кукурудзи, економічну ефективність виробництва продукції.

Схема досліду включала вплив різних варіантів основного обробітку ґрунту і загортання післяжнивних решток (2-4 т/га) на комплекс шкочочинних організмів кукурудзи:

1. Полицевий – плугом ПО-3-35 на глибину 20-22 см – ячмінЬ ярий, горох, соняшник, 16-18 см – пшениця озима, 25-27 см – кукурудза;
2. Чизельний – канадським чизель культиватором Conser Till Plow на 14-16 см кукурудза, 20-22 см соняшник;
3. Дисковий – бороною БДВ-6,3 на 10-12 см (пшениця озима);
4. Нульовий (безпосередньо сівба) просапною сівалкою Great Plains PR8070 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Схема стаціонарного досліду (спосіб і глибина обробітку ґрунту)

№ з/п	Сівозміна	Спосіб обробітку ґрунту			
		полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
1.	горох	полицевий 20-22 см	безполицевий обробіток 16-18 см	дисковий обробіток 10-12 см	безпосередня сівба
2.	пшениця озима	полицевий 16-18 см	дисковий обробіток 10-12 см	дисковий обробіток 10-12 см	безпосередня сівба
3.	кукурудза	полицевий 25-27 см	чизельний обробіток 14-16 см	дисковий обробіток 10-12 см	безпосередня сівба
4.	ячмінЬ ярий	полицевий 20-22 см	безполицевий обробіток 14-16 см	дисковий обробіток 10-12 см	безпосередня сівба
5.	соняшник	полицевий 23-25 см	чизельний обробіток 20-22 см	дисковий обробіток 10-12 см	безпосередня сівба

Примітка: в кожному полі сівозміни передбачено два варіанти удобрення: 1) рослинні рештки (без добрив) 2) рослинні рештки (2-4 т/га) + N₄₅P₄₅K₄₅.

Стаціонарний дослід. В таблиці 2.2 наведено чергування культур в сівозміні.

Таблиця 2.2

Чергування культур в сівозміні в стаціонарному досліді
(5–пільна зерно–просапна сівозміна, I ротація)

Роки	Поля				
	I	II	III	IV	V
2016	горох	пшениця озима	кукурудза	ячмінь ярий	соняшник
2017	пшениця озима	кукурудза	ячмінь ярий	соняшник	горох
2018	кукурудза	ячмінь ярий	соняшник	горох	пшениця озима
2019	ячмінь ярий	соняшник	горох	пшениця озима	кукурудза
2020	соняшник	горох	пшениця озима	кукурудза	ячмінь ярий

Всі елементи агротехніки – загальноприйняті для зони Степу.

Мінеральні добрива вносили під основний обробіток ґрунту дозою $N_{45}P_{45}K_{45}$ з механічним перемішуванням в шарі ґрунту 25–27 см при проведенні полицевої оранки, на чизельному обробітку 14–16 см, і в товщі чорнозему 10–12 см у варіантах заробки дисковими батареями.

Схема досліджень така ж сама. Дослідження ефективності мінеральних добрив проводилось в 5–пільній сівозміні (горох – пшениця озима – кукурудза – ячмінь ярий – соняшник) із застосуванням різних способів основного обробітку ґрунту (полицевий, чизельний, дисковий, безпосередня сівба).

Щільність складення ґрунту визначали методом «ріжучого кільця» в шарах 0–10, 10–20 і 20–30 см в чотирьохкратній повторності на початку і в кінці вегетаційного сезону (ДСТУ ISO 11272:2001) [241; 242; 267].

Вологість ґрунту на глибині 0–150 см визначали термостатно-ваговим методом при відборі зразків ґрунту через кожні 10 см у трьох місцях дослідної ділянки і двох несуміжних повтореннях (ДСТУ ISO 11465:2001) [241; 242; 249; 267].

Твердість ґрунту визначали твердоміром Рев'якіна та пенітрометром ЛАН-М в шарах 0–10, 0–20 та 0–30 см протягом вегетаційного сезону (ДСТУ 5096:2008) [242; 267; 300].

Морфометричні показники рослин кукурудзи є важливими індикаторами їхнього росту, розвитку та продуктивності. Визначення лінійного приросту, висоти рослин, площі листкової поверхні, густоти стеблостою, маси тисячі зерен проводили відповідно до загальноприйнятих методик, викладених у працях Б. А. Доспехова (1985), В. В. Моргуна і Ю. І. Тараріко (2016), В. Г. Дідора і О. Ф. Смаглій (2013), В. А. Мазур і В. Г. Липовий (2020) і згідно з вимогами ДСТУ 4117:2007 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості» та рекомендованих ДУ Інститут зернових культур НААН України [241; 242; 261; 267; 268; 270].

Лінійний приріст рослин кукурудзи визначали протягом вегетації у період 10–12 листків. Висоту рослин вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки самого довгого (витягнутого) листа. Для обліку відбирали по 10 типових рослин у кожному повторенні варіанта дослідів, уникаючи крайових рядів. Вимірювання здійснювали мірною лінійкою або рулеткою з точністю до 1 см через 7–10 днів.

Лінійний приріст визначали як різницю висот рослин за певний період, поділену на кількість днів між вимірюваннями, за формулою:

$$L = (h_2 - h_1) / t, \quad (2.1)$$

де L – лінійний приріст (см/добу), h_1 і h_2 – висота рослин на початок і кінець періоду спостереження (см), t – кількість днів між обліками. Такий підхід дозволяє оцінити інтенсивність росту рослин у різні фази онтогенезу та встановити періоди максимального наростання біомаси [266].

Площу листкової поверхні кукурудзи визначали непрямым методом у фазі 10–12 листків. Вимірювали довжину і найбільшу ширину листків на

10 типових рослинах у межах кожної повторності, після чого площу листової поверхні однієї рослини розраховували за емпіричною формулою:

$$S = K \times L \times B, \quad (2.2)$$

де S – площа листової поверхні рослини (см^2), L – довжина листка (см), B – ширина листка (см), K – коефіцієнт форми листка (для кукурудзи $K = 0,75$). Загальну площу листової поверхні однієї рослини визначали як суму площ усіх листків.

Для визначення площі листової поверхні посіву на 1 га ($\text{м}^2/\text{га}$) значення S множили на густоту стояння рослин (тис. рослин/га). Метод базується на розробках С. І. Тютюнникової (1966), удосконалених В. В. Моргуном, Ю. І. Тараріко, (2016) та рекомендованих ДУ Інститут зернових культур НААН України [258; 270]. Показник площі листової поверхні відображає фотосинтетичний потенціал посіву і є важливою характеристикою для оцінки ефективності формування врожаю.

Висоту рослин кукурудзи визначали у фазі викидання волоті. Замір проводили у 10–15 рослин кожного повторення досліду на постійно закріплених облікових ділянках. Висоту вимірювали від поверхні ґрунту до верхівки волоті. Результати обчислювали як середнє арифметичне з усіх вимірювань і виражали у сантиметрах. Цей показник відображає силу росту рослин, біологічну активність гібридів і вплив факторів середовища. Методика вимірювання відповідає рекомендаціям Б. А. Доспехова (1985) та офіційним методичним положенням ДУ ІЗК НААН (2016) [258; 268; 292].

Густоту стеблостою (густоту стояння рослин) визначали перед збиранням урожаю. Для цього проводили підрахунок кількості рослин на певній обліковій площі (частіше 1 м^2 або 10 погонних метрів рядка) з трьома–п'ятьма повтореннями. Після цього густоту стояння розраховували за формулою:

$$G = (N \times 10000) / S, \quad (2.3)$$

де G – густота стояння рослин (шт/га), N – кількість рослин на обліковій площі, S – площа ділянки (м^2). Для точності даних враховували тільки добре розвинені, життєздатні рослини. Цей показник характеризує рівномірність сходів, стан посівів і ступінь реалізації потенціалу гібридів. Методика відповідає вимогам, викладеним у працях Б. А. Доспєхова (1985).

Масу тисячі зерен визначали відповідно до державного стандарту ДСТУ 4117:2007. Для цього із середніх проб зерна, відібраних після збирання з кожного варіанта, відважували триразові повторності по 100 зерен. З отриманого результату масу 1000 зерен обчислювали за формулою:

$$M_{1000} = m \times 10, \quad (2.4)$$

де m – середня маса 100 зерен (г). Для зважування використовували лабораторні ваги з точністю до 0,01 г. Перед аналізом зерно очищали від домішок і підсушували до вологості 14 %. Показник маси 1000 зерен є важливою структурною складовою врожайності і використовується для оцінки наливу зерна та умов його формування.

Отримані дані з усіх морфометричних показників опрацьовували методами варіаційної статистики за Б. А. Доспєховим (1985) із визначенням середніх значень, стандартних відхилень, коефіцієнтів варіації та достовірності різниць за критерієм HPR_{05} . Це дозволяло об'єктивно оцінити вплив факторів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та внесення добрив на ріст, розвиток і продуктивність рослин кукурудзи [291].

Загалом використання зазначених методик забезпечувало наукову обґрунтованість проведених досліджень, відтворюваність результатів і можливість порівняння даних із результатами інших авторів, що дозволяє зробити висновки щодо адаптивної здатності гібридів і впливу агротехнічних

заходів на формування врожайності кукурудзи в умовах степової зони України.

Актуальну забур'яненість визначали окомірним методом за 4-х бальною шкалою та кількісно-ваговим методом шляхом накладання облікової рамки розміром 50х50 см (100х100 см). При першому обліку фактичної забур'яненості проводили тільки підрахунок кількості бур'янів, а при останньому – поряд з цим і зважування їх сирої та повітряно-сухої маси в комплексі біологічних груп [241; 262; 267; 289].

Зустрічність окремих видів бур'янів визначали за методом Раункієра [289];

Фітопатологічні і ентомологічні дослідження проводилися за допомогою постановки лабораторних, лабораторно–польових та польових дослідів [226; 243; 253].

Для обліку шкідників і хвороб, бур'янів використовували загальноприйняті для гербологічних, ентомологічних і фітопатологічних досліджень методики С. О. Трибеля, В. Й. Білай, Н. А. Наумової, Л. П. Матюхи та інших [228; 246; 258; 269; 272; 273]:

- чисельність ґрунтових шкідників (дротяників, підгризаючих совок) – проводили методом ґрунтових розкопок перед сівбою 0,5м x 0,5м x 0,2–0,3 м;
- чисельність рухливих шкідників на поверхні ґрунту – методом ґрунтових пасток, а саме закопуванням півлітрових банок врівень з ґрунтом;
- пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом та качанів кукурудзи гусеницями кукурудзяного метелика і бавовникової совки на виробничих полях обліком 10 рослин в 10 пробах, на дослідних ділянках – обліком усіх рослин;
- аналіз насіння на грибну інфекцію здійснювали мікроскопічним або біологічним методами. При використанні біологічного методу, насіння пророщували у вологій камері на фільтрувальному папері або рулонах. При потребі вид гриба визначали за допомогою мікроскопічного аналізу під час пророщування насіння у вологій камері або його закладки на живильне середовище;

- спостереження за розвитком хвороб проводилося на протязі всієї вегетації;
- ураженість рослин кореневими гнилями визначали в кінці молочної – на початку воскової стиглості зерна, в 6 місцях викопують рослини на 0,5 м двох суміжних рядків, підраховували кількість уражених рослин та інтенсивність ураження;
- облік ураженості сходів кукурудзи пліснявінням і гнилями та пошкодженість ґрунтовими шкідниками визначали аналізом проростків у фазі 2–3 листків;
- ураженість кукурудзи іншими хворобами (пухирчаста і летуча сажки, гнилі коренів і стебел, хвороби качанів) визначали у відповідні фази оцінкою всіх облікових рослин кожної ділянки дослідів, у виробничих посівах – 200 рослин: 10 проб по 10 рослин у двох діагоналях поля.

Інтенсивність ураження шкочочинними об'єктами визначали за формулою:

$$R = \Sigma (a \times b) \times 100 \% / 4 \times N, \quad (2.5)$$

де a – кількість уражених зернівок по балах; b – відповідний бал ураження; N – кількість насінин у пробі; 4 – максимальний бал ураження (1 бал – слабкий наліт або споруутворення гриба, корінці і проросток нормально розвинуті, але колір незмінений або помітні слабкі риси і плями; 2 бали – помітний наліт або споруутворення гриба, інтенсивне потьмяніння добре розвинених зародкових корінців і проростка біля основи; 3 бали – сильний наліт і споруутворення гриба, сильне потьмяніння корінців і проростка. Корінці і проросток відстають в розвитку; 4 бали – сильний наліт і споруутворення гриба, зернівка буріє і загниває. Корінці і проросток спотворені і загнивають).

Методикою фітопатологічних і ентомологічних досліджень передбачено проведення всіх обліків по пошкодженості і ураженості шкочочинними об'єктами на гібридах середньої стійкості. Тому, в наших дослідженнях з наукового обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Степу України, всі обліки проводилися на

гібриді кукурудзи Велес (середньоранній гібрид), який по стійкості до шкодочинних об'єктів відноситься до середньостійких.

Дослідження формування фітопатогенного і шкодочинного ентомокомплексу та стійкість гібридів кукурудзи різних груп стиглості до основних хвороб і шкідників проводилися у ДП Дослідне господарство «Дніпро» ДУ ІЗК НААН України. В результаті досліджень було оцінено стійкість 35 гібридів кукурудзи на природному інфекційному фоні до комплексу основних хвороб та шкідників.

В дослідженнях випробовувалися сорти і гібриди, що внесені в Держреєстр сортів рослин для степової зони. Агротехніка в дослідях – за схемою рекомендованих для зони інтенсивних технологій вирощування. Обробка насіння кукурудзи протруйниками та інкрустуючими сумішами проводилася лабораторним протруювачем за тиждень до сівби.

Вплив строків сівби гібридів різних груп стиглості на ураженість фітопатогенами та пошкодженість ентомооб'єктами вивчали в умовах Ерастівської дослідної станції. В дослідженнях вивчали:

– строки сівби – ранній (24–28 квітня), оптимальний (3–7 травня), пізній (12–16 травня) (строки сівби згідно рекомендацій ДУ Інститут зернових культур НААН України);

– гібриди кукурудзи різних груп стиглості – ранньостиглий гібрид Ущицький 167 СВ, середньоранній гібрид – Подільський 274 СВ, середньостиглий гібрид – Моніка 350 МВ та середньопізній гібрид – Соколов 407 МВ.

Вплив строків збирання гібридів різної групи стиглості на формування шкодочинного комплексу вивчали також в умовах Ерастівської дослідної станції. В дослідях вивчали наступні гібриди: ранньостиглий Ущицький 167 СВ, середньоранній – Подільський 274 СВ, середньостиглий – Моніка 350 МВ та середньопізній – Соколов 407 МВ. Дата першого обліку (25–29 вересня) збігалася з першим строком збирання, зорієнтованого на період повної стиглості середньопізнього гібрида Соколов 407 МВ і допустимих

строків збирання (перестій не більше 2-х тижнів) більш ранньостиглих гібридів. Наступні обліки – через 15 днів при останньому строкові збирання (27–31 жовтня) перестій цього ж гібрида становив 30 днів (строки збирання згідно рекомендацій ДУ Інститут зернових культур НААН України).

Облік урожайності кукурудзи проводили шляхом збирання качанів вручну в фазу повної стиглості. З кожної ділянки відбирали середній зразок (5 кг) і визначали його вологість та чистоту. Вологість зерна (В) визначали вологоміром. Урожайність (У) перераховували на стандартну вологість 14 % за формулою:

$$Y_{14} = Y_f \times (100 - B_f) / 100 - 14, \quad (2.6)$$

де Y_{14} – урожайність при стандартній вологості 14 %, кг; Y_f – фактична маса зерна з ділянки, кг; B_f – фактична вологість зерна, %; 14 – базисна вологість зерна кукурудзи, %.

Перерахунок на 1 гектар:

$$Y_{га} = Y_{14} \times 10000 / S, \quad (2.7)$$

де $Y_{га}$ – урожайність, кг/га; S – площа облікової ділянки, м²; 10000 – площа 1 га, м².

Результат перерахували у т/га:

$$Y_{т/га} = Y_{га} / 1000, \quad (2.8)$$

Ефективність хімічних заходів захисту рослин від шкочинних організмів кукурудзи розраховувалася за формулами наведеними Б. А. Орешніковим та С. О. Трибелем [247; 289]:

$$E = (A - B / A) \times 100 \%, \quad (2.9)$$

де А – ураженість/пошкодженість проростків без передпосівного протруювання; В – ураженість/пошкодженість проростків з передпосівним протруюванням насіння.

Економічну ефективність розраховували за рекомендаціями ННЦ «Інститут аграрної економіки» та співпрацею з науковими співробітниками лабораторії економіки ДУ Інститут зернових культур НААН України. Математично–статистичні розрахунки виконували за допомогою програмного забезпечення Statistica 10 та Microsoft Excel 2019; достовірність відмінностей між варіантами дослідів оцінювали методом дисперсійного аналізу.

Висновки до розділу 2

Дослідження за темою дисертаційної роботи проводили в умовах, які відносяться за прийнятим агрокліматичним розподілом території до степової зони України з критичними показниками вологозабезпечення.

Ґрунтово–кліматичні умови дослідних ділянок мають характерні умови для степової зони України та придатні для вирощування зернових, зернобобових, олійних культур і отримання врожаю високоякісного зерна.

Польові досліді закладали і проводили у відповідності з прийнятими в агрономічних дослідженнях методикам. Агротехніка зернових, зернобобових і олійних культур в польових дослідях, загальноприйнята для степової зони України.

Агrometeorologічні умови за своїм різноманіттям протягом проведення досліджень дозволили всебічно оцінити вплив прийомів основного обробітку на особливості розвитку фітоценозу бур'янів, фітопатогенного і шкочочинного ентомокомплексу кукурудзи залежно від рівня забезпеченості кліматичними ресурсами.

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ АГРОТЕХНОЛОГІЙ НА ФОРМУВАННЯ КОМПЛЕКСУ ШКОДОЧИННИХ ОРГАНІЗМІВ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

3.1 Вплив способів ґрунтозахисного обробітку на формування комплексу шкодочинних об'єктів

Розвиток інтенсивних технологій в рослинництві супроводжується підвищеним техногенним тиском на ґрунт, що проявляється в ущільненні, зміні пористості та водопроникності, порушенні структурної стійкості й активності ґрунтової біоти. Такі зрушення трансформують мікроклімат посівів та середовище існування шкодочинних організмів, змінюючи видовий склад і конкурентоспроможність бур'янів, шкодочинність фітофагів і розвиток збудників хвороб.

У посівах кукурудзи, де значну частку регуляції фітосанітарного стану традиційно забезпечують інтенсивні механічні та хімічні втручання, наслідки техногенного навантаження можуть посилюватися через повторюваність прийомів і адаптаційний потенціал шкодочинних об'єктів. Ґрунтозахисні системи обробітку (мінімальний, нульовий тощо), завдяки збереженню післяжнивних решток, зменшенню руйнування структури та обмеженню переущільнення, потенційно здатні стабілізувати водний режим, покращити аерацію та підтримати корисні біоценотичні зв'язки [142; 158].

Водночас зміна термічного режиму, вологості верхнього шару ґрунту та просторового розміщення рослинних решток може по-різному впливати на формування комплексу шкодочинних організмів – як стримуючи окремі групи, так і створюючи переваги для інших [167].

Метою цього розділу є оцінити, як різні ґрунтозахисні способи обробітку модифікують агрофізичні властивості ґрунту та через них – динаміку і структуру комплексу шкодочинних організмів у посівах кукурудзи, а також визначити наслідки для ефективності інтегрованого захисту.

3.1.1 Твердість ґрунту як фактор регулювання шкочочинних організмів

Твердість ґрунту (пенетрометричний опір) є інтегральним індикатором агрофізичного стану чорнозему, що характеризує поєднаний вплив щільності, вологості, структурності та зв'язності ґрунтових часток. Вона безпосередньо визначає проникність коренів і водоповітряний режим орного шару ґрунту, а опосередковано формує мікроклімат посівів і траєкторію становлення комплексу бур'янів, фітофагів та збудників хвороб. Тобто, твердість ґрунту виступає не лише фізичною характеристикою, а й керувальним екологічним фактором, через який технологія обробітку модифікує фітосанітарний стан агроценозу [20; 133; 176].

У зерно–просапних сівозмінах степової зони кукурудза посідає центральне місце. Вона займає значну частку площ, формує велику масу післяжнивних решток і має потужну, але чутливу до механічного опору ґрунту кореневу систему. Тривала вегетація, пізні строки збирання та специфіка коренерозміщення задають умови існування для широкого спектра шкочочинних організмів як у самих посівах кукурудзи, так і в наступних культурах.

Саме в кукурудзі екологічна пластичність найвиразніша, а керування цим показником дає найбільший превентивний ефект для інтегрованого захисту [46; 151; 292].

У стаціонарному досліді (5–пільна зерно–просапна сівозміна) встановлено, що найменша твердість ґрунту перед сівбою спостерігалась за полицевої оранки (14,5 кг/см² у шарі 0–30 см), що зумовлено якісним розпушенням і рівномірним загортанням решток. За чизельного розпушування цей показник зростав до 20,1 кг/см², за дискового – до 23,6 кг/см², а за нульового обробітку – до 28,8 кг/см², що свідчить про поступове ущільнення орного профілю зі зменшенням глибини обробітку ґрунту.

У фазі 12–13 листків кукурудзи твердість ґрунту підвищувалась унаслідок

природного ущільнення та висихання, проте різниця між варіантами зберігалася. За полицевого обробітку середня твердість шару ґрунту 0–30 см становила 25,9 кг/см², за чизельного – 32,1 кг/см², дискового – 33,7 кг/см², нульового – 35,1 кг/см². У фазі повної стиглості показники ще зросли до 31,0–41,4 кг/см² відповідно (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Вплив основного обробітку на твердість ґрунту в сівозміні
при вирощуванні кукурудзи на зерно в середньому за 2016–2024 рр., кг/см²

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту			
	полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
перед сівбою				
0–10	10,2	14,1	17,8	27,2
10–20	15,8	20,9	25,0	28,9
20–30	17,5	25,2	28,0	30,3
0–30	14,5	20,1	23,6	28,8
фаза 12–13 листків				
0–10	21,4	25,9	28,2	30,8
10–20	26,2	33,8	35,7	36,3
20–30	30,2	36,6	37,2	38,1
0–30	25,9	32,1	33,7	35,1
повна стиглість зерна				
0–10	28,4	33,0	35,4	37,6
10–20	31,6	37,4	40,1	42,0
20–30	33,1	42,1	43,4	44,6
0–30	31,0	37,5	39,6	41,4
НІР ₀₅ , кг/см ² : для обробітку ґрунту – 1,2–1,6				

Таким чином, система No-till за показниками твердості ґрунту перевищувала полицеву оранку, що свідчить про формування ущільненого горизонту, який обмежує розвиток коренів і водопроникність. З глибиною твердість ґрунту закономірно збільшувалася: у шарі 0–10 см за оранки – 28,4 кг/см², у шарі 20–30 см – 33,1 кг/см², а за нульового обробітку ґрунту – 37,6 кг/см² і 44,6 кг/см² відповідно.

Найсприятливіші ґрунтові умови створювали полицевий та чизельний обробітки ґрунту, які забезпечували баланс між розпушенням і структурною

стійкістю. Дисковий обробіток сприяв швидкому ущільненню підповерхневого шару ґрунту, а нульовий – надмірному ущільненню профілю й зниженню повітрообміну.

Механізми впливу твердості ґрунту на бур'яни зумовлені поєднанням взаємодії, вологості та світлового режиму на поверхні, що підтверджується результатами наших досліджень і даними інших авторів. Підвищений опір у шарі ґрунту 0–10 см у поєднанні з поверхневим висушенням гальмує проростання частини дрібнонасінних ефемерів і видів, чутливих до механічної корки, але водночас ущільнені міжряддя й колії, де краще утримується волога і формується щільне насінневе ложе, створюють лінійні осередки для злакових однорічників [142; 158; 167].

В наших дослідженнях мінімізація обробітку ґрунту за підвищених показників твердості обмежувала механічне руйнування вегетативних органів бур'янів і сприяла збереженню багаторічних коренепаросткових та повзучих форм, що ускладнювало їх контроль у посівах кукурудзи та наступних ланках сівозміни, подібні закономірності відзначають і інші дослідники (додаток В.1.1, В.1.2).

Мульча при No-till технології зменшувала температурні коливання ґрунту та світлозабезпечення насіння, стримуючи частину ранніх сходів, проте локальні ділянки в мульчі на твердому фоні часто концентрували пізні хвилі сходів після опадів.

Для фітофагів вирішальними є мікроклімат і стан рослин-хазяїв, що підтверджується як результатами наших польових досліджень, так і літературними даними. Ущільнені та перезволожені смуги колій і міжрядь стабілізували середовище для дротяників (*Elateridae*) і личинок пластинчастовусих, зменшуючи їхню смертність від пересихання та механічних втручань; водночас коренева система рослин послаблювалася, підвищуючи схильність сходів до пошкодження. Зростання показників твердості ґрунту через тиск ходових систем машин під час частих проходів, збільшуючи площу осередків безперервної вологи, слугували біотопами для ґрунтових фітофагів

упродовж сезону (додаток В.2.1, В.2.2).

Щодо хвороб, поєднання механічного впливу та зневоднення кореневої зони на твердому фоні підсилювало ураження комплексом корневих і прикорневих гнилей з родів *Fusarium–Penicillium–Cladosporium* і прискорювало перехід від поступових до масових уражень у другій половині вегетації. За мінімізації обробітку ґрунту і високої твердості, відбувалося накопичення в поверхневому шарі інокульому фітопатогенів на пожнивних рештках, внаслідок чого ослаблені рослини сильніше уражувались інфекцією, збільшувався відсоток стеблових і корневих уражень у період наливу зерна (додаток В.3.1, В.3.2).

Практичні наслідки з позицій інтегрованого захисту очевидні. Для посівного ложа кукурудзи доцільно утримувати твердість в шарі ґрунту 0–10 см на рівні не вище 18–22 кг/см², а в шарі 0–30 см в середині вегетації – нижче 28–30 кг/см²; перевищення цих меж підвищує ризики формування бур'янових скупчень у коліях, активізації ґрунтових шкідників і розвитку корневих гнилей [158; 164].

Як зазначають Blanco (2023) та Anderson (2005) обмеження частоти проходження сільськогосподарських машин, перехід до контрольованого руху та зниження тиску в шинах мінімізують площу осередків підвищеної твердості ґрунту. За наявності ущільненого прошарку ґрунту на глибинах 15–25 см доцільні смугове розпушення або локальне щілювання в рядку з контролем повторного ущільнення, що стимулює активний ріст коренів та вирівнює сходи [142; 158].

Підтримання мульчі на рівні не менше 30–40 % поверхні та впровадження покривних культур, які розвивають біопори, покращують утримування вологи і температури та одночасно пригнічують проблемні групи бур'янів [142; 151; 167].

Герботогічна стратегія має враховувати особливості просторового розміщення бур'янів на необробленому фоні: ефективними є раннє знищення бур'янів з корекцією відносно реальної динаміки забур'яненості, а для

багаторічників – поєднання досходових і післяжнивних ділянок активізації бур'янів [47; 72]. На ділянках із стабільно підвищеною твердістю і вологими коліями слід обробляти насіння від ґрунтових шкідників системними протруйниками чи ґрунтовими внесеннями за порогами шкодочинності, поєднуючи це з агроприйомами, що вирівнюють сходи [63; 96]. Для фітопатологічної профілактики із тривалими періодами перезволоження доцільно передпосівне протруювання насіння, оптимізування густоти та глибини висіву, а також забезпечення збалансованого живлення, зокрема цинком і фосфором на початку вегетації [83; 105].

У межах сівозміни кукурудза фактично виступає головним регулятором твердості ґрунту: вона найчутливіше реагує на екологічне середовище, а її коренева система й маса решток формують середовище для наступних культур [28; 118].

Отже, кероване утримання твердості ґрунту в оптимальних межах перетворює її на дієвий важіль інтегрованого захисту кукурудзи, дозволяючи синхронно знизити щільність і шкодочинність бур'янів, обмежити ґрунтових фітофагів і мінімізувати ризики кореневих хвороб без втрати продуктивності в умовах мінімізованого обробітку.

3.1.2 Динаміка щільності складення ґрунту і адаптивність кукурудзи та шкодочинних організмів в ґрунтовому середовищі

Щільність складення ґрунту є базовим індикатором агрофізичного стану чорнозему, що відображає співвідношення твердої й повітряної фази і, відповідно, визначає інфільтрацію, аерацію, тепло– та вологообмін у кореневмісному шарі.

На відміну від твердості, яка безпосередньо відображає механічний вплив на корені, щільність точніше характеризує структурно–механічний стан ґрунту та його трансформацію під дією технології, тиску робочих органів на ґрунт й гідротермічних коливань [112; 145; 203].

У зернопросапних ротаціях кукурудза посідає центральне місце, поєднуючи високе водоспоживання, потужну, але чутливу до пористості кореневу систему та значний обсяг пожнивних решток; саме тому її реакція на зміну щільності задає екологічні умови для комплексу бур'янів, ґрунтових фітофагів і збудників хвороб як безпосередньо в посівах кукурудзи, так і в наступних культурах [20; 292].

За матеріалами стаціонарного дослід (2016–2024 рр.) в 5-пільній зернопросапній сівозміні встановлено стале зростання щільності складення ґрунту протягом вегетації кукурудзи з мінімальних допосівних значень у шарі 0–30 см до максимальних на повній стиглості.

Щільність складення чорнозему істотно залежала від системи основного обробітку ґрунту та фази розвитку кукурудзи. Перед сівбою найменша щільність ґрунту виявлена за полицевого обробітку – $1,06\text{--}1,25\text{ г/см}^3$ у межах шару 0–30 см, що свідчить про оптимальну структуру та добрий повітряно-водний режим. За чизельного й дискового обробітків ґрунту показники становили $1,22\text{--}1,30\text{ г/см}^3$, а за нульового – досягали $1,28\text{--}1,35\text{ г/см}^3$, що свідчить про ущільнення орного горизонту. У фазі 12–13 листків спостерігалось поступове зростання щільності ґрунту в усіх варіантах, найбільше – за No-till технології ($1,38\text{ г/см}^3$ у шарі 0–30 см), що зумовлено відсутністю розпушування.

До фази повної стиглості кукурудзи ґрунт ще більше ущільнювався: $1,30\text{ г/см}^3$ за полицевої системи, $1,34\text{ г/см}^3$ – чизельної, $1,37\text{ г/см}^3$ – дискової та $1,40\text{ г/см}^3$ – нульової (табл. 3.2).

Отже, найсприятливіший агрофізичний стан ґрунту забезпечувала оранка, тоді як мінімальні та нульові системи сприяли накопиченню ущільнення в профілі.

Тобто, найнижчі значення щільності стабільно забезпечувала оранка, вищі – чизелювання та дискування, максимальні – технологія прямої сівби (No-till). Різниця між обробітками була статистично доведена (HIP_{05} : $0,02\text{--}0,04\text{ г/см}^3$ для фактора обробіток ґрунту).

Таблиця 3.2

Вплив основного обробітку ґрунту на щільність складення при вирощуванні кукурудзи на зерно в середньому за 2016–2024 рр., г/см³

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту			
	полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
перед сівбою				
0–10	1,06	1,22	1,24	1,28
11–20	1,19	1,27	1,25	1,30
21–30	1,25	1,29	1,30	1,35
0–30	1,17	1,26	1,26	1,31
фаза 12–13 листків				
0–10	1,21	1,25	1,32	1,35
11–20	1,26	1,31	1,36	1,38
21–30	1,30	1,36	1,37	1,41
0–30	1,26	1,31	1,35	1,38
повна стиглість зерна				
0–10	1,28	1,30	1,34	1,36
11–20	1,30	1,34	1,37	1,40
21–30	1,32	1,38	1,40	1,43
0–30	1,30	1,34	1,37	1,40
НІР ₀₅ , г/см ³ : для обробітку ґрунту – 0,02–0,04				

Адаптивність кукурудзи до підвищеної щільності ґрунту проявляється у зміні архітекτονіки коренів, посиленому формуванні паренхіми, збільшенні частки коренів більшого діаметра та перерозподілі елементів живлення на користь підземних органів [172; 179].

Такі реакції дозволяють частково компенсувати дефіцит повітря й води, проте мають негативні наслідки у вигляді сповільненого стартового росту, асинхронних сходів і підвищеної вразливості до ґрунтових фітофагів у період вегетації до викидання волоті.

За оранки рівновагова щільність ґрунту зберігається довше, забезпечуючи рівномірні сходи й глибше проникнення первинних і вторинних коренів; за чизелювання, дискування та No-till технології ущільнення міжрядь і колій формує осередки затримання вологи та тепла, що поглиблює просторову різномірність стану рослин [158; 164; 167].

У ґрунтовому середовищі щільність ґрунту опосередковує адаптивні зрушення еколого–біологічних об’єктів. Для бур’янів ущільнений верхній шар ґрунту у поєднанні з періодичним поверхневим висушенням, особливо, у посушливі роки 2017, 2018, 2020, 2022 роки, пригнічувало частину дрібнонасінних ефемерів, натомість стабільно вологі колії та міжряддя (у більш вологі роки 2016, 2019, 2021, 2023) створювали лінійні зони для злакових однорічників, тоді як тривала мінімізація обробітку за високої щільності сприяла збереженню вегетативних органів багаторічників і ускладнювала їх контроль (додаток В.1.1, В.1.2).

У фітофагів підвищена щільність і зволожені мікроніші (2016, 2019, 2021, 2023) знижували смертність дрітників і личинок пластинчастовусих, а ослаблення рослин на ущільненому фоні (у роки з дефіцитом вологи 2017, 2018, 2020, 2022) полегшувало пошкодження сходів і прикореневої частини; асинхронність розвитку на різноманітному полі збільшує вразливість до поліфагів, зокрема підгризаючих совок (додаток В.2.1, В.2.2).

Для фітопатогенів поєднання механічного впливу, зневоднення та періодичного перезволоження, особливо, у роки з контрастним гідротермічним режимом 2019, 2021, 2023, підвищувало ураження проростків кореневими і прикореневими гнилями комплексу *Fusarium spp.*–*Penicillium spp.*–*Cladosporium spp.*, а за мінімізації обробітку ґрунту збереження джерел інфекції на поверхневих рештках підтримувало стабільно високу інфекційну небезпеку у другій половині вегетації кукурудзи (додаток В.3.1., В.3.2).

Таким чином, у зернопросапній сівоzmіні саме кукурудза визначає траєкторію агрофізичної динаміки й задає адаптивні шляхи для шкодочинних еколого–біологічних об’єктів. Підтримання щільності ґрунту в оптимальному інтервалі – близько 1,17–1,31 г/см³ на початку вегетації та нижче 1,30–1,35 г/см³ в середині вегетації у шарі ґрунту 0–30 см – забезпечувало глибше розповсюдження кореневої системи та знижувало ураженість і пошкодженість ґрунтовими фітофагами і збудниками гнилей.

Якщо ж унаслідок техногенного навантаження, сезонного висихання і накопичення механічного впливу щільність ґрунту системно зміщується до 1,36–1,46 г/см³, посіви переходять у режим хронічного стресу, що підвищує шкодочинність бур'янового, фітопатогенного і ентомологічного комплексів і вимагає корекції технології [158; 164].

У таких умовах диференційоване поєднання контрольованого руху техніки, періодичного глибокого або смугового розпушення ущільнених шарів ґрунту 11–30 см, підтримання мульчі й покривних культур для відновлення біопор та утримання вологи дає змогу керувати щільністю як інструментом адаптивного інтегрованого захисту [167]. Збалансована щільність перетворюється на системоутворювальний фактор, що одночасно підвищує екологічну стійкість агроценозу в умовах мінімізованого обробітку ґрунту.

3.1.3 Вологозабезпечення кукурудзи і формування її стійкості до шкодочинних організмів і адаптації до мінливості агросистеми

Для степової зони з хронічним дефіцитом вологи й різко контрастними гідротермічними ритмами саме водний режим визначає розвиток агроценозу кукурудзи та особливості формування еколого-біологічних об'єктів – бур'янів, ґрунтових фітофагів і збудників хвороб. Кукурудза займає центральне місце в зернопросапній сівозміні: її тривала вегетація, високе водоспоживання та масив решток формують той фон вологості, на якому розгортаються контактні взаємодії між ґрунтом, рослинами й шкодочинними організмами. Вода зв'язує ці компоненти через континіум «ґрунт–рослина–атмосфера»: інфільтрація й утримання вологи в профілі керують швидкістю проростання й укорінення, визначають мікроклімат під мульчою, ступінь гіпоксії або пересихання кореневої зони і, зрештою, рівень стресу рослин – головного фактора спалаху шкодочинності [142; 167; 171; 176].

За матеріалами стаціонарного дослідження (2016–2024 рр.) встановлено, що рівень запасів доступної вологи в орному шарі суттєво залежав від способу

основного обробітку ґрунту. Найвищі показники запасів вологи перед сівбою відзначено за полицевої оранки (66 мм у шарі 0–50 см і 181 мм у шарі 0–150 см), що пояснюється кращим розпушенням ґрунту, рівномірним розподілом післяжнивних решток і поліпшеним водопроникненням. За чизельного обробітку ґрунту вологозапаси були лише трохи нижчими (63–178 мм), тоді як дисковий і нульовий способи характеризувалися поступовим зменшенням запасів (58–172 мм) (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Запаси доступної вологи в ґрунті залежно від способів обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи на зерно в середньому за 2016–2024 рр., мм

Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту			
	полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
перед сівбою				
0–50	66	63	60	58
0–100	139	135	129	125
0–150	181	178	172	168
фаза цвітіння				
0–50	35	33	32	29
0–100	85	81	78	76
0–150	125	121	118	115
повна стиглість зерна				
0–50	18	16	15	12
0–100	22	21	19	17
0–150	29	26	24	20
НІР ₀₅ , мм: для обробітку ґрунту – 8–11				

Під час вегетації, у фазу цвітіння, на всіх варіантах спостерігалось суттєве зниження вологості: у шарі ґрунту 0–100 см вона становила 85 мм за оранки, 81 мм за чизельного, 78 мм за дискового та 76 мм за нульового обробітку. У фазі повної стиглості вміст доступної вологи у ґрунті зменшувався до мінімальних величин, що відображало максимальне використання води культурою: 29 мм за полицевої системи обробітку ґрунту, 26 мм за чизельної, 24 мм за дискової і лише 20 мм за No-till технології.

Вже на початку цвітіння (близько 60–ї доби після сівби) рослини входили у водну депресію, що робило врожайність залежною від епізодичних опадів. У розрізі шарів ґрунту 0–50 і 0–100 см тенденція була подібною: найбільш швидке висихання за інтенсивного випаровування та транспірації в середині літа, причому швидкість втрат вологи залежала від способу обробітку ґрунту, ступеня мульчування, проходів техніки та щільності складення, про що також згадується і в інших літературних джерелах [142; 158; 164; 167; 171].

Найбільш виражений дефіцит продуктивної вологи спостерігався у 2017, 2018 та 2020 роках, коли в умовах підвищених температур та недостатніх опадів запаси вологи у шарах ґрунту 0–50 і 0–100 см швидко знижувалися. У 2019 та 2021 роках виснаження вологозапасів відбувалося дещо повільніше завдяки більш рівномірному надходженню опадів у червні–липні. У наступні роки досліджень (2022–2024) тенденція збереження вологи значною мірою визначалася погодними умовами літа та технологічними факторами агротехніки.

Отже, гідрологічна траєкторія кукурудзяного поля визначалась комбінацією інфільтрації, капілярного підсмоктування (залежить від структури й щільності) та втратами на випаровування/транспірацію (керуються покриттям ґрунту, забур'яненістю й температурою поверхні).

Водний режим безпосередньо перебудовував конкурентні відносини в фітоценозі бур'янів. За дефіциту вологи і щільної, місцями коркованої поверхні, у посушливі 2017, 2018, 2020 роки, різко знижувалась поява дрібнонасінних ефемерів, і в ущільнених міжряддях з'являлись злакові однорічники: мишій зелений (*Setaria viridis*) і сизий (*Setaria pumila*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*). У роки з літніми зливами (2016, 2019) на тлі теплого верхнього шару під мульчою активізувались щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*) і лобода біла (*Chenopodium album*), тоді як у спекотні посушливі періоди конкурентоспроможність зростала в ксерофітних – амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia*) і гірчаків (*Polygonum/Amaranthus*).

За роки досліджень 2016–2020 рр. мінімізація обробітку ґрунту за високої щільності й перерозподілу вологи на користь глибших горизонтів зменшувала механічне руйнування вегетативних органів і створювала простір для багаторічних видів: осоту рожевого (*Cirsium arvense*), берізки польової (*Convolvulus arvensis*), пирію повзучого (*Elytrigia repens*). Вони ефективно відбирали вологу з глибших шарів, затінюючи молоді рослини кукурудзи й погіршують тепловий режим посівного ложа, підсилювали нерівномірність сходів (особливо у посушливі 2017, 2018, 2020 роки) (додаток В.1.1, В.1.2).

Ґрунтові фітофаги реагують на комбінацію вологості, температури й щільності ґрунту. Ущільнені, довше вологі мікроніші міжрядь і колій знижували природну смертність дротяників (*Agriotes spp.*) та несправжніх дротяників, полегшуючи їхню міграцію в прикореневу зону під час літньої посухи (додаток В.3.1, В.3.2).

На тлі водного стресу й гіпоксії, пошкодження сходів і коренів підгризаючими совками (*Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*) набувало більшої шкодочинності [124; 167; 193; 205]..

Дослідженнями (2016–2024 рр.) встановлено, що у роки з ранньою літньою спекою й суховіями, зокрема 2017, 2018, 2020, 2022 та 2023 рр., на краях полів і на переущільнених ділянках ґрунту з'являлися осередки кліщів (*Tetranychus urticae*), що швидко колонізували нижній ярус рослин, знижуючи фотосинтетичну активність у критичні фази наливу зерна. У роки з більшою зволоженістю (2016, 2019, 2021 та частково 2024 рр.). Вологі, захищені мульчою сегменти, навпаки, забезпечували життєздатність личинок хлібної жужелиці (*Zabrus tenebrioides*) у примежів'ї озимини і кукурудзи. Стебловий метелик (*Ostrinia nubilalis*) і бавовникова совка (*Helicoverpa armigera*) тісно прив'язані до водного статусу рослин: у спеку й посуху (2017–2018, 2020, 2022–2023 рр.) тканини стають ламкішими, легше травмуються, що підвищувало успішність проникнення гусениць і створювало умови для інфекції качана.

Патосистема кукурудзи змінювалась відповідно до гідрорежиму. За тривалого перезволоження верхніх шарів ґрунту і уповільненого газообміну під мульчою, що спостерігалось переважно у 2016, 2019, 2021 та 2024 рр., посилювалися кореневі й прикореневі гнилі *Fusarium spp.*–*Penicillium spp.*–*Cladosporium spp.*; у фазі інтенсивного росту це проявлялося в зрідженні й асинхронності розвитку рослин. Пухирчаста сажка (*Ustilago maydis*) частішала за поєднання посухи з механічними травмами від шкідників чи граду, що відзначалося у 2017, 2018, 2020, 2022 та 2023 рр.; летюча сажка (*Sorosporium reilianum*) підтримувалась накопиченням інокулуму на рештках за мінімалізованого обробітку ґрунту. За вологого та помірно теплого періоду у фазу викидання волоті та цвітіння кукурудзи, характерного для 2016, 2019 та 2021 рр., підвищувався ризик фузаріозної гнилі качана типу *Gibberella* (*Fusarium graminearum*), тоді як у спекотні, сухі роки 2017 і 2019 р., і, особливо при ушкодженні метеликом чи совками, домінував *Fusarium verticillioides* (додаток В.4).

Сукупний ефект цих контактних взаємодій був найвиразніший у період короткого періоду водного режиму – від 8–10 листків до цвітіння. Якщо на старті вегетації мульча зменшувала випаровування, то надалі лімітуючими ставали глибокі запаси та здатність профілю підтримувати капілярне підсмоктування без переходу до гіпоксії. На полях із оранкою і вирівняною поверхнею швидше висихають верхні шари ґрунту, але краще працює капілярність у середніх горизонтах; за чизелювання підвищується інфільтрація й запаси у 20–40 см, однак гребенистість потребує вирівнювання, щоб уникнути локального посилення випаровування; мілке дискування переносить більшість процесів у шар 0–12 см, де запаси швидко вичерпуються на тлі високих температур; No-till технологія за наявності достатнього покриття рештками виграє за випаровувальними втратами, але може довше утримувати вологі осередки зневоднення у щільних міжряддях і підтримувати життєздатність ґрунтових фітофагів та інокулуму хвороб.

У такій водній архітектурі посіву видове наповнення бур'янів і шкідників, а також структура патокомплексів – не випадкові. Амброзія полинолиста та щириця формували осередки після дощів через прогалини в мульчі; злакові однорічники трималися на коліях і ущільнених смугах, використовуючи затриману вологу; осот і пирій перехоплюють глибоку воду між дощами, знижуючи доступність для культури. Дротяники й несправжні дротяники концентрувалися там, де волога зберігалася найдовше; совки та метелик легше пошкоджували тканини водностресованих рослин, відкриваючи шляхи фузаріозам і вторинним інфекціям качана. Для листових хвороб вирішальними були нічні роси й тривалі періоди зволоження листка, що частіше траплялося на ділянках із вищою густотою, у зниженнях мікрорельєфу або на межах з лісосмугами.

Керованість системи полягає в тому, що зміною інфільтрації, утримання та розподілу вологи можна розірвати ключові ланцюги взаємодії «вода – стрес – шкодочинність». На рівні профілю це означає підтримання структурної водотривкості агрегатів і біопористості, уникнення тривалої гіпоксії у шарі ґрунту 10–30 см та зменшення осередків перманентної вологи в коліях; на поверхні – стабільне рівномірне мульчування, щоб одночасно обмежити випаровування й світлочутливе проростання бур'янів; у часі – синхронізацію критичних агроприйомів з фазами максимального водозабезпечення (закриття вологи, ранні появи бур'янів, точне живлення для прискорення росту). Коли ж за даними обліків запаси вологи у ґрунті (0–150 см) входили у зону <30 мм (до цвітіння курудзи), підвищувалась пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом, совками та кліщами й посилення фузаріозів качана – отже, превентивно підсилювати хімічний захист посівів і уникати травмувальних операцій, що підтверджується даними Pfordt et al. (2020) та Chiriloaie-Palade et al. (2024) [30; 146].

Таким чином, системне вологозабезпечення кукурудзи в зернопросапній сівозміні – не лише питання скільки води в профілі ґрунту, а передусім – в якій локації і в якому стані вона перебуває. Саме від розподілу і доступності вологи

залежить, які бур'яни домінуватимуть (*Setaria spp.*, *Echinochloa spp.*, *Amaranthus spp.*, *Chenopodium spp.*, *Ambrosia spp.*, *Cirsium spp.*, *Convolvulus spp.*, *Elytrigia spp.*), які фітофаги матимуть перевагу (*Agriotes spp.*, *Agrotis spp.*, *Ostrinia spp.*, *Helicoverpa spp.*, *Tetranychus spp.*, *Melolontha spp.*) і які патогени проявляться (*Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Cladosporium spp.*, *Ustilago maydis*, *Sorosporium reilianum* та інші).

Керуючи інфільтрацією, випаровуванням і капілярним підсмоктуванням через вибір способу обробітку ґрунту, мульчування, контроль переміщення вологи й щільності ґрунту, ми опосередковано керуємо і контактними взаємодіями агросистеми зі шкідливими організмами – зменшуємо стрес, підвищуємо резистентність і стабілізуємо продуктивність кукурудзи.

3.1.4 Регулювання вологоспоживання в агроценозі кукурудзи та стійких стресових біотичних параметрів

У зернопросапній сівозміні водний режим кукурудзи визначається не лише запасами доступної вологи, а й структурою агрофізичної побудови орного шару, який формується системою обробітку ґрунту, проходженням техніки та мульчованим екраном решток. Твердість і щільність складення ґрунту задають швидкість інфільтрації, капілярне підсмоктування й тривалість перезволоження або, навпаки, поверхневого висушення. Саме ці параметри опосередковують контактні взаємодії агросистеми зі шкочинними об'єктами, визначаючи їхню чисельність, просторовий розподіл та шкочинність.

Відповідно, регулювання вологоспоживання в посівах кукурудзи має розглядатися як інтегрована технологічна стратегія, що одночасно керує водним балансом і стабілізує стійкі біотичні стреси – тиск бур'янів, ґрунтових фітофагів і фітопатогенів [6; 20; 33; 37; 57; 133; 146; 176; 189].

Результати стаціонарних обліків (2016–2020 рр.) засвідчили, що перед сівбою у шарі ґрунту 0–150 см запаси доступної вологи становили 196 мм за оранки, що забезпечувало оптимальні умови для проростання та початкового

росту рослин, і 180 мм за No-till технології, а при збиранні врожаю вирівнювались у низькому діапазоні 17–18 мм (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Запаси вологи в посівах кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту в шарі 150 см в середньому за 2016–2020 рр., мм

Строк визначення	Спосіб обробітку ґрунту			
	полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
Збирання попередника	35	38	36	37
Входження в зиму	111	92	96	95
Перед сівбою кукурудзи	196	187	183	180
Фаза 12–13 листка у кукурудзи	124	118	114	117
Збирання врожаю кукурудзи	17	23	20	18
НІР ₀₅ , мм				4–7

На чизельному обробітку ґрунту формувалися дещо нижчі запаси вологи – 187 мм, тоді як дисковий і варіант із агрегатом для прямої сівби мав близькі значення – 183 мм. Найменшу вологозабезпеченість посівів кукурудзи спостерігали за нульового обробітку (180 мм), що пояснюється ущільненням верхнього шару ґрунту та повільнішим накопиченням опадів.

Упродовж вегетації кукурудзи запаси води поступово зменшувались, досягаючи мінімуму під час збирання врожаю: від 17 мм за полицевої системи до 18–23 мм у решти варіантів.

Динаміка підтверджує активне споживання вологи посівами у фазі 12–13 листків (114–124 мм) та суттєве висушування профілю до кінця вегетації. За результатами статистичного аналізу, відмінності між способами обробітку ґрунту були достовірними (НІР₀₅ = 4–7 мм). Це свідчить про значний вплив

глибини та типу розпушування ґрунту на водний режим чорноземів в Північному Степу України.

Отже, абсолютні різниці між прийомами обробітку ґрунту в межах сезону відносно невеликі, тоді як вирішальним є темп вичерпання запасів і просторовий перерозподіл води в профілі. Як було показано в підрозділі 3.1, вже на початку цвітіння весь 150–сантиметровий профіль входив у критичну зону доступності, переводячи рослини в режим залежності від епізодичних опадів. У таких умовах структурно зумовлені відмінності – зокрема, мозаїка твердості й щільності ґрунту між рядком і міжряддям – визначають, де саме затримується волога, як швидко вона випаровується і які біотичні комплекси цим користуються.

Керовані агрофізичні важелі з підрозділів 3.1.1 і 3.1.2 – утримання твердості ґрунту в межах $<28\text{--}30\text{ кг/см}^2$ у шарі 0–30 см в середині вегетації та щільності ґрунту $1,17\text{--}1,31\text{ г/см}^3$ на старті з обмеженням до $1,30\text{--}1,35\text{ г/см}^3$ у середині вегетації – безпосередньо підсилюють ефективність кожного міліметра води.

Дослідженнями Blanco & Lal (2023), Amami et al. (2021), Nikonchuk et al. (2022), Bulgakov et al. (2024), Furlan et al. (2020), Pfordt et al. (2020) підтверджено, що за цих умов кукурудза швидше формує глибшу кореневу біоархітектуру і краще утримує транспіраційний потік без переходу до гіпоксії, що зменшує розповсюдження коренових гнилей і послаблює переваги ґрунтових фітофагів у вологих мікронішах [6; 20; 26; 57; 133; 146].

Натомість хронічне перевищення порогів твердості і щільності ґрунту призводить систему в режим водного й аераційного стресу, коли нерівномірність сходів і асинхронія фаз зумовлюють збільшення шкодочинності підгризаючих совок (*Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*), кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis*) і бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*), а поєднання травм і суховіїв випереджує розвиток фузаріозів качана (*Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides*).

Регулювання вологоспоживання починається з управління інфільтрацією та випаровуванням. За оранки швидше висихає верхній шар ґрунту, але краще працює капілярність середніх горизонтів; чизель покращує приймання опадів і накопичення у 20–40 см, проте вимагає вирівнювання поверхні для зменшення відкритих ділянок для випаровування; дисковий обробіток ґрунту переводить більшість процесів вологообміну у 0–12 см, де запаси вологи швидко втрачаються на тлі високих температур; No-till технологія за достатнього покриття рештками мінімізує випаровування, однак довше утримує вологі, щільні міжряддя з підвищеною загрозою гіпоксії.

В кожному із цих епізодів біотичні стреси змінюють конфігурацію: у вологих коліях і ущільнених смугах стабілізувалися дротяники (*Agriotes spp.*), що спостерігалось переважно у 2016 та 2019 рр., під мульчою при теплих дощах послідовно з'являлися щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*), лобода біла (*Chenopodium album*), мишій зелений (*Setaria viridis*) та полоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*); у посуху, що відзначалася у 2017, 2018 та 2020 рр., зростала конкурентоспроможність амброзії полиноистої (*Ambrosia artemisiifolia*) і злакових ксерофітів, тоді як багаторічники – пирій повзучий (*Elytrigia repens*), осот рожевий (*Cirsium arvense*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*) – засвоюють воду глибших горизонтів.

Ефективність кожного міліметра опадів і ґрунтової вологи визначається не лише обробітком, а й вторинними регуляторами, що прямо впливають на вологоспоживання. За результатами наших досліджень, які підтверджуються роботами Blanco & Lal (2023) і Cordeau (2022), раннє знищення бур'янів знижує непродуктивну транспірацію на 55–80 мм за сезон; оптимальний попередник додає 40–55 мм за рахунок кращої структурної водотривкості та чистішого поля; правильно підібраний режим живлення (зокрема, стартовий Р і К для прискорення коренеутворення) дає 10–15 мм еквівалента; сам прийом основного обробітку – 10–25 мм залежно від структури профілю. У сумі ці резерви значно перевищують фіксовану різницю між прийомами обробітку ґрунту за табл. 3.4 (16 мм між оранкою і No-till технологією перед сівбою) та

пояснюють, чому врожайність може коливатись у широких межах за близьких стартових запасів вологи. Іншими словами, вологоправління споживанням – це, насамперед, реулювання режимом вологовикористання в агроценозі разом із зниженням біотичного тиску, який цю воду безпосередньо переводить в непродуктивні втрати [20; 33].

У фітопатологічному блоці водний режим рослин і тривалість зволоження поверхні листка формують осередки інфекції. На фоні довготривалого перезволоження або гіпоксії кореневої зони, що відзначалося переважно у 2016, 2019 та 2021 рр., посилюються кореневі гнилі і пліснявіння насіння *Fusarium spp.*–*Penicillium spp.*–*Cladosporium spp.*; у фазі викидання волоті при вологій і теплій погоді, характерній для 2016, 2019 та частково 2024 рр., зростає ризик фузаріозної гнилі качана (*Gibberella*), тоді як у спеку та за травмування стебловими шкідниками, що частіше спостерігалось у 2017, 2018, 2020, 2022 та 2023 рр., домінував *F. verticillioides*. Пухирчаста сажка (*Ustilago maydis*) активно проявлялася на фоні механічних ушкоджень і водного стресу у 2017, 2018, 2020, 2022 та 2023 рр., а летюча сажка (*Sorosporium reilianum*) підтримується довготривалим збереженням інокулюму на рослинних рештках у мінімізованих технологічних системах, особливо, у 2016–2017 та 2019 рр. (додаток В.4).

Системна відповідь агроценозу кукурудзи на водний дефіцит або перезволоження повинна поєднувати агрофізичні й фітосанітарні компоненти. Контрольований рух техніки і зниження тиску в шинах зменшують площу перманентно вологих колій; смугове або локальне глибоке розпушення ущільнених шарів ґрунту (11–30 см) розкриває профіль для капілярного підсмоктування без ризику гіпоксії; суцільне мульчування одночасно обмежує випаровування і світлочутливе проростання; покривні культури відновлюють біопористість і перерозподіляють опади в часі; ранні хімічні або біологічні знищення бур'янів і ґрунтових шкідників синхронізуються з фазами, коли вода найбільш критична для культури, а не для шкодочинних комплексів. Усе це

знижує стійкі біотичні стреси, вирівнює розвиток рослин і переводить витрати води з непродуктивних ресурсів у продуктивну транспірацію.

Таким чином, регулювання вологоспоживання в агроценозі кукурудзи – це управління структурою ріллі і водною трансформацією з одночасним формуванням структури шкодочинного комплексу, які цю воду нейтралізують або переводять у шкодочинні фактори. За результатами досліджень встановлено, що перед сівбою кукурудзи запаси доступної вологи в шарі 0–150 см становили 196 мм за полицевого обробітку ґрунту, 187 мм за чизельного, 183 мм за дискового і 180 мм за нульового, тоді як у фазі 12–13 листків вони зменшувалися до 114–124 мм, а до збирання врожаю – до 17–23 мм, що відображає інтенсивне споживання води посівами у другій половині вегетації. Встановлено, що підтримання оптимальних параметрів агрофізичного стану ґрунту – твердості до 28–30 кг/см² та щільності 1,17–1,31 г/см³ на початку вегетації (1,30–1,35 г/см³ у середині) – сприяє ефективнішому використанню ґрунтової вологи і формуванню більш розвиненої кореневої системи кукурудзи. За таких умов зменшується ймовірність гіпоксії кореневої зони, а також обмежується розвиток ґрунтових фітофагів і поширення фузаріозних хвороб.

Підтримуючи зазначені параметри агрофізичного стану ґрунту та дотримуючись водно–енергетичної логіки з підрозділу 3.1, можна досягти стабілізації продуктивності за мінливого клімату: кожен міліметр вологи працює на культуру, а не на шкодочинні організми. Саме через таку інтеграцію агрофізики, водного режиму і фітосанітарії досягається зниження біотичних ризиків і формування стійкої врожайності кукурудзи в умовах Степу України.

3.2 Роль бур'янів у формуванні стійких агросистем як об'єктів ефективного управління продуктивністю кукурудзи

Агропромислові зміни останніх десятиліть – інтенсифікація механічних і хімічних впливів, мінімізація обробітку, переформатування структури посівних площ і кліматичне потепління – трансформували траєкторію формування

бур'янових синузій у посівах кукурудзи. Бур'яни, маючи високий адаптивний потенціал, оперативно перебудовують видовий склад і життєві стратегії у відповідь на зрушення агрофізичного фону, гербіцидний тиск та просторово–часову неоднорідність вологи [12; 47; 54; 83; 96; 121].

У логіці сучасної агроекології вони розглядаються не лише як джерело втрат урожаю, а й як чутливі індикатори стану агробіосистеми та керовані об'єкти, через які можна підсилювати або, навпаки, послаблювати стійкість продукційного процесу кукурудзи. Системний підхід до управління бур'янами спирається на результати попередніх розділів: твердість і щільність ґрунту визначають ніши проростання і конкуренцію, водний режим – швидкість видозміни і шкодочинність, а вибір способів обробітку задає просторову структуру екологічних блоків [28; 72; 114].

3.2.1 Трансформація структурного складу бур'янів і ризики зростання депресій агроценозів

Ретроспективний аналіз еволюції бур'янових угруповань під техногенним тиском демонструє три характерні періоди з різними факторами відбору.

В агротехнічний період з обмеженим застосуванням гербіцидів і домінуванням оранки ключовим механізмом відбору була фітоценотична конкуренція: щільні посіви культур пригнічували значну частину спектра бур'янів, тоді як у полі чорного пару екологічний вакуум зайнято дрібнонасіnnими ефемерами. За таких умов високою зустрічністю відзначались мишій сизий, щириця біла, лобода біла, гірчак берізковидний, тоді як коренепаросткові багаторічники – осот рожевий та жовтий, берізка польова – зберігалися як тривкі позиції синузій, відгукуючись на слабкість механічного контролю.

Індустріальний етап із різким зростанням частки оброблених гербіцидами площ і розширенням спектра діючих речовин змістив напрям відбору в бік хімічної селекції: посилення дії проти тонконогових спричинило

реструктуризацію на користь більш пластичних двосім'ядольних видів і прояв активності *Digitaria spp.* (плоскуха звичайна) та амброзії на тлі тепліших літніх періодів.

У неотехнобіогенний період – мінімізація обробітку, мульчування та ширше використання страхових гербіцидів зумовили видову диверсифікацію екологічних ніш: під мульчою і в коліях закріпилися *Setaria spp.* та *Echinochloa spp.*, у зонах покриву після літніх дощів масово з'являються *Amaranthus spp.* і *Chenopodium spp.*, а багаторічники – *Elytrigia repens*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis* – ефективно перехоплюють вологу з глибших шарів, підтримуючи депресію початкового росту кукурудзи.

Структурні зрушення синузій тісно синхронізовані з агрофізичним фоном. Підвищена твердість і щільність ґрунту, характерні для мінімізованих систем без періодичного глибокого розпушення, формують лінійні вологі ділянки в міжряддях та коліях, де злакові однорічники отримують перевагу, тоді як на оголених і коркованих ділянках пригнічуються дрібнонасінні ефемери. Водночас ефект мульчі подвійний: зменшуючи випаровування і амплітуди температур, вона стримує частину ранніх хвиль появи бур'янів, але за тепло–вологих умов пришвидшуються появи амарантових та лободових.

Твердість і щільність ґрунту, а також запаси продуктивної вологи, сформовані залежно від способу обробітку ґрунту (полицевого, чизельного, дискового та нульового), встановлені в попередніх розділах, зумовлюють різний рівень польової схожості кукурудзи і посилюють асинхронію появи сходів. За цих умов збільшується кількість мікроділянок зі зрідженим стеблостоем, що створює додаткові екологічні ніші для конкурентного тиску бур'янів. Одночасно неоднорідність агрофізичного стану ґрунту сприяє підвищенню ураженості проростків ґрунтовими фітопатогенами (*Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*) та пошкодженню ґрунтовими фітофагами (дротяники, личинки коваликів), що в сукупності опосередковано поглиблює депресію агроценозу (додаток В.1-В.3).

За даними Фісьюнова О. В., Шевченка М. С. [178] хімічна селекція бур'янів, спричинена довготривалим використанням односпрямованих механізмів дії, прискорює появу резистентності (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Основні елементи технобіогенного впливу на формування фітоценотичного спектру бур'янів (за даними Фісьюнова О. В., Шевченка М. С.)

Гербициди, частка обробленої площі, %	Ефективність гербицидів, %			Структура посівів, %	Прийом обробітку ґрунту (частка), %
	тонко–ногові	двосім'я–дольні	багато–річні		
Період 1960–1970 рр.					
2,4–Д амінна сіль		75–82	74–80	Зернові колосові – 32	Оранка – 74
Атразин	78–85	80–86	45–53	Кукурудза – 7	Плоскорізний – 15
Агротехнологічні заходи	68–77	74–83	60–70	Технічні – 13 Кормові – 34	Мілкий – 11
Оброблено – 25%				Пари – 8 Інші культури 45	
Період 1981–2000 рр.					
Атразин	72–79	77–84	43–50	Зернові і зернобобові – 34	Оранка – 65
Діален	0	80–90	83–88	Кукурудза – 9	Безполицевий – 20
Аценіт	80–86	83–88	0	Технічні – 14	Дисковий – 15
Ерадикан	87–93	52–58	0	Кормові – 32	
Харнес	88–94	86–94	0	Пари – 8	
Трефлан	83–89	80–86	0	Інші культури –3	
Раундап	86–94	90–97	87–93		
Оброблено – 52%					
Період 2011–2021 рр.					
Аденго	77–83	84–91	81–85	Зернові і зернобобові – 39	Оранка – 45
Естерон	0	81–89	82–87	Кукурудза – 14	Безпо–лицевий – 23
Майстер	85–89	84–89	71–77	Технічні – 33	Мілкий – 30
Базис	80–85	84–90	69–74	Кормові – 5	
Таск	78–86	84–88	77–82	Пари – 6	
2,4–Д амінна сіль	0	78–84	75–81	Інші – 6	
Трефлан	82–87	80–84	0		
Харнес	88–93	89–94	0		
Євролайтнінг	86–90	88–93	67–74		
Раундап	85–96	88–97	86–92		
Оброблено – 75%					

Комбінування препаратів без стратегічної ротації механізмів дії лише тимчасово маскує проблему, водночас посилюючи мультистресовий фон для культури. З огляду на це доцільним є періодичний (у середньостроковому горизонті 8–10 років) перегляд фітотоксичної концепції із запровадженням нових механізмів депресії бур'янів та інтеграцією негербіцидних прийомів. До таких належать керування твердістю і щільністю профілю через організований рух техніки та смугове розпушення ущільнених шарів, підтримання безперервного мульчованого екрану без прогавин, використання покривних культур для розриву життєвих циклів проблемних видів і перерозподілу вологи, а також точна синхронізація строків сівби і раннього знищення бур'янів під фактичні хвилі проростання.

Екологічні та продукційні ризики зростають у зоні дефіцитного водозабезпечення, де кожен міліметр вологи визначає баланс конкуренції. За швидкого використання запасів у 0–150 см до цвітіння конкурентна перевага зміщується до видів із глибшим або пластичнішим кореневим живленням і C4–фотосинтезом (*Setaria spp.*, *Echinochloa spp.*, *Amaranthus spp.*), що підсилює непродуктивну транспірацію і знижує водокористувальну ефективність посіву. У поєднанні з механічним впливом це збільшує вразливість кукурудзи до ґрунтових фітофагів та корневих гнилей, зумовлюючи депресію агроценозу – від вирівняності сходів до стабільності наливу зерна.

За нашими дослідженнями 2016-2020 рр. управляти трансформацією бур'янових синузій означає керувати їхнім ресурсним потенціалом через підтримання цільових порогів твердості та щільності, створення рівномірного водного режиму, ротацію механізмів дії гербіцидів і введення покривних культур, що переводить бур'яни з категорії неконтрольованої загрози в прогнозований, вимірюваний і керований елемент агросистеми (табл. 3.6).

Така інтегрована стратегія мінімізує ризики довготривалої депресії агроценозу і підвищує стабільність продуктивності кукурудзи за мінливої гідротермії [28; 63; 105].

Таблиця 3.6

Розвиток технологічних систем і видова мінливість бур'янів в агроценозах
(частота зустрічності окремих видів за Раункієром), %

№	Види бур'янів	Роки спостережень		
		1958–1967	1989–1992	2016–2020
1	Мишій сизий (<i>Setaria viridis</i>)	96	15	12
2	Плоскуха звичайна (<i>Echinochloa crus-gali</i>)	1	88	70
3	Щириця звичайна (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	0	93	85
4	Щириця біла (<i>Amaranthus albus</i>)	85	7	6
5	Щириця жминдовидна (<i>Amaranthus blitoides</i>)	0	23	13
6	Лобода біла (<i>Chenopodium album</i>)	72	17	13
7	Гірчак березковидний (<i>Polygonum convolvulus</i>)	57	17	18
8	Амброзія полинолиста (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	0	39	92
9	Сухоребрик Льозеля (<i>Sisymbrium loeselii</i>)	10	4	1
10	Талабан польовий (<i>Thlaspi arvense</i>)	12	2	2
11	Дескуренія Софії (<i>Descurainia Sophia</i>)	16	9	2
12	Грицики (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	13	9	6
13	Осот рожевий (<i>Cirsium arvensis</i>)	28	11	6
14	Осот жовтий (<i>Sonchus arvensis</i>)	24	12	8
15	Берізка польова (<i>Convolvulus arvensis</i>)	19	8	4
16	Пирій повзучий (<i>Elytrigia repens</i>)	5	9	6
17	Види, що рідко зустрічаються	5	3	2

Агропромислова складова в агротехнології відноситься до найбільш динамічних факторів техногенного впливу на напрямки трансформації видової

структури і шкодочинності бур'янів в агроценозах. При цьому бур'яни завдяки своїм досконалим механізмам адаптації завжди зберігають високу небезпеку для урожаю і його якості та потребують постійного корегування заходів контролювання забур'яненості. Більше того, за законами функціонування агроценозів фактори прогресивного значення в процесі тривалої експлуатації приводять до негативних наслідків, які необхідно нейтралізувати шляхом модернізації агротехнологій [12; 47; 72; 96; 118].

Бур'яни як асоціативні синузії мають необмежений біогенний ресурс, який дозволяє агресивно захоплювати екологічний вакуум в агроценозах і розвивати широкий діапазон адаптивної реакції на кліматичні фактори.

Завдяки екологічній пластичності бур'яни здатні ефективно використовувати ресурси вологи, світла та поживних речовин, конкуруючи з культурними рослинами. Унаслідок цього бур'яни зберігають стабільну присутність у посівах і істотно впливають на формування продуктивності агроценозу. Разом із тим їх видова структура та рівень шкодочинності значною мірою залежать від системи обробітку ґрунту, гідротермічних умов і характеру застосовуваних агротехнологічних заходів.

3.3 Видовий склад шкодочинних організмів в посівах кукурудзи

Істотну роль у формотворчих процесах шкодочинного комплексу кукурудзи відігравали зміни у технологіях вирощування. Зменшення кількості операцій з обробітку ґрунту і догляду за посівами призводило до відновлення низки шкодочинних видів (шкідники, хвороби), розвиток яких донедавна врегульовувався на допороговому рівні. Впровадження ґрунтозахисного обробітку із залишком післяжнивних решток (пшениця озима), які залишалися без заробки, слугували для багатьох фітопатогенів та шкодочинних фітофагів місцем накопичення (резервації), де ЕПШ перевищував допустимий рівень в 3–5 разів.

В дослідженнях по впливу агротехнологічних прийомів на формування шкодочинного комплексу кукурудзи, встановлено, що втрати від шкідників співвідносно перевищували втрати від хвороб. Та їх активний розвиток спостерігався протягом всього періоду вегетації культури: починаючи від фази проростання, тоді найбільшу шкодочинність проявляли ґрунтові шкідники, а в період росту рослин і формування урожаю – бавовникова совка, лучний метелик, кукурудзяний метелик, злакові попелиці. Їх фіксували на всіх способах обробітку ґрунту, шкодочинність була особливо високою за наявності післяжнивних решток. За умов посухи їх шкодочинність значно зростала при переході від оранки до No-till технології (безпосередня сівба), без внесення добрив і без передпосівного протруювання насіння (додаток Г).

Наявний запас інфекції грибкового і бактеріального походження, особливо при мінімальних способах обробітку ґрунту, призводив до щорічного прояву цих хвороб з різною інтенсивністю і значно посилювався співвідносно з пошкодженістю рослин шкідниками.

Тобто, мінімальний обробіток ґрунту має недоліки: відсутність обороту пласта призводить до того, що всі рослинні рештки від попередньої культури разом із шкідниками і збудниками хвороб залишаються на поверхні ґрунту. Вони не попадають у нижній шар ґрунту, як це відбувається при оранці, де більшість з них як правило гине. Це призводить до збереження шкодочинних організмів. Зростає інфекційних фон полів, особливо шкодочинними видами. Тому такий спосіб обробітку ґрунту повинен супроводжуватися обов'язковим застосуванням хімічних засобів.

Сучасний захист рослин від шкодочинних об'єктів передбачає інтенсивне застосування пестицидів системної дії. Діючи як селективні агенти, ці хімічні сполуки призводять до формування стійкості патогенів до препаратів, наростанню резистентності у популяціях. Тому, виникнення в агроценозах нових штамів і рас можливо також розглядати як післядію внесення пестицидів [47; 63; 72; 83; 96].

Внаслідок швидкої перебудови адаптивних механізмів, шкодочинні організми завжди випереджають фітотоксичну дію отрутохімікатів, тому актуальною залишається проблема комплексного застосування агротехнічних і хімічних методів [28; 105].

Нестійке зволоження з притаманною для зони нерівномірністю опадів та температурного режиму як по роках, так і доступності екологічних ресурсів протягом вегетаційного періоду, безпосередньо відбивалися на видовому складі шкодочинного комплексу, але в межах характерного як для степової зони України.

За роки досліджень в посівах кукурудзи було ідентифіковано основних шкодочинних близько 10 видів бур'янів, 15 фітофагів і 12 збудників хвороб. Найбільш шкодочинні види, які зумовлюють щорічні значні втрати врожаю, наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Розповсюдженість та видовий склад шкодочинного комплексу
в посівах кукурудзи степової зони України в середньому за 2016–2020 рр.

Грунтово-екологічна зона	Висока постійно			Висока в осередках		
	бур'яни	шкідники	хвороби	бур'яни	шкідники	хвороби
Степ	Мишій зелений (<i>Setaria viridis</i>)	Личинки коваликів (дротяники) (<i>Elateridae</i>)	Кореневі гнилі (<i>Fusarium spp.</i>)	Плоскуха звичайна (<i>Echinochloa crus-galli</i>)	Озима совка (<i>Lepidoptera</i>)	Пухирчаста сажка (<i>Ustilago zaeae</i>)
	Мишій сизий (<i>Setaria pumila</i>)				Підгризаючі совки (<i>Lepidoptera</i>)	
	Щириця звичайна (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	Личинки чорнишів (несправжні дротяники) (<i>Tenebrionidae</i>)	Пліснявіння проростків кукурудзи (<i>Fusarium spp.</i> , <i>Penicillium spp.</i> , <i>Alternaria spp.</i> , <i>Cladosporium spp.</i>)	Гірчак перцевий (<i>Polygonum/ Amaranthus</i>)	Лучний метелик (<i>Margaritia sticticalis</i>)	Хвороби качанів (<i>Fusarium spp.</i> , <i>Rhizopus spp.</i> , <i>Trichoderma spp.</i>)
	Лобода біла (<i>Chenopodium album</i>)	Бавовникова совка (<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.)		Берізка польова (<i>Convolvulus arvensis</i>)		
	Амброзія полинолиста (<i>Ambrosia artemisiifolia</i>)	Стебловий метелик (<i>Ostrinia nubilalis</i> Hbn.)		Осот рожевий (<i>Cirsium arvense</i>)		
	Пирій повзучий (<i>Elytrigia repens</i>).			Ваточник звичайний (<i>Asclepias syriaca</i>)		

Бур'яни. Фітоценоз кукурудзи був представлений: мишій зелений (*Setaria viridis*) і сизий (*Setaria pumila*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*), лобода біла (*Chenopodium album*), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*), гірчак перцевий (*Amaranthus*), осот рожевий (*Cirsium arvense*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), пирій повзучий (*Elytrigia repens*), ваточник звичайний (*Asclepias syriaca*) (додаток В.1).

Шкідники. Шкоду посівам кукурудзи наносили личинки коваликів (дротяники) (*Elateridae*) і чорнишів (несправжні дротяники) (*Tenebrionidae*), гусениці озимої і підгризаючих совок (*Lepidoptera*), бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*), лучного (*Margaritia sticticalis*) і кукурудзяного (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) метеликів, південний сірий довгоносик (*Tanymecus dilaticollis*) (додаток В.2).

Хвороби. З хвороб кукурудзи виявлено наступні збудники: пліснявіння насіння і проростків кукурудзи (*Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.*), пухирчаста (*Ustilago zae*) і летюча (*Sorosporium reilianum* (Kuhn) McAlp.) сажки, кореневі і стеблові гнилі (*Fusarium spp.*), нігроспоріоз (*Nigrospora oryzae*), бактеріоз (*Bacillus mesentericus-vulgatus*) (додаток В.3, В.4).

Формування шкочинного комплексу кукурудзи визначалися, насамперед, погодними умовами вегетаційного періоду, наявністю мульчувального покриву та попередником.

Відмічена тенденція як до зростання відсоткового рівня популяцій окремих шкідників та хвороб по роках, так і відновлення низки шкочинних видів та розвиток карантинних шкідників, які дотепер знаходилися на невисокому рівні або в депресивному стані. Так, особливу загрозу окремим посівам становили популяції лучного метелика, бавовникової совки. Наразі відмічаються міграції саранових, які становлять небезпеку, зокрема, не тільки посівам кукурудзи, але й посівам багатьох сільськогосподарських культур.

Це потребує ретельного контролювання фітосанітарного стану посівів, складання своєчасних короткострокових і довгострокових прогнозів розвитку шкідливих об'єктів, своєчасних (в окремих випадках превентивних) заходів хімічного захисту полів від особливо небезпечних (або карантинних) видів комах та хвороб, можливо, із залученням карантинних служб.

3.3.1 Особливості формування шкочинного комплексу в посівах кукурудзи

Щорічно шкідники та хвороби знищують близько 30 % врожаю зерна кукурудзи, погіршують його якість. Нагальною є потреба зменшення втрат від шкідників – личинки коваликів і чорнишів, озима і бавовникова совки, стебловий кукурудзяний та лучний метелики, від хвороб – пліснявіння насіння, кореневі і стеблові гнилі, пухирчаста та летюча сажки, хвороби качанів.

Розвиток і шкочинність фітопатогенів і фітофагів значно залежить від погодних умов року. За стресового стану, що зумовлюється екстримальними погодними умовами, рослини стають чутливими до ураження хворобами та пошкодження шкідниками. Ступінь шкочинності залежить і від того наскільки дотримується технологія вирощування культури та від регламенту застосування пестицидів в посівах кукурудзи.

Застосування інтегрованих систем захисту, які передбачають застосування агротехнічних, хімічних, біологічних засобів, спроможне усунути в наш час не менше 70–80 % втрат від фітофагів та фітопатогенів, зберегти якість продукції, зменшити пестицидне навантаження на довкілля (додаток Н).

Формування шкочинного ентомокомплексу у виробничих посівах кукурудзи за роки досліджень (2016-2020 рр).

Насіння і проростки кукурудзи пошкоджували личинки коваликів (*Elateridae*) і чорнишів (*Tenebrionidae*). Пошкодженість рослин становила 3–8 %. Сильніше пошкоджувались посіви ранніх строків сівби та сильно забур'янених злаковими бур'янами попередників. В осередках спостерігалось

випадіння до 5 % рослин. Особливо шкодочинні личинки в умовах затяжної прохолодної весни. Чисельність дротяників зростала на забур'яненних попередниках, багаторічних травах. Залежно від способу мілкої обробітку ґрунту чисельність дротяників варіювала від 4,0–6,0 екз./м² при чизельному обробітку шт./м² до 8,0–12,0 екз./м² (максимально до 15 екз./м²) за нульового обробітку, на оранці 2,0–4,0 екз./м². Несправжніх дротяників при полицевому обробітку ґрунту нараховували 1,0–2,5 екз./м², при зменшенні глибини обробітку ґрунту (чизельний і дисковий) кількість шкідника збільшувалась до 3,0–6,0 (максимально до 7,0) екз./м², за No-till технології до 10 екз./м².

Озима совка (*Lepidoptera*). Пошкодженість сходів кукурудзи гусеницями озимої совки становила 0,1–0,3 екз./м² на полицевому обробітку, на мілкому обробітку ґрунту 0,6–1,5 (максимально до 3,0) екз./м². Шкодоочинність збільшувалась при пізніх строках сівби кукурудзи.

Найбільше шкодили посівам кукурудзи бавовникова совка (*Helicoverpa armigera* Hbn.) та інші листогризучі совки. Зафіксовано, що при зменшенні глибини обробітку ґрунту кількість шкідника на м² зростала з 0,2–0,6 екз. при полицевому до 1,2–4,0 екз. при мінімальних способах обробітку ґрунту. Пошкодження верхівок качанів бавовниковою совкою становило 5–45 %, що призводило до посиленого розвитку пліснявіння насіння, фузаріозу, бактеріозу, зниження якості насіння. Шкодоочинність збільшувалася за вологої погоди в період живлення гусениць та за наявності на посівах бур'янів.

Стебловий кукурудзяний метелик (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) по чисельності найбільше розповсюджувався на мінімальних способах обробітку ґрунту до 5 екз./м² (No-till технологія), на інших способах 1,5–3,0 екз./м². Оранка перешкоджала накопиченню шкідника, де його чисельність не перевищувала 0,3–0,8 екз./м². Розвиток шкідника стримувався посушливими погодними умовами в період льоту та відкладання яєць. Пошкодженість стебел кукурудзи становила 2–6 %. Шкодоочинність збільшувалася за вологої теплої погоди в період відкладання яєць та відродження гусениць.

Лучний метелик (*Margaritia sticticalis* L.). Чисельність шкідника на посівах багаторічних трав та узбіччях полів становила 4–6 (максимально до 30) імаго на 10 кроків. Виявлено підвищення чисельності шкідника в посівах сільськогосподарських культур (в посівах кукурудзи в осередках чисельність гусениць становила 8–12 екз./м²).

Формування фітопатогенного комплексу у виробничих посівах кукурудзи за роки досліджень.

Пліснявіння проростаючого насіння і сходів виявлялось щорічно. Ураженість проростків у зоні Степу за сівби протруєним насінням становила 4–8 %. За сівби непротруєним насінням (або неякісної підготовки посівного матеріалу) ураженість висіяного насіння і проростків пліснявінням сягала 30–45 %, а зрідженість посівів 10–12 %. Серед збудників пліснявіння основне ураження проростаючого насіння спричиняли гриби *Fusarium spp.* (60 %) і *Cladosporium spp.* (30 %), частка інших – *Penicillium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Trichoderma spp.* – не перевищувала 10 %. Хвороба розвивалася за прохолодної погоди в період сівба–сходи.

Кореневі і стеблові гнилі уражували до 2–5 % сходів. На уражених рослинах діагностували переважно фузаріозний тип гнилі (гриби з роду *Fusarium*: *F. verticillioides*, *F. graminearum* Schw. та інші). Зареєстровані осередки з ураженням гнилями до 8 % рослин, передусім пошкоджених бавовниковою совкою та стебловим метеликом. Кореневі і стеблові гнилі поширювалися здебільшого на посівах ослаблених за погодних стресів, порушень технології вирощування, пошкоджених шкідниками.

Ураженість рослин пухирчастою сажкою (*Ustilago maydis* (DC) Cda.) була на рівні 2–3 % (до 6 % – на цукровій кукурудзі). В цілому загрозливих вогнищ хвороби не відзначено. Жарка і суха погода, низька вологість повітря в уразливі фази розвитку рослин – кінець листоутворення та цвітіння – обмежували ураженість рослин пухирчастою сажкою. За умов дотримання протисажкових заходів, розвиток хвороби не перевищував середньобагаторічного рівня. Загроза збільшення розповсюдженості пухирчастої сажки за помірних

температур повітря та короткочасних опадів, посухи в кінці листоутворення та цвітіння сприйнятливих гібридів була висока в разі пошкодження рослин шкідниками, страховими гербіцидами.

Летюча сажка (*Sorosporium reilianum* (Kuhn) McAlp.) виявлена на 3 % обстежених площ кукурудзи. Спостерігалася тенденція останніх років звуження ареалу цього виду сажки. Ураженість рослин хворобою становила 0,7–2,2 %. Значний розвиток хвороби спостерігався на полях з накопиченням інфекції хвороби протягом попередніх років. За дотримання протисажкових заходів, розвиток хвороби не перевищував середньо багаторічного рівня. Ураженість хворобою зростала за помірних температур повітря та короткочасних опадів за загальної посухи в кінці листоутворення та цвітіння.

Повсюдно спостерігався розвиток хвороб качанів – фузаріозної гнилі (*Fusarium verticillioides*). Ураженість качанів бактеріозом (*Bacillus mesentericus vulgaris* Flugge), сірою гниллю (*Rhizopus maydis* Brud.), пліснявінням, як правило, сумарно не перевищувала 8 %. Розвиток хвороб качанів обмежувався посушливими умовами в період формування – досягання качанів та збирання врожаю. Загальна ураженість качанів хворобами, залежно від гібриду, в зоні Степу становила до 5–20 %. Найбільшої загрози фузаріозна гниль становила за вологої погоди під час досягання врожаю – також пліснявіння та інших хвороб. Їх шкодочинність посилювалась за наявності післяжнивних решток від попередньої культури, пошкодження качанів бавовниковою совкою.

3.3.2 Агротехнологічні прийоми та обмеження шкодочинності фітопатогенного і ентомокомплексу в посівах кукурудзи

Дослідженнями встановлено, що шкодочинність дротяників обмежує сівба в оптимальні строки, знищення бур'янів, міжрядний обробіток ґрунту в період линяння, відкладання яєць та відродження молодих личинок (червень–липень), глибока зяблева оранка. Витривалість рослин до пошкоджень дротяниками підвищує внесення мінеральних добрив, до загибелі 20–30 % личинок

призводить використання аміачної води (500 л/га на глибину 12–14 см). зниження ураження проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками можна досягти внесенням або передпосівною обробкою насіння системними протруйниками (додаток Н).

Глибока зяблева оранка, сівба в оптимальні строки, міжрядна культивування посівів кукурудзи у кінці травня – початку червня сприяє знищенню чисельності яєць і гусениць озимої совки, бур'янів (осоту, берізки польової, лободи), якими живиться цей шкідник. Зменшення чисельності популяції забезпечується випуском трихограми (20–30 тис. особин на 1 га за наявності 0,4 яйця/м²) у період масового відкладання яєць. Проти гусениць молодших віків доцільне обприскування посівів інсектицидами.

Зменшує чисельність популяції бавовникової совки зяблева оранка, знищення бур'янів до цвітіння, міжрядний обробіток у період масового заляльковування гусениць, сівба гібридами, у яких качани щільно прикриті обгортками. У період масового викидання ниток качанів і повторно через 7–10 днів обприскування посівів кукурудзи інсектицидами.

Пошкодженість рослин стебловим метеликом зменшують наступні заходи: сівба в оптимальні строки, вирощування стійких до шкідника гібридів, своєчасне збирання урожаю на низькому зрізі, подрібнення і заорювання рослинних решток, випуск трихограми, обприскування рослин біопрепаратами або інсектицидами. Знижує чисельність шкідника дискування і глибока оранка ділянок із високою чисельністю гусениць (понад 5 екз/м²); знищення бур'янів на посівах, парах, узбіччях, перелогах; культивування міжрядь після заляльковування гусениць першого покоління. У період відкладання яєць доцільний випуск трихограми в 3–4 прийоми з інтервалом 5 днів. Проти гусениць – обприскування посівів інсектицидами.

Розвиток пліснявіння проростаючого насіння обмежує якісна передпосівна підготовка насіння, інкрустація насіння баковими сумішами фунгіцидних і інсектицидних препаратів. Підвищує стійкість рослин до хвороби агротехнічні заходи (ретельна підготовка насінневого ложа, сівба в

оптимальні строки кондиційним інкрустованим насінням, досходове боронування посівів) та заходи щодо захисту проростків від ґрунтових шкідників.

Запобігають розвитку корневих і стеблових гнилей вирощування гібридів, стійких до хвороб, шкідників та вилягання, сівба інкрустованим насінням в оптимальні строки, дотримання регламентів застосування гербіцидів, заходи захисту рослин від шкідників (ґрунтових шкідників, кукурудзяного метелика), вчасне збирання врожаю.

Розвиток пухирчастої сажки обмежує подрібнення і заорювання післяжнивних решток минулорічних посівів кукурудзи, вирощування стійких до хвороби гібридів, дотримання сівозміни та регламентів застосування гербіцидів, захист посівів від кукурудзяного метелика.

З метою обмеження розвитку летючої сажки слід уникати повторних посівів кукурудзи, вирощувати стійкі гібриди, для протруювання насіння використовувати системні препарати та захищати посіви від шкідників (кукурудзяний метелик та інші).

Обмеженню шкодочинності хвороб качанів і отриманню якісного насіння сприяє вчасне збирання врожаю, стислі строки його доопрацювання на токах, дотримання рекомендованих режимів зберігання та інкрустація насіння.

Якщо більшість фітопатогенів та фітофагів кукурудзи – це, здебільшого, ґрунтова та польова інфекція, то такі хвороби як пліснявіння насіння, пухирчаста та летюча сажки – це основні патогени насіннєвого матеріалу. Частково ця інфекція зберігається в ґрунті, але основний інфекційний запас знаходиться на насіннєвому матеріалі.

Тому, передпосівне протруювання насіння є головним заходом в обмеженні розвитку цих хвороб. Протруєне насіння при глибокому обробітку ґрунту здатне протистояти ураженню і пошкодженню шкодочинними організмами.

3.3.3 Способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання та польова схожість насіння кукурудзи

Польова схожість насіння кукурудзи – один із визначальних показників формування густоти стояння рослин, що безпосередньо впливає на продуктивність і стабільність урожаю.

Дослідження, проведені у 2016–2020 рр., засвідчили суттєвий вплив способу основного обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння на цей показник. Встановлено, що оптимальні умови для проростання кукурудзи забезпечує поєднання глибокого розпушення орного шару з якісним фітосанітарним станом ґрунту, чого досягають за рахунок раціональної системи обробітку та застосування протруйників. За результатами наших досліджень найбільш раціональним є передпосівне протруювання насіння баковою сумішшю, яка містить протруйники фунгіцидний (Вітавакс 200ФФ, 2,5 л/т) і інсектицидний (Круізер 350FS, 7 л/т).

В процесі проведення обліків та спостереженням за фітосанітарною ситуацією встановлено, що при зберігальній вологості насіння 13,6 % воно мало високі посівні та захисні властивості. Проте, навіть при допустимій фітосанітарній чистоті передпосівне протруювання сприяло зниженню ураженості і пошкодженості насіння ґрунтовими фітопатогенами та фітофагами і збереженню польової схожості насіння кукурудзи на 3,2–3,4 %, максимально до 14 %.

У середньому за п'ять років найвищу польову схожість відмічено у варіанті полицевого обробітку (25–27 см із передпосівним протруюванням насіння – 90,4 %, що достовірно перевищує контроль (87,2 % без передпосівного протруювання насіння) (табл. 3.8).

Поліцевий обробіток створює сприятливий водно–повітряний режим, забезпечує рівномірне загортання насіння та сприяє кращому контакту насіння з ґрунтом.

Таблиця 3.8

Польова схожість насіння кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання* на природному фоні, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	89	84	87	85	91
	з протруюванням	91	89	91	90	91
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	87	83	84	86	88
	з протруюванням	91	87	89	87	91
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	77	69	75	73	78
	з протруюванням	90	85	89	87	90
Нульовий	без протруювання	75	66	73	71	75
	з протруюванням	87	82	85	83	88
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		1,7	2,5	2,1	1,3	1,6
для фактора А (обробітку)		1,1	2,2	1,4	1,2	1,5
для взаємодії АВ		2,0	3,3	2,7	1,8	1,9

Примітка:* – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Передпосівне протруювання насіння посилює цей ефект, гарантуючи захист від фузаріозних, бактеріальних і пліснявих уражень. Така взаємодія глибокого обробітку та передпосівного протруювання насіння створює оптимальні умови для формування дружних, вирівняних сходів, що визначає найвищий рівень життєздатності молодих рослин.

За чизельного розпушування ґрунту на глибину 14–16 см польова схожість насіння кукурудзи була дещо нижчою – 85,6 % без передпосівного протруювання та 89,0 % із передпосівним протруюванням насіння. Хоча чизельна система є менш енерговитратною і екологічно доцільнішою, вона не забезпечує повноцінне перемішування орного шару ґрунту, через що частина інфекційного матеріалу залишається на поверхні. Проте передпосівне протруювання компенсує цей недолік, підвищуючи польову схожість насіння кукурудзи у середньому на 3,4 %. Цей спосіб характеризується задовільними

умовами для проростання за рахунок збереження структури ґрунту, кращої вологоутримуючої здатності та відсутності ущільненого підшлунного горизонту.

Помітно нижчі результати відмічені за поверхневого обробітку ґрунту. Дискування ґрунту на глибину 10–12 см забезпечувало 74,4 % польової схожості насіння без передпосівного протруювання насіння та 88,0 % із передпосівним протруюванням насіння, а нульовий обробіток ґрунту – 72,0 % і 85,0 %, відповідно (рис. 3.1).

Це свідчить, що при мінімізації (чизелювання та дискування) або повній відмові від обробітку ґрунту (нульовий обробіток) суттєво зростає ризик зниження польової схожості через ущільнення верхнього шару, зниження аерації, повільніше прогрівання навесні та підвищену інфекційну активність у зоні проростання насіння.

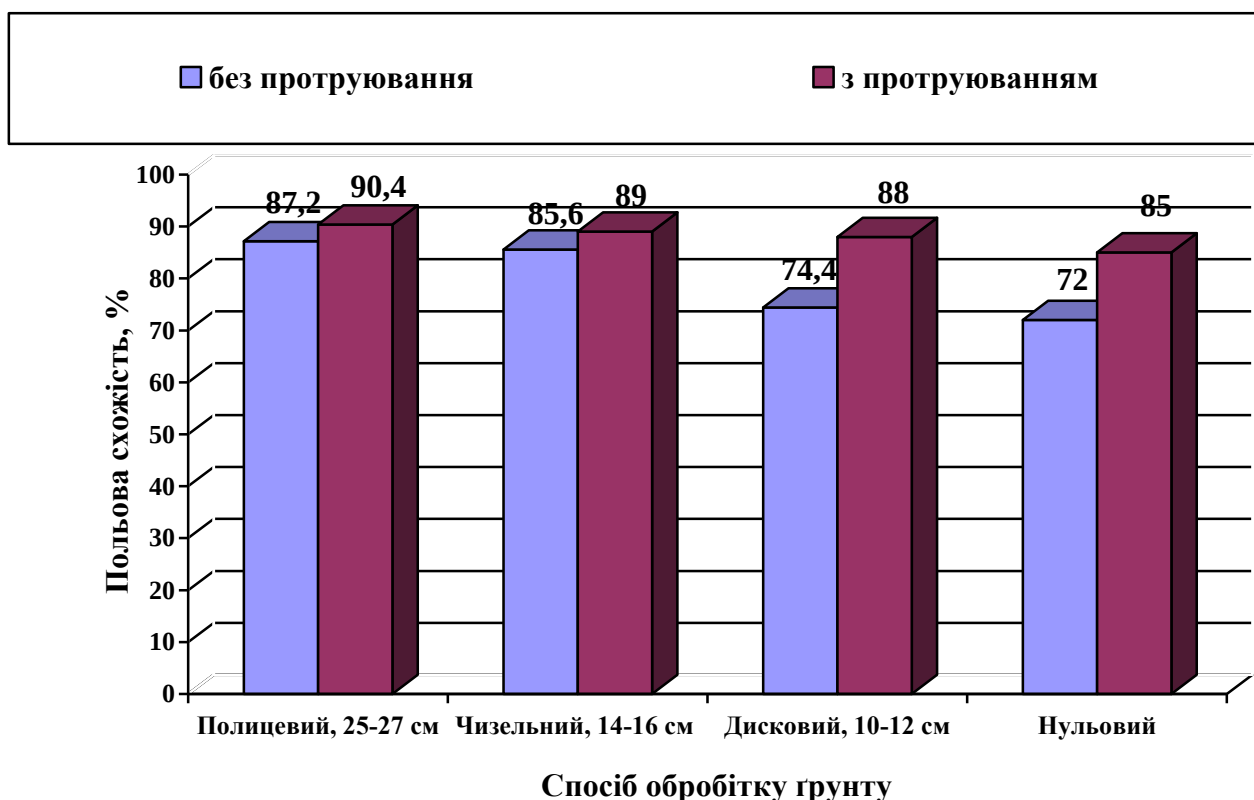


Рис. 3.1 Польова схожість насіння кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Найнижчі показники польової схожості насіння кукурудзи формувались у 2017 році, а також меншою мірою у 2019 році. Саме в ці роки в більшості варіантів, особливо без передпосівного протруювання насіння та за мінімальних систем обробітку ґрунту, сформувалися найнижчі рівні сходів: у 2017 році – 66,0 % за нульового та 69,0 % за дискового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння; у 2019 році відповідно 71,0 і 73,0 %, проте воно було менш вираженим. За полицевого і чизельного обробітків ґрунту міжрічні коливання були згладженішими, але загальна тенденція до зниження у ці роки зберігалася.

Формування найнижчих показників польової схожості (до 66–73 % за нульового та дискового обробітку ґрунту) було зумовлене комплексною дією менш сприятливих гідротермічних умов весняного періоду та підвищеної ураженості і пошкодженості проростків ґрунтовими шкочинними організмами у 2017 та частково у 2019 роках. Дефіцит продуктивної вологи та температурна нестабільність у фазу проростання затримували появу сходів і ослаблювали проростки, підвищуючи їхню сприйнятливість до ґрунтової інфекції та фітофагів.

Велика кількість неперегнилих рослинних решток на поверхні є джерелом зараження патогенами *Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, що зумовлювало загибель частини проростків. Проте застосування протруйників значно зменшує негативний вплив цих чинників, підвищуючи польову схожість кукурудзи на 10–14 %, що особливо важливо для технологій мінімального обробітку.

Отже, польова схожість насіння кукурудзи тісно пов'язана з фізичним станом орного шару та фітосанітарними умовами, які формуються під впливом системи основного обробітку. Найвищі показники польової схожості отримано за полицевого обробітку (25–27 см) із передпосівним протруюванням насіння (90,4 % польової схожості), що забезпечує оптимальне співвідношення вологи, повітря та температури у посівному шарі й надійний захист насіння від ґрунтового шкочинного комплексу. Застосування протруйників стабільно

підвищує схожість на 3,2–13,6 % залежно від способу обробітку, що підтверджує їхню ключову роль у формуванні здорових і дружних сходів.

На мінімальних способах обробітку ґрунту (дискування, нульовий) без передпосівного протруювання насіння значно знижувались показники польової схожості (72,0 %), тому потребують обов'язкового використання протруйників.

Для підвищення ефективності вирощування кукурудзи у степовій зоні України доцільно поєднувати глибокий або чизельний обробіток із передпосівним протруюванням насіння, що гарантує формування стійких і продуктивних агроценозів навіть за умов підвищеної посушливості регіону.

3.3.4 Обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння та ураженість проростків кукурудзи фітопатогенами

Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами є важливим показником фітосанітарного стану агроценозу, який визначає стійкість культури на початкових етапах органогенезу та формує потенціал урожайності.

За результатами досліджень 2016–2020 рр. встановлено, що рівень ураження проростків істотно залежить від системи основного обробітку ґрунту та застосування передпосівного протруювання насіння. Ці чинники визначають ступінь розвитку патогенної мікофлори, щільність орного шару, повітряно–водний режим і фітосанітарний баланс у зоні проростання насіння.

Серед досліджуваних варіантів найнижчу ураженість проростків спостерігали за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см із передпосівним протруюванням насіння – 34,4 % (табл. 3.9), що достовірно нижче від показника контролю (без передпосівного протруювання – 39,8 %) і перевищує межу НІР. Інтенсивність ураження проростків кукурудзи складала 12,3 і 21,5 %, відповідно (додаток Д.1).

Полицевий обробіток ґрунту створює сприятливі умови для зменшення фітопатогенного навантаження завдяки глибокому загортанню рослинних

Таблиця 3.9

Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами**
 залежно від способу основного обробітку ґрунту і
 передпосівного протруювання насіння* на природному фоні, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	45	37	40	43	34
	з протруюванням	37	33	35	37	30
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	48	38	46	47	40
	з протруюванням	41	39	37	40	32
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	56	51	54	55	50
	з протруюванням	44	38	41	44	38
Нульовий	без протруювання	57	53	54	56	52
	з протруюванням	44	39	40	42	38
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		2,8	3,2	2,5	3,1	3,3
для фактора А (обробітку)		1,6	1,2	1,1	1,4	1,2
для взаємодії АВ		3,2	3,4	2,7	3,4	3,5

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – гриби з родів *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*.

решток, у яких зберігаються інфекційні осередки, та їх подальшому розкладанню в анаеробному середовищі. Крім того, покращується аерація, прогрівання і вологоємність ґрунту, що стимулює прискорене проростання здорових насінин. Застосування передпосівного протруювання насіння при полицевому обробітку ґрунту забезпечувало ефективний хімічний бар'єр проти збудників фузаріозу, пеніцильозу та бактеріальних гнилей, знижуючи рівень ураження проростків кукурудзи цими патогенами на 5–6 %.

Порівняно високі показники здоров'я проростків відзначено і за чизельного обробітку ґрунту (14–16 см), де ураженість становила 43,8 % без передпосівного протруювання і 37,8 % із передпосівним протруюванням насіння з інтенсивністю ураження 26,9 % і 16,7 %, відповідно (рис 3.2).

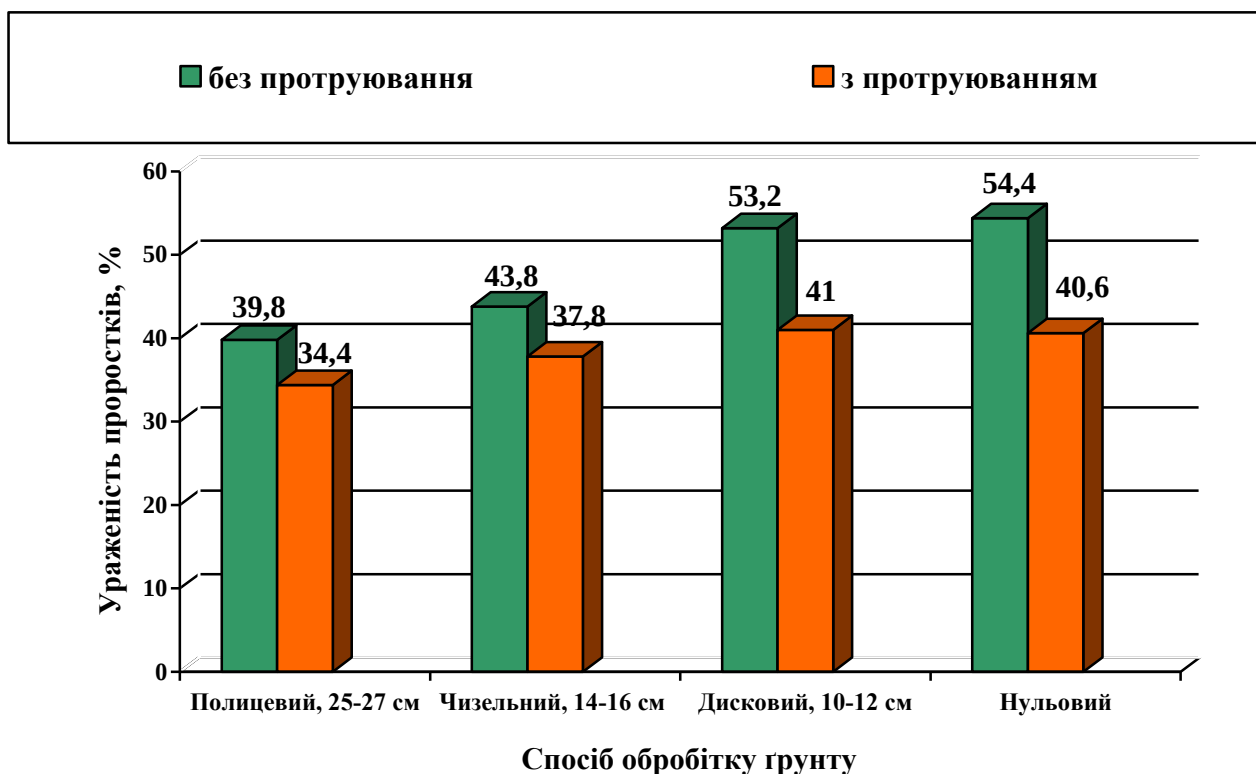


Рис.3.2 Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Хоча цей енергоощадний спосіб обробітку ґрунту частково зберігає структуру чорнозему, та він не забезпечує повного перемішування орного шару, через що частина інфекційних решток залишається у верхньому горизонті. Проте за рахунок активнішого мікробіологічного середовища [72; 96] та передпосівного протруювання насіння рівень ураження проростків кукурудзи знижується майже на 6 %, що свідчить про ефективність хімічного захисту насіння в поєднанні з біологічно активним ґрунтовим середовищем (додаток Д.2).

Натомість мінімальні способи обробітку ґрунту – дискування (10–12 см) та нульовий обробіток – характеризувалися найвищою ураженістю проростків кукурудзи ґрунтовою інфекцією. За дискування показник становив 53,2 % без передпосівного протруювання та 41,0 % із передпосівним протруюванням насіння з інтенсивністю ураження 31,2 % і 22,4 %, а нульового – 54,4 % і 40,6 %

з відповідною інтенсивністю ураження 32,8 % і 25,0 %. Це зумовлено накопиченням інфекційних решток на поверхні ґрунту, підвищеною щільністю посівного шару, повільним прогріванням навесні та нестачею кисню у зоні проростання. Збудники фузаріозу, пліснявіння насіння, кореневих гнилей і бактеріозів активно розвиваються за таких умов. Хоча передпосівне протруювання насіння кукурудзи істотно зменшувало ураженість проростків (на 5–14 %), цього недостатньо для повного усунення фітопатогенного тиску за високої щільності інфікованих решток.

Рівень ураженості проростків кукурудзи істотно змінювався залежно від гідротермічних умов весняного періоду окремих років досліджень. Так, у 2017 році, що характеризувався відносно сухими умовами початку вегетації, загальний рівень ураженості проростків був дещо нижчим і на варіантах без протруювання становив 37–53 %, тоді як за передпосівного протруювання знижувався до 33–39 %. У 2018 та 2019 роках, коли в період проростання спостерігались періоди підвищеної вологості ґрунту, ураженість проростків зростала і на варіантах без передпосівного протруювання насіння досягала 40–56 %, що свідчить про активізацію ґрунтової інфекції. Найнижчі показники ураженості відмічено у 2020 році, коли більш сприятливі температурні умови та помірний водний режим обмежували розвиток фітопатогенів, і ураженість становила 30–52 % залежно від способу обробітку ґрунту. При цьому в усі роки досліджень застосування передпосівного протруювання насіння забезпечувало зниження ураженості проростків кукурудзиу середньому на 6–12 %, що підтверджує ефективність захисту насіння від ґрунтових фітопатогенних організмів.

Найкращим варіантом виявився полицевий обробіток (25–27 см) із передпосівним протруюванням насіння – 34,4 % уражених проростків. Найгіршим варіантом був нульовий обробіток без передпосівного протруювання насіння – 54,4 % уражених проростків. В умовах поверхневого шару ґрунту, насиченого рештками, створюється осередок патогенної

мікофлори, що ускладнює проростання насіння та підвищує загибель сходів, внаслідок сильного ураження.

Тобто, ураженість проростків кукурудзи фітопатогенами істотно залежить від глибини та інтенсивності основного обробітку ґрунту: чим менша глибина, тим вищий рівень розвитку інфекції через збереження патогенів у поверхневому шарі. Передпосівне протруювання насіння ефективно знижує ураженість у всіх варіантах на 5,4–13,8 %, забезпечуючи здорові сходи та зменшуючи первинний інфекційний фон посівів.

Найбільш сприятливі умови для розвитку здорових проростків формуються за глибокої оранки, де створюється оптимальний водно–повітряний і мікробіологічний режим та активується природне пригнічення патогенів.

Мінімальні та безполицеві системи обробітку ґрунту (дискування, нульовий обробіток) без застосування протруйників сприяють накопиченню збудників грибкових і бактеріальних інфекцій, тому потребують обов'язкового хімічного захисту насіння.

Інтенсивність ураження цими грибами посилювалась, особливо, при мінімальних способах обробітку ґрунту. Високий інфекційний запас при впровадженні таких способів обробітку ґрунту також пояснювався наявністю післяжнивних решток попередника (пшениці озимої).

Передпосівне протруювання насіння сприяло захисту проростків кукурудзи від фітопатогенів на ранніх етапах проростання, тим самим, деякою мірою, забезпечивши подальший нормальний розвиток рослин в період вегетації.

Для зменшення ураженості проростків кукурудзи фітопатогенами в умовах степової зони України доцільно поєднувати глибокий або чизельний обробіток ґрунту з передпосівним протруюванням насіння, що забезпечує здоровий початок росту та підвищену стійкість молодих рослин у ранній період вегетації.

3.3.5 Способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння та пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками

Високому рівню зараженості насіння і проростків мікофлорою сприяло попереднє пошкодження їх ґрунтовими шкідниками. Проведені дослідження показали, що пошкодженість насіння і проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками суттєво залежало як від способу основного обробітку ґрунту, так і від застосування передпосівного протруювання.

У середньому за п'ять років досліджень рівень пошкодженості проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками істотно змінювався залежно від системи основного обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння.

Встановлено, що найменший рівень пошкодженості проростків ґрунтовими фітофагами спостерігався за умови застосування полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см із передпосівним протруюванням насіння – 19,0 % (табл. 3.10).

Так, при цьому способі обробітку ґрунту із знищенням бур'янів і падалиці, а також хімічний захист насіння (передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350FS, 7 л/т) забезпечували ефективний захист проростків від комплексу ґрунтових шкідників, зокрема дротяників (личинки коваликів), несправжніх дротяників (личинки чорнишів) та інші. Відсутність передпосівного протруювання насіння призводила до понад удвічі вищої пошкодженості – 43,2 %, що підтверджує ключову роль хімічного захисту в збереженні сходів.

За чизельного обробітку на глибину 14–16 см пошкодженість проростків кукурудзи без передпосівного протруювання становила 47,8 %, а із передпосівним протруюванням насіння – 22,6 %. Хоча цей варіант дещо поступався за ефективністю полицевій оранці, проте забезпечував допустимий рівень захисної дії, що зумовлено частковим руйнуванням ходів личинок у верхньому шарі ґрунту.

Таблиця 3.10

Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками**
 залежно від способу основного обробітку ґрунту і
 передпосівного протруювання насіння* на природному фоні, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	47	40	43	46	40
	з протруюванням	21	17	19	22	16
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	52	47	49	50	41
	з протруюванням	27	20	22	25	19
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	60	50	53	57	48
	з протруюванням	28	20	24	27	21
Нульовий	без протруювання	58	52	54	57	45
	з протруюванням	27	17	29	24	20
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		2,1	2,5	3,5	3,1	4,3
для фактора А (обробітку)		1,2	1,5	1,1	1,4	1,1
для взаємодії АВ		2,4	2,9	3,7	3,4	4,4

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – личинки коваліків, чорнишів, підгризаючі совки.

При дисковому обробітку ґрунту на глибину 10–12 см відсутність передпосівного протруювання насіння призводила до збільшення пошкодженості проростків – 53,6 %, тобто майже в 1,3 раза більше, ніж при полицевому способі обробітку ґрунту (рис. 3.3). В той же час, застосування передпосівного протруювання насіння в цьому варіанті знижувало ураження до 24,0 %, проте навіть за такої умови ефективність була нижчою, ніж при оранці або чизелюванні, що пояснюється слабким руйнуванням личинкових ходів у ґрунті та накопиченням рослинних решток, сприятливих для розвитку шкідників.

Нульовий (No-till) обробіток ґрунту виявився найбільш небезпечним у фітосанітарному відношенні. За відсутності передпосівного протруювання

насіння пошкодженість проростків кукурудзи становила 53,2 %, а при застосуванні передпосівної обробки насіння баковою сумішшю, яка включала фунгіцидний протруйник Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т і інсектицидний протруйник Круїзер 350 FS, 7 л/т, знижувалася лише до 23,4 %.

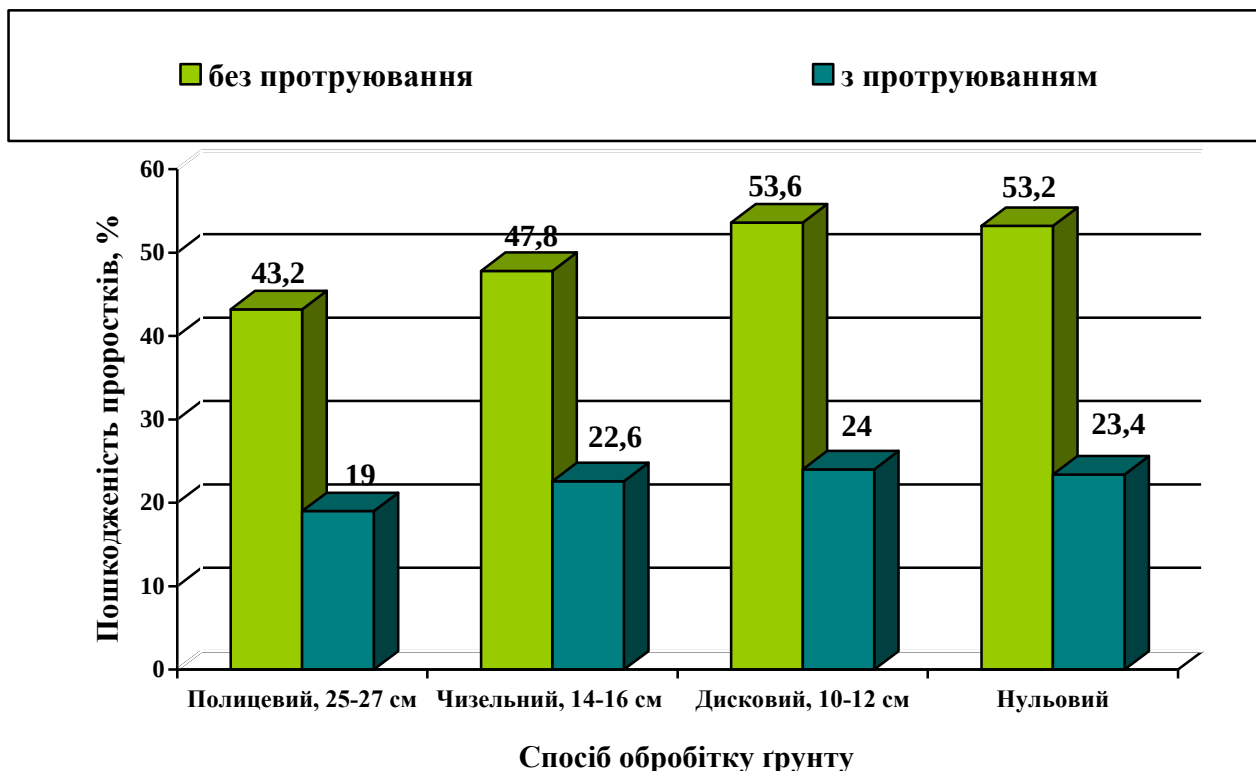


Рис. 3.3 Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Це свідчить про те, що без механічного втручання в ґрунт і за наявності рослинних решток створюються оптимальні умови для зимівлі та розвитку шкідників. Висока щільність верхнього шару ґрунту та підвищена вологість під мульчою сприяють виживанню і активності фітофагів. Таким чином, система No-till потребує обов'язкового поєднання передпосівного протруювання насіння з іншими заходами – сівозмінами, сумісним використанням інсектицидів або глибоким смуговим розпушенням у місцях рядків.

Порівняння багаторічних середніх значень показує, що різниця між найкращим (полицевий обробіток ґрунту при передпосівному протруєнні насіння – 19,0 %) і найгіршим (нульовий без передпосівного протруювання насіння – 53,2 %) варіантами перевищує 34 відсоткових пунктів, що підтверджує значний вплив поєднання агротехнічних і хімічних чинників на формування стійкості проростків до ґрунтових шкідників. За величиною середніх показників варіанти можна ранжувати так: полицевий < чизельний < дисковий < нульовий, що вказує на поступове підвищення ризику пошкодження зі зменшенням глибини і механічного впливу на ґрунт.

Статистичний аналіз підтвердив достовірність відмінностей між варіантами, що свідчить про реальну ефективність заходів захисту. У динаміці років 2016–2020 рр. відзначалося мінливістю показників залежно від погодних умов: у роки з підвищеною вологістю ґрунту та помірних температур в період сівба-сходи рівень пошкодженості знижувався, тоді як за посушливих умов цього періоду спостерігалось його зростання, що зумовлено підвищеною рухливістю личинок у пошуках вологи та післяживних решток. Так, найвищі показники пошкодженості відмічено у 2016 та 2019 роках, коли в умовах дефіциту продуктивної вологи у верхньому шарі ґрунту активізувалась міграційна рухливість личинок коваликів, чорнишів і підгризаючих совок у пошуках вологи та органічних решток. У ці роки на варіантах без передпосівного протруювання насіння пошкодженість проростків кукурудзи досягала 46–60 %, що було найбільш виражено за дискового та нульового способів обробітку ґрунту. У 2017 та частково 2020 роках, коли спостерігалось відносно краще зволоження посівного шару ґрунту, пошкодженість була нижчою і на варіантах без передпосівної обробки насіння становила 40–52 %. У 2018 році показники займали проміжне положення (43–54 %), що пов'язано з більш рівномірним гідротермічним режимом у період сівба-сходи.

Таким чином, система основного обробітку ґрунту є одним із провідних чинників формування фітосанітарного стану посівів кукурудзи на ранніх етапах органогенезу. Найменшу пошкодженість проростків забезпечує полицевий

обробіток ґрунту на 25–27 см та передпосівне протруювання насіння – 19,0 %, що є найкращим варіантом у досліді. Найвищу пошкодженість проростків ґрунтовими фітофагами отримано за нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння – 53,2 %, що підтверджує необхідність хімічного заходу при цьому способі обробітку. На усіх без винятку систем основного обробітку ґрунту засвідчено суттєве зниження пошкодженості проростків кукурудзи при передпосівному протруюванні насіння, що в середньому знижує ураження у 2–2,5 раза.

Для умов Степу України доцільним є використання комбінованих технологій, які поєднують ґрунтозахисні принципи з елементами механічного руйнування місць локалізації шкідників і обов'язковим хімічним захистом насіння, що забезпечує стабільне збереження сходів і рівномірність густоти стеблостою кукурудзи.

3.3.6 Вплив способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння на пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою

В період вегетації, коли при фітосанітарних обліках вже відмічали пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом і бавовниковою совкою та ураженість качанів хворобами, захисна дія весняного передпосівного протруювання насіння вже нівелювалась і знаходилась в межах найменшої істотної різниці з варіантом без передпосівного протруювання. В більшості, в цей період зниження шкідливої дії фітопатогенного та ентомокомплексу визначалась післядією внесення добрив та способом обробітку ґрунту.

У середньому за 2016–2020 рр. встановлено, що рівень пошкодженості качанів кукурудзи бавовниковою совкою суттєво залежав від системи основного обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння. Умови, створені різними технологічними системами, впливали на мікроклімат посівів, щільність рослинності, наявність післяжнивних решток і, відповідно, на інтенсивність розмноження цього небезпечного шкідника.

За результатами багаторічних спостережень, найменше пошкодження качанів спостерігалось в умовах полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см, де середня пошкодженість становила 24,8 % без передпосівної обробки насіння і 24,6 % з передпосівним протруюванням насіння (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння*
на природному фоні, % пошкоджених качанів

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Поліцевий, 25–27 см	без протруювання	22,4	26,0	24,9	23,7	27,2
	з протруюванням	22,1	26,8	24,3	22,7	27,0
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	26,1	29,5	26,4	28,6	31,6
	з протруюванням	25,0	28,4	25,1	27,3	30,5
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	31,0	33,2	30,0	32,3	34,4
	з протруюванням	27,1	32,0	30,3	28,2	33,6
Нульовий	без протруювання	31,1	35,9	33,4	31,6	35,8
	з протруюванням	30,8	33,4	31,0	33,5	34,1
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		0,9	1,2	0,8	1,1	1,1
для фактора А (обробітку)		1,8	1,3	1,5	1,6	1,2
для взаємодії АВ		2,0	1,8	1,7	1,9	1,6

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Цей варіант можна вважати найкращим, оскільки глибока оранка зменшувала кількість рослинних решток на поверхні, руйнувала місця зимівлі лялечок совки та знижувала фітосанітарне навантаження в агроценозі. Наявність незначної різниці між варіантами із передпосівним протруюванням насіння та без передпосівного протруювання насіння свідчить, що в даному випадку протруювання не мало суттєвого впливу на бавовникову совку,

оскільки шкідник пошкоджує качани переважно у фазі молочно–воскової стиглості, коли дія протруйника вже закінчилась.

За чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см пошкодженість качанів кукурудзи була дещо вищою і становила 28,4 % без передпосівного протруювання та 27,3 % із передпосівним протруюванням насіння (рис. 3.4).

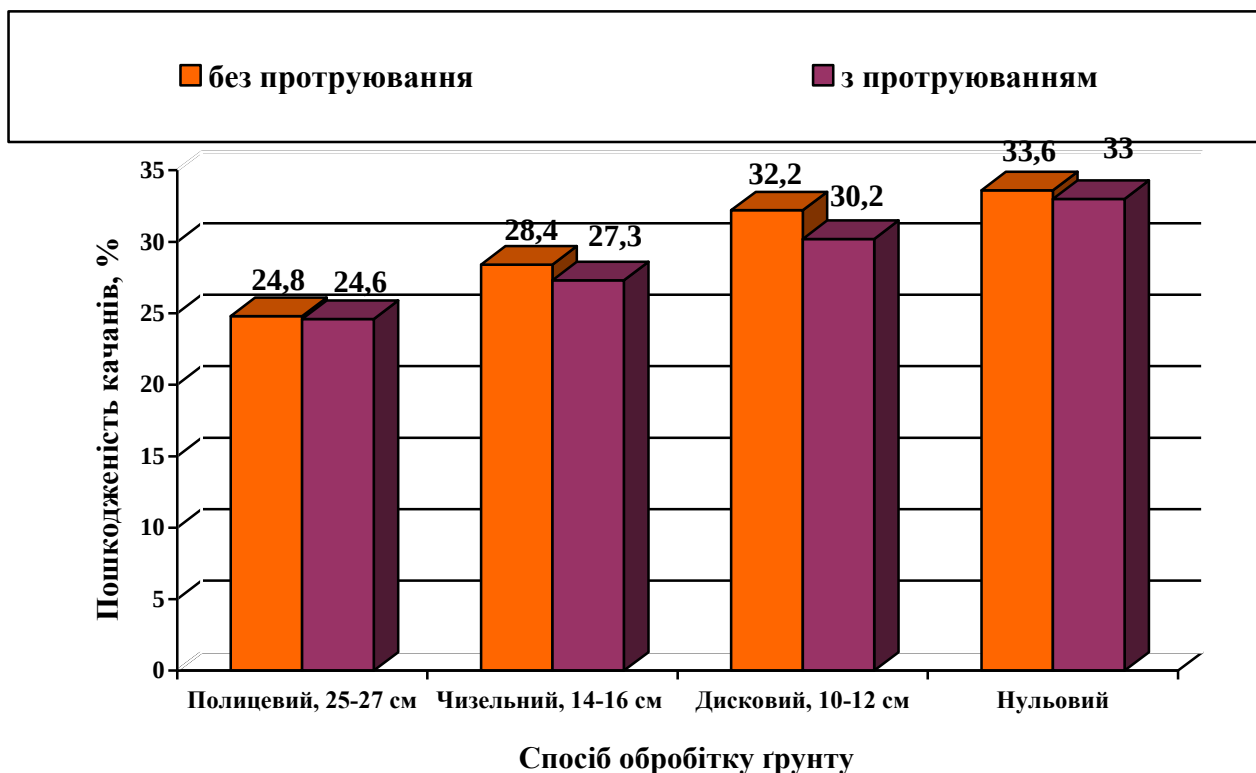


Рис. 3.4 Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Це свідчить, що зменшення глибини і часткове залишення післяжнивних решток створюють більш сприятливі умови для розвитку шкідника. Проте порівняно з полицевою оранкою, різниця незначна і залишається в межах похибки. Дещо іншу картину спостережено при проведенні дискового обробітку ґрунту (10–12 см): тут рівень пошкодженості качанів шкідником без передпосівного протруювання становив 32,2 %, а із передпосівним протруюванням насіння – 30,2 %, тобто пошкодженість була на 5–6 % вищою,

ніж при оранці. Це пояснюється накопиченням післяжнивних решток на поверхні, що створюють мікроклімат з підвищеною вологістю і температурою, оптимальною для розвитку гусениць совки.

Найвищі показники пошкодженості відмічено за нульового (No-till) обробітку ґрунту, де без передпосівного протруювання ураження становило 33,6 %, а із передпосівним протруюванням насіння – 33,0 %.

Цей варіант є найгіршим, оскільки повна відсутність механічного впливу на ґрунт сприяє накопиченню органічних решток, які є сприятливим середовищем для зимівлі шкідника. Залишення густого рослинного шару мульчі створює сприятливі умови для розвитку популяцій бавовникової совки, зокрема для лялечок і молодих гусениць. Наявність мульчі також ускладнює доступ природних ентомофагів, що знижує біологічну саморегуляцію популяції.

Загальна тенденція показує, що зі зменшенням глибини обробітку ґрунту пошкодженість качанів кукурудзи зростає. Порівняння середніх показників засвідчує різницю на 9,0 відсоткових пунктів між найкращим (полицевий обробіток та передпосівним протруюванням насіння – 24,6 %) і найгіршим (нульовий без передпосівного протруювання насіння – 33,6 %) варіантами, що є статистично достовірним. Отже, навіть незначне поглиблення обробітку на 10–15 см знижує пошкодження качанів майже на третину, що підтверджує значний вплив системи обробітку ґрунту на фітосанітарний стан посівів.

Відзначено також, що рівень пошкодженості качанів за роками мав певну динаміку. Найнижчий рівень пошкодженості відмічено у 2016 році, коли частка пошкоджених качанів кукурудзи становила 22,1–31,1 %, що пов'язано з менш сприятливими умовами для розвитку шкідника на початку вегетації культури та більш ефективним контролем за полицевого обробітку ґрунту (25–27 см). У 2018 році показники також залишалися відносно помірними і змінювались в межах 24,3–33,4 % залежно від способу обробітку ґрунту та застосування передпосівної обробки насіння, причому за полицевого і чизельного обробітків пошкодженість була нижчою, ніж за дискового і нульового. Найвищі показники

пошкодженості отримано у 2017 та 2020 роках, коли частка пошкоджених качанів досягала 26,0–35,9 % і 27,0–35,8 % відповідно, що було зумовлено більш теплими умовами літнього періоду, сприятливими для розвитку та живлення гусениць бавовникової совки і більшою кількістю рослинних решток на поверхні за мінімізованих способів обробітку ґрунту. У 2019 році рівень пошкодженості займав проміжне положення (22,7–33,5 %), що свідчить про відносно стабільний розвиток популяції шкідника в умовах помірного температурно-вологісного режиму та різного агрофізичного стану ґрунту залежно від системи обробітку.

Таким чином, у системі інтегрованого захисту кукурудзи від бавовникової совки першорядне значення має не лише хімічний, а й агротехнічний фактор. Використання полицевого або чизельного обробітку ґрунту сприяє суттєвому зниженню чисельності шкідника за рахунок руйнування місць його зимівлі та зменшення кількості органічних решток, що служать джерелом заселення шкідником. Натомість спрощені технології – дискові або нульові – без відповідного комплексу захисних заходів можуть призвести до зростання фітосанітарного навантаження і втрати до 30–35 % потенційного урожаю.

Отже, рівень пошкодженості качанів кукурудзи бавовниковою совкою істотно залежить від системи основного обробітку ґрунту. Найменше ураження спостерігалось при полицевому обробітку ґрунту (25–27 см) – 24,6 %, що є найкращим показником у досліді.

Найвищу пошкодженість відмічено при нульовому обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння – 33,6 %, що свідчить про накопичення шкідників у мульчі. Передпосівне протруювання насіння не забезпечує істотного зниження пошкодженості качанів совкою, оскільки діє переважно на ґрунтових фітофагів, а не на шкідників генеративних органів.

3.3.7 Роль способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння у формуванні рівня пошкодженості рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом

У результаті багаторічних досліджень встановлено, що інтенсивність пошкодження рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом істотно залежала від системи основного обробітку ґрунту, оскільки вона визначає фітосанітарний стан агроценозу, мікроклімат у посівах і умови розвитку шкідника.

За середніми даними за п'ять років спостережень (2016–2020 рр.) пошкодження рослин змінювалась в межах з 3,1 до 5,9 %, що вказує на стабільне, проте диференційоване за технологіями поширення кукурудзяного метелика (табл. 3.12).

Найменшу шкодочинність отримано на ділянках із полицевим обробітком ґрунту на глибину 25–27 см, де пошкодженість рослин становила 3,1 % як у варіанті без передпосівного протруювання, так і з передпосівним протруюванням насіння. Це найкращий результат серед усіх варіантів, що пояснюється створенням несприятливих умов для зимівлі лялечок метелика, які переважно залишаються в рослинних рештках поверхневого шару ґрунту. Глибока оранка з оборотом пласта повністю загортає рештки і знищує значну частину лялечок, що різко скорочує весняну популяцію. Додатковий вплив передпосівного протруювання насіння в даному випадку був несуттєвим, адже дія препарату обмежується початковими фазами розвитку рослин і не поширюється на шкідників впродовж вегетації.

Дещо вищу пошкодженість шкідником спостерігали за чизельного обробітку ґрунту (14–16 см). У середньому вона становила 5,0 % без передпосівного протруювання і 4,7 % з передпосівним протруюванням насіння, що на 1,6–1,9 % перевищувало показники за полицевого обробітку ґрунту. Причиною цього є менший механічний вплив на ґрунт, часткове збереження післяжнивних решток на поверхні та наявність зимуючих стадій шкідника.

Таблиця 3.12

Пошкодженість рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* на природному фоні, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	1,8	4,2	3,1	2,0	4,5
	з протруюванням	1,9	4,0	3,2	2,0	4,2
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	4,7	5,6	4,8	3,8	6,2
	з протруюванням	3,3	5,9	4,7	3,5	6,0
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	3,5	7,0	5,7	4,7	7,1
	з протруюванням	3,2	7,6	5,2	3,0	7,8
Нульовий	без протруювання	3,7	7,3	5,9	4,6	7,9
	з протруюванням	3,0	7,4	5,1	3,3	8,0
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		0,8	0,6	0,5	0,9	0,5
для фактора А (обробітку)		1,1	1,3	1,1	1,4	1,2
для взаємодії АВ		1,4	1,4	1,2	1,7	1,3

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т.

Проте, порівняно з поверхневими системами обробітку ґрунту, чизельний обробіток забезпечував кращу фітосанітарну ситуацію завдяки глибшому розпушенню й кращому аераційному режиму (рис. 3.5).

Негативні результати отримано при застосуванні дискового обробітку ґрунту на глибину 10–12 см, де середня пошкодженість рослин кукурудзи становила 5,9 % без передпосівного протруювання насіння і 5,4 % з передпосівним протруюванням насіння. Аналогічний рівень ураження спостерігався і за нульового (No-till) обробітку – 5,9 % без передпосівного протруювання і 5,3 % з передпосівним протруюванням насіння.

Ці варіанти можна розглядати як найгірші, оскільки поверхневий або відсутній механічний вплив на ґрунт сприяє збереженню великої кількості рослинних решток, що є оптимальним середовищем для зимівлі шкідника і

розвитку нового покоління метелика. Мульчований шар у системі No–till також затримує тепло і вологу, що забезпечує виживання понад 80 % лялечок у зимовий період, тоді як після оранки гине до 70 % популяції [47; 63; 72; 96; 118].

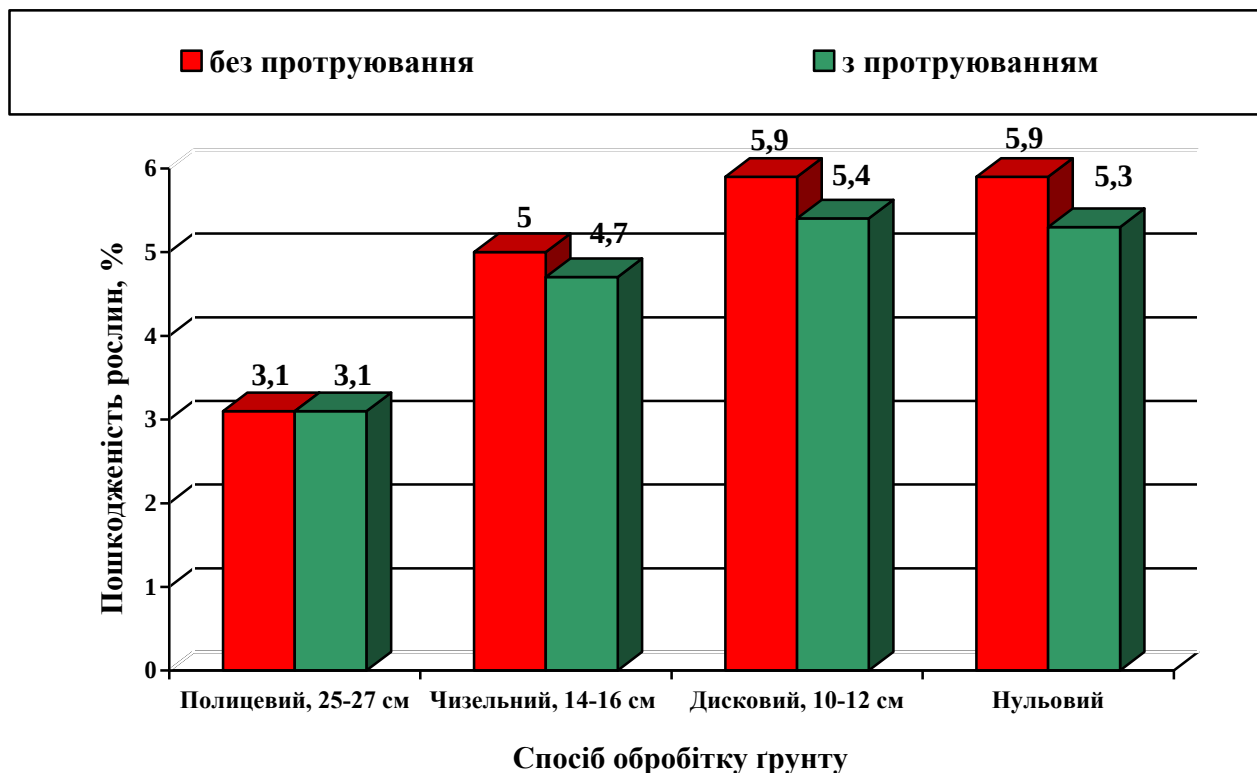


Рис. 3.5 Пошкодженість рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Загальна закономірність свідчить про чіткий взаємозв'язок між глибиною і типом обробітку ґрунту та рівнем пошкодженості рослин: зі зменшенням глибини розпушення і збільшенням кількості післяжнивних решток шкодочинність кукурудзяного метелика зростає. Різниця між показниками пошкодженості на полицевому обробітку ґрунту із передпосівним протруюванням насіння (3,1 %) і мілких (дисковому або нульовому) обробітках ґрунту без передпосівного протруювання насіння кукурудзи (5,9 %) становила

2,8 %, що підтверджує істотну роль глибокої оранки у перериванні циклу розвитку шкідника.

Найменший рівень пошкодженості відмічено у 2016 році, коли частка пошкоджених рослин кукурудзи становила 1,8–4,7 % залежно від способу обробітку ґрунту та застосування передпосівного протруювання насіння. У 2019 році показники також залишались відносно низькими і змінювались в межах 2,0–4,7 %, що свідчить про менш сприятливі умови для розвитку шкідника. Найвищий рівень пошкодженості рослин отримано у 2017 та 2020 роках, коли він сягав 4,0–7,6 % і 4,2–8,0 % відповідно, причому максимальні значення спостерігалися за мінімізованих способах обробітку ґрунту (дисковий та нульовий).

Таким чином, найменшу шкодочинність забезпечує полицевий обробіток ґрунту (25–27 см) – 3,1 %, що є найкращим варіантом, тоді як дисковий і нульовий обробіток із середніми показниками 5,9 % виявилися найгіршими. Різниця між варіантами достовірна, що свідчить про практичну ефективність оранки у зниженні чисельності шкідника.

Для умов Степу України доцільно застосовувати системи глибокого або комбінованого обробітку ґрунту, що забезпечують механічне знищення зимуючих стадій метелика, а також інтегрувати їх із сівозмінами, агробіологічними заходами і моніторингом популяцій, що дозволяє стабілізувати фітосанітарний стан посівів кукурудзи та знизити втрати урожаю.

3.3.8 Ураженість качанів кукурудзи фітопатогенними організмами залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння

Ураженість качанів кукурудзи грибними та бактеріальними хворобами є важливим показником фітосанітарного стану посівів, який суттєво залежить від технології основного обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння.

За результатами п'ятирічних спостережень (2016–2020 рр.) встановлено, що ці фактори визначають інтенсивність розвитку комплексу збудників – фузаріозу, пліснявіння та бактеріальних гнилей качанів. Найменшу ураженість качанів на рослинах кукурудзи відмічено за чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см, де середні показники становили 9,0 % без передпосівної обробки і 9,1 % з передпосівним протруюванням насіння (табл. 3.13).

Таблиця 3.13

Ураженість качанів кукурудзи хворобами залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння*
на природному фоні, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	11,2	8,4	9,3	10,5	7,5
	з протруюванням	11,6	8,0	9,6	10,4	7,8
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	11,3	8,0	9,6	9,9	6,3
	з протруюванням	11,5	7,7	9,8	11,1	5,4
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	13,3	9,8	11,1	13,6	9,5
	з протруюванням	13,0	9,1	11,4	13,0	9,3
Нульовий	без протруювання	13,4	10,1	11,4	13,8	9,5
	з протруюванням	13,4	9,0	11,3	13,1	8,9
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		0,8	0,6	0,4	0,5	0,9
для фактора А (обробітку)		0,7	0,5	0,8	0,7	0,5
для взаємодії АВ		1,1	0,8	0,9	0,9	1,0

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – гриби з родів *Fusarium*, *Trichothecium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

Цей варіант можна вважати найкращим, оскільки він забезпечував оптимальний баланс між аерацією ґрунту, збереженням вологи та руйнуванням осередків інфекцій. Чизелювання не порушує структури орного горизонту, але забезпечує добру повітропроникність і зменшує застій вологи, що стримує

розвиток фузаріозу та бактеріальних уражень. Незначна різниця в позниках між передпосівним протруюванням та без передпосівного протруювання насіння свідчить, що в умовах відсутності добрив протруйники не відігравали визначальної ролі у формуванні стійкості до хвороб качанів, адже їхня дія обмежується переважно фазою проростання насіння і початковим періодом росту рослин [47; 63; 72; 83; 96].

Дещо вищу ураженість качанів кукурудзи хворобами спостерігали при полицевому обробітку ґрунту на глибину 25–27 см, де середні показники становили 9,4–9,5 % без застосування протруювання і з передпосівним протруюванням насіння кукурудзи.

Глибока оранка сприяє знищенню рослинних решток, проте одночасно підвищує ризик перерозподілу інфекційного матеріалу в нижчі шари ґрунту. Водночас за умов підвищеної вологості та щільності посівів кукурудзи може створюватися мікроклімат, сприятливий для розвитку фузаріозу качанів. Отже, ефективність оранки щодо зниження ураженості є помірною, хоча загальний фітосанітарний стан залишається відносно стабільним.

Більш виражене погіршення фітосанітарного стану спостерігалось за дискового (10–12 см) та нульового обробітку ґрунту (No–till). У середньому ураженість качанів кукурудзи на дисковому фоні становила 11,5 % без передпосівної обробки і 11,2 % з передпосівним протруюванням насіння, тоді як при нульовому обробітку ґрунту – 11,6 і 11,1 %, відповідно.

Мінімальні показники ураженості відмічено у 2020 році, коли вони становили 5,4–9,5 % залежно від способу обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння кукурудзи. Відносно низький рівень ураженості качанів хворобами також спостерігався у 2017 році – 7,7–10,1 %. Найвищі показники ураженості качанів кукурудзи відмічали у 2019 році, коли вони досягали 9,9–13,8 %, причому максимальні значення спостерігалися за дискового та нульового способів обробітку ґрунту (рис. 3.6).

Різниця між показниками ураженості качанів хворобами при чизельному способі обробітку ґрунту та передпосівним протруюванням насіння (9,1 %) і

нульовим без передпосівного протруювання насіння (11,6 %) становила 2,5 %, що свідчить про вагомий вплив системи обробітку ґрунту на санітарний стан качанів, навіть за відсутності добрив і обмеженого хімічного захисту.

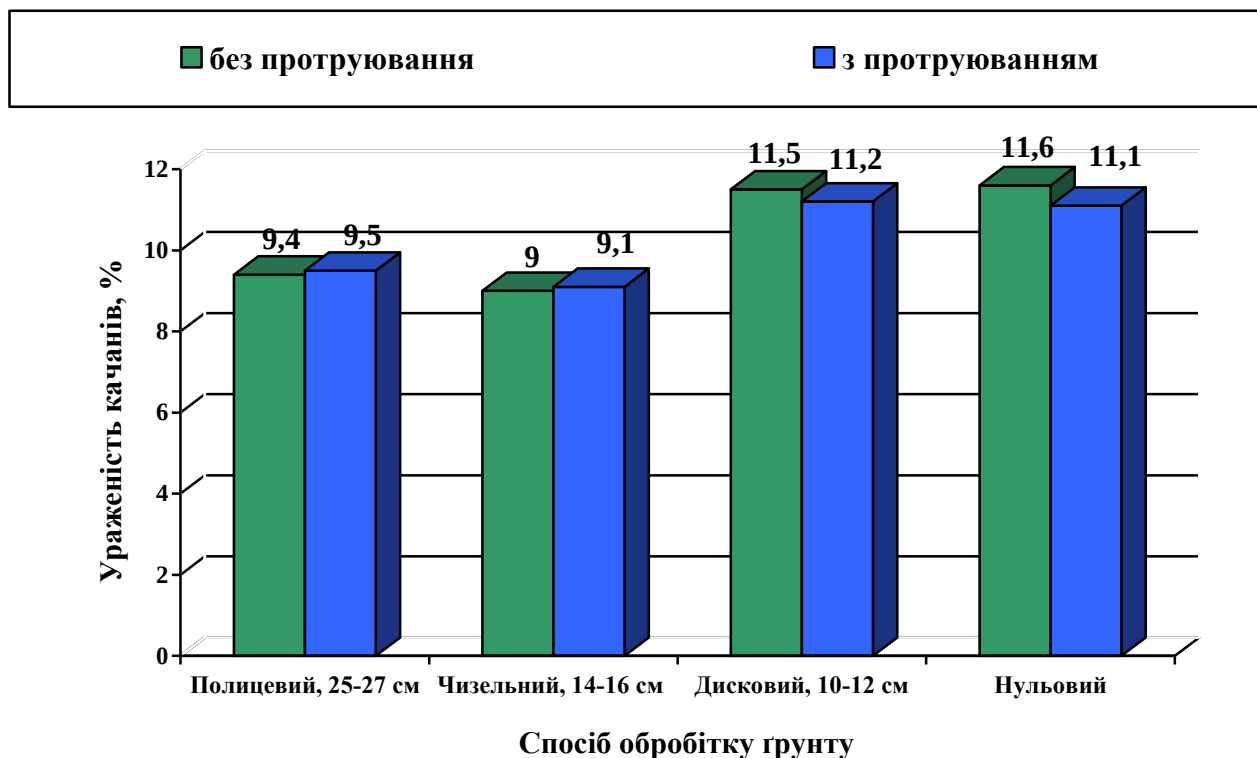


Рис. 3.6 Ураженість качанів кукурудзи хворобами залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Таким чином, мінімальні системи обробітку ґрунту, зокрема дискові й нульові, привабливі з точки зору енергоощадності, однак мають суттєвий недолік – накопичення патогенів на поверхні поля, що збільшує ризики ураження качанів кукурудзи хворобами. Натомість чизельна система виявилася найоптимальнішою, поєднуючи переваги глибокого аераційного розпушення і збереження структури орного шару без значного перемішування решток.

Найменшу ураженість (9,0–9,1 %) забезпечує чизельний обробіток ґрунту на 14–16 см, який створює оптимальний водно-повітряний режим і зменшує поширення збудників хвороб. Найвищу ураженість качанів кукурудзи

хворобами відмічено за нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння (11,6 %), що пов'язано з накопиченням інфекційного матеріалу на поверхні поля. Вплив передпосівного протруювання насіння на ураженість качанів є слабким, оскільки більшість збудників потрапляє на рослини у пізні фази вегетації.

Результатами досліджень підтверджено, що ураженість качанів кукурудзи хворобами змінювалася залежно від погодних умов окремих років і була пов'язана з рівнем пошкодженості качанів бавовниковою совкою. У 2016 році ураженість становила 11,2–13,4 %, що збігалось з помірним рівнем пошкодженості качанів шкідником і обмежувало проникнення інфекції через механічні ушкодження. У 2017 році показники ураженості знизилися до 7,7–10,1 %, незважаючи на підвищену пошкодженість качанів бавовниковою совкою, що пояснюється менш сприятливими умовами для розвитку фузаріозної інфекції. У 2018 році рівень ураженості займав проміжне положення (9,3–11,4 %), що відповідало середній інтенсивності пошкодження качанів шкідником. Найвищу ураженість качанів хворобами відмічено у 2019 році – 9,9–13,8 %, що збігалось з підвищеною пошкодженістю качанів бавовниковою совкою, оскільки пошкодження обгортки і зернівки створювало додаткові ворота для проникнення патогенів. У 2020 році рівень ураженості качанів був найнижчим (5,4–9,5 %), що відповідало зменшенню пошкодженості качанів шкідником і менш сприятливим умовам для розвитку патогенних грибів.

Встановлено тісний прямий кореляційний зв'язок між пошкодженістю качанів кукурудзи бавовниковою совкою та ураженістю качанів хворобами ($r = 0,82$). Це свідчить, що механічні пошкодження зернівки і обгортки качанів гусеницями створюють додаткові шляхи для проникнення фітопатогенних грибів, передусім *Fusarium spp.* та інших збудників гнилей качанів, що сприяє підвищенню рівня ураженості качанів в агроценозі кукурудзи.

3.4 Формування шкочочинного комплексу в посівах кукурудзи на фоні мульчованого обробітку ґрунту

Важливим компонентом, який визначає і характеризує ґрунтозахисний обробіток без обертання скиби з точки зору патогенного насичення агроценозів є наявність в ґрунті та на його поверхні післяжнивних решток попередньої культури, в даному випадку пшениці озимої. Залежно від кількості соломи в посівах кукурудзи прослідковується чітка закономірність, яка вказує на те, що паралельно із збільшенням органічної маси решток одночасно зростає ступінь ураження та розповсюдження хвороб і шкідників різних частин рослин кукурудзи та безпосередньо в ґрунті.

Обліки проективного покриття органічних решток протягом вегетації кукурудзи – перед сівбою, у фазі цвітіння та повної стиглості зерна показали, що мінімальна маса соломи пшениці озимої в посівах кукурудзи спостерігалася на фоні глибокого полицевого обробітку. Від початку вегетаційного періоду до його завершення кількість рослинної мульчі в цьому випадку становила 0,64–0,14 т/га. В асиметричному випадку найбільша маса органічних решток зберігалася при застосуванні безпосередньої сівби кукурудзи (No-till технологія), де протягом вегетації від початку весняно-польових робіт до повної стиглості зерна вона утримувалася в межах 3,85–1,72 т/га (табл. 3.14).

Таблиця 3.14

Формування рослинного мульчованого шару в посівах кукурудзи залежно від прийомів обробітку ґрунту в середньому за 2016–2020 рр., т/га

Спосіб обробітку ґрунту	Термін обліку органічної маси		
	перед сівбою	фаза цвітіння	повна стиглість зерна
Поліцевий, 25–27 см	0,64	0,36	0,14
Чизельний, 14–16 см	1,95	1,47	0,70
Дисковий, 10–12 см	2,67	1,68	1,03
Нульовий	3,85	2,24	1,72
НІР ₀₅ для обробітку	0,4–0,6	0,2–,04	0,3–0,5

Часткове змішування соломи пшениці озимої з ґрунтом при виконанні чизельного та дискового обробітку залишало на поверхні поля перед сівбою кукурудзи 1,95–2,67 т/га рослинних решток, формуючи небезпечний шкодочинний комплекс.

Така динаміка зумовила синхронну реакцію шкодочинних організмів, які використовували рослинну масу як кормову базу в агроценозі кукурудзи. Так, обстеження фітосанітарної ситуації посівів кукурудзи показали, що при наявності значної кількості рослинних решток на поверхні ґрунту кількість шкодочинних організмів та ступінь ураження рослин суттєво зростали на мульчованому фоні, який утворився при мінімальній заробці в ґрунт залишкової маси пшениці озимої.

Так, за результатами досліджень у середньому за 2016–2020 рр. встановлено, що формування шкодочинного комплексу кукурудзи на фоні рослинного мульчованого шару при різних способах обробітку ґрунту характеризується зростанням ураженості і пошкодженості більшості органів рослин кукурудзи у варіантах з наявністю післяжнивних решток порівняно з їх відсутністю. Щодо ураженості проростків кукурудзи хворобами, то найменші значення формувалися за оранки без післяжнивних решток – 34,4 %, а максимальні – за технології No-till з післяжнивними рештками – 50,5 %, що на 16,1 % більше за найкращий варіант (рис. 3.7).

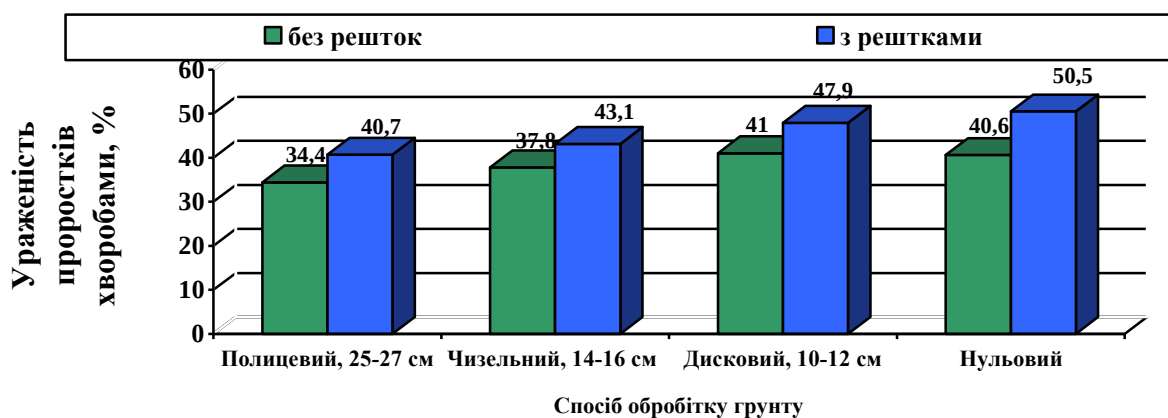


Рис. 3.7 Ураженість проростків кукурудзи ґрунтовими фітопатогенами на фоні рослинного мульчованого шару ґрунту в середньому за 2016–2020 рр.

Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками змінювалася з 19,0 (оранка, без післяжнивних решток) до 37,8 % (дискування, з післяжнивними рештками), збільшуючись у всіх способах обробітку за наявності мульчі (додаток Г, рис. 3.8).

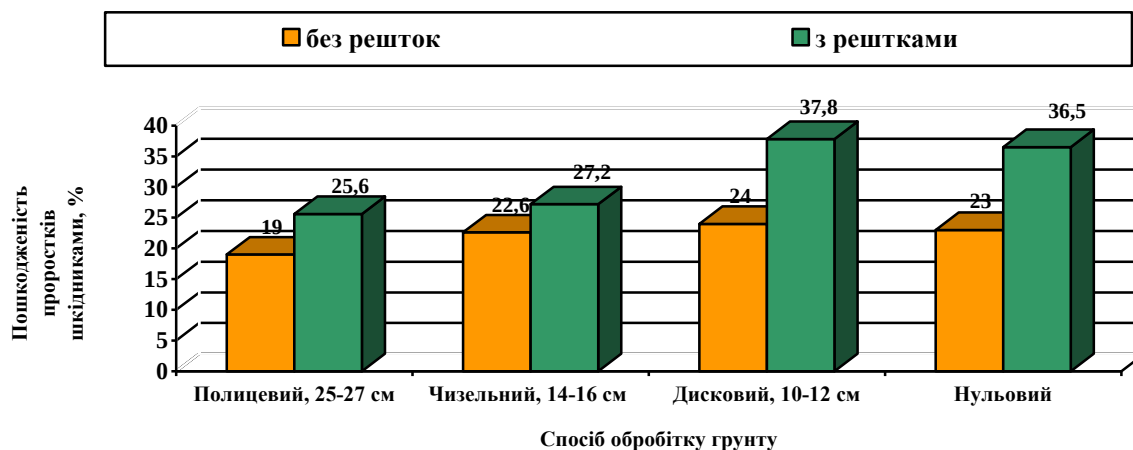


Рис. 3.8 Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими фітофагами на фоні рослинного мульчованого шару в середньому за 2016–2020 рр.

Пошкодженість стебел кукурудзяним метеликом була найменшою при оранці без післяжнивних решток – 3,1 %, та найбільшою при No-till технології з рештками – 6,6 % (рис. 3.9).

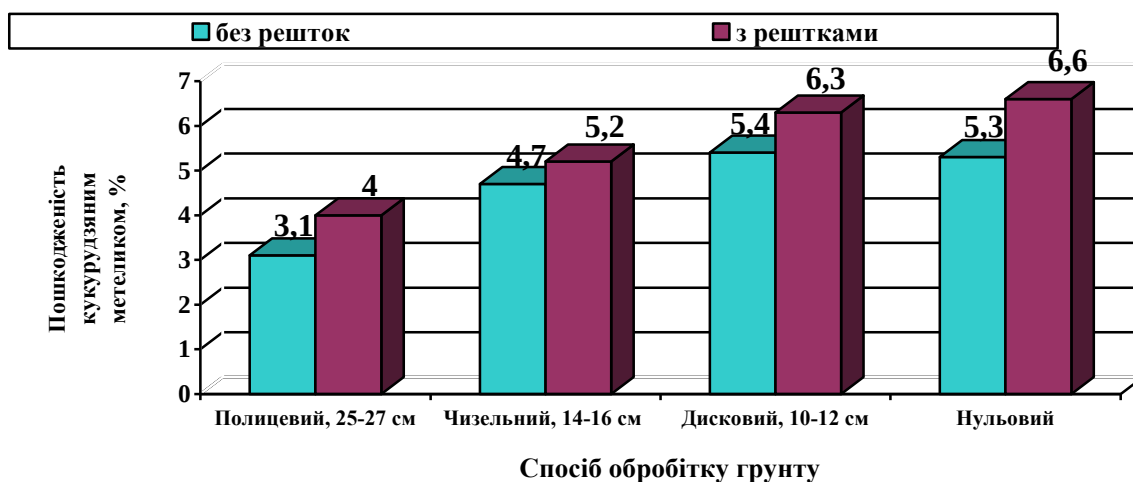


Рис. 3.9 Пошкодженість рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом на фоні рослинного мульчованого шару в середньому за 2016–2020 рр.

Аналогічно, пошкодженість качанів бавовниковою совкою зростала з 24,6 (оранка без післяжнивних решток) до 37,3 % (No-till технології з післяжнивними рештками) (рис.3.10).

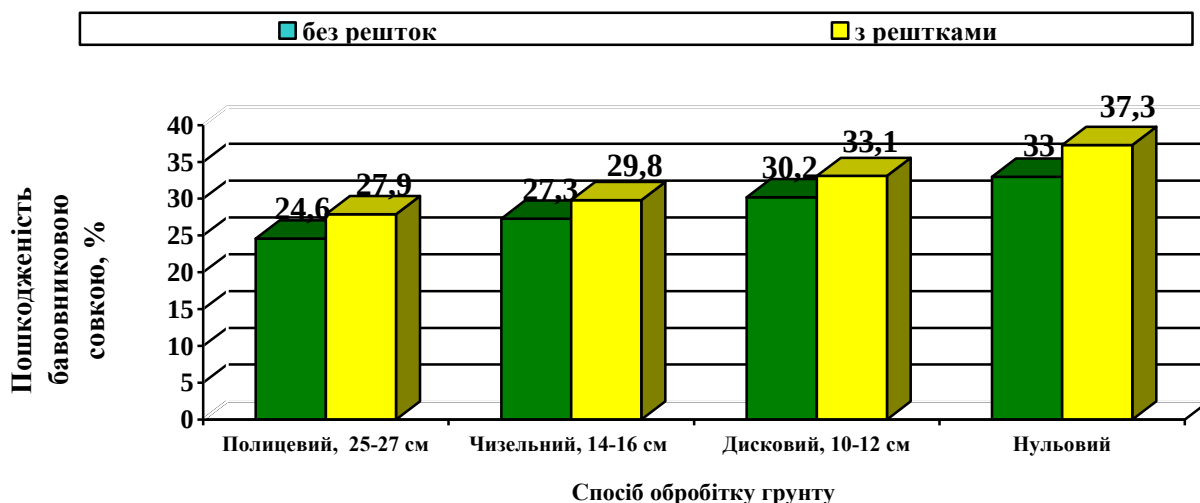


Рис. 3.10 Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою на фоні рослинного мульчованого шару в середньому за 2016–2020 рр.

Ураженість качанів збудниками пліснявінням зерна також зростала за умов збереження рослинних решток – з 9,1–11,2 (чизельний та дисковий обробіток без післяжнивних решток) до 17,8–18,2 % (дискування та No-till технологія з післяжнивними рештками) (рис. 3.11).

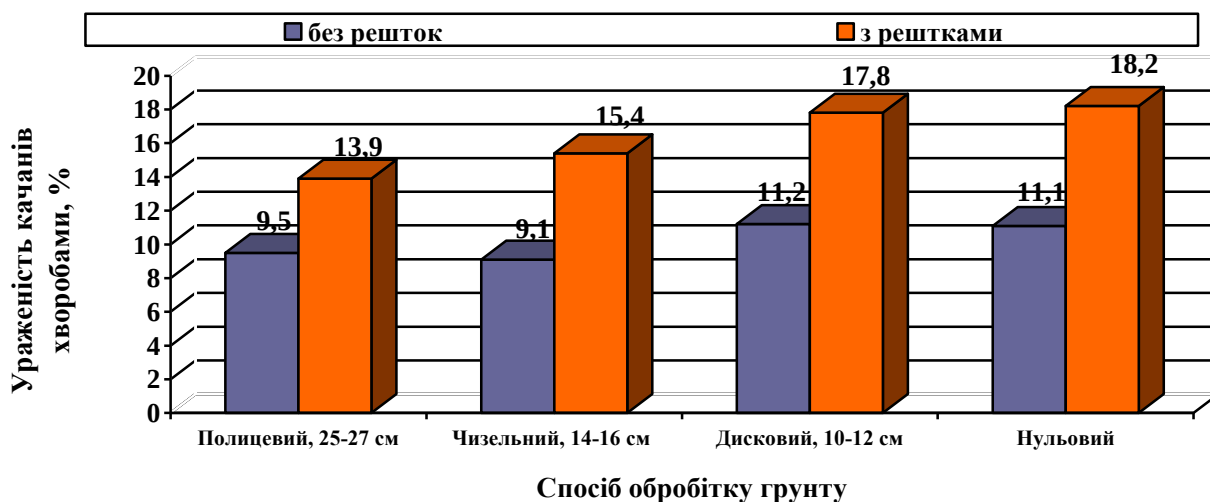


Рис. 3.11 Ураженість качанів кукурудзи хворобами на фоні рослинного мульчованого шару в середньому за 2016–2020 рр.

Найменше поширення комплексу шкочинних органзмв загальною вдумченю за оранки без рослинних решток, а найбльше – за No-till технології з мульчою, що свдчить про пдвшчений ризик розвитку фтопатогенв та фтофагв при мнмальному і нульовому обробтку ґрунту за умов збереження псляжнивних решток та потребує коригування захисних заходв.

Висновки до роздлу 3

ґрунтозахисні системи обробтку ґрунту радикально змнюють агрофзичний фон посвв кукурудзи та, внаслідок чого вони формують структуру шкочинних органзмв.

Кукурудза виконує центральну водорегулюючу роль у сівозмні: вона найчутливіше реагує на механічний вплив і водний режим, задаючи вихідні умови для наступних культур.

Динаміка складення ґрунту пдтвердила системне змщення профілю впродовж сезону: твердості ґрунту – з 14,5 (полицевий обробток ґрунту) і 20,1–28,8 кг/см² (млкий обробток ґрунту) перед сівбою до 31,0 і 37,5–41,4 кг/см² вдовдно – при повній стиглості зерна кукурудзи; і щільності ґрунту – з 1,17 (полицевий обробток ґрунту) і 1,26–1,31 г/см³ (млкий обробток ґрунту) перед сівбою до 1,30 (полицевий обробток ґрунту) і 1,34–1,40 г/см³ (млкий обробток ґрунту) при повній стиглості зерна кукурудзи. Перетин порога цих показникв у середині вегетації супроводжувався ослабленням кореневого галуження, посиленням водно-аераційного голодування та пдвшченням уразливості рослин до шкідникв і хвороб. Просторова і часова мнливість твердості і щільності ґрунту визначає осередки акумуляції вологи, що визначає особливості вормування комплексв шкочинних органзмв.

Водний режим є головним елементом фтосанітарних змн. У шарі ґрунту 0–150 см перед сівбою кукурудзи запаси доступної вологи становили на оранці 196 мм і 187–180 мм (залежно від обробтку) і скорочувались до 17 і 18–23 мм,

відповідно, при повній стиглості кукурудзи; вже на початку цвітіння профіль входив у критичну зону доступності.

За дефіциту вологи й підвищеної твердості і щільності ґрунту трансформується видовий склад бур'янів. Сукупність механічного впливу, посухи та періодичних перезволожений підсилює кореневі та прикореневі гнилі, хвороб качанів і шкодочинність фітофагів.

Вплив ґрунтозахисних способів обробітку ґрунту на формування комплексу шкодочинних об'єктів у посівах кукурудзи реалізується через керування трьома взаємопов'язаними ланками – твердістю і щільністю ґрунту та водним режимом орного шару.

Найбільш збалансована в екологічному і господарському плані система ефективної боротьби з бур'янами повинна базуватись на таких технобіогенних параметрах: посівна площа різних просапних культур в структурі розміщення не більше 35–38 %, обсяги використання гербіцидів на посівах просапних культур до 75–85 %, суцільного способу сівби 55–60 %, оранка на площі – 20–25 %, технологія No-till – 10–15 % та 60–70 % інші прийоми мінімізації обробітку ґрунту [12; 37; 85].

За роки досліджень відмічена тенденція як до зростання відсоткового рівня популяцій окремих шкідників та хвороб по роках, так і відновлення низки шкодочинних видів та розвиток карантинних шкідників, які дотепер знаходилися на невисокому рівні або в депресивному стані. Це потребує ретельного контролювання фітосанітарного стану посівів кукурудзи, складання своєчасних короткострокових і довгострокових прогнозів розвитку шкодочинних організмів, своєчасних (в окремих випадках превентивних) заходів хімічного захисту полів від особливо небезпечних (або карантинних) видів комах та хвороб, можливо, із залученням карантинних служб.

Дослідженнями встановлено достовірний вплив способів основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання на польову схожість насіння кукурудзи. Польова схожість насіння кукурудзи у середньому за 2016–2020 рр. становила 77,0–92,2 %, істотно змінюючись під впливом агроприйомів. Спосіб

обробітку ґрунту визначав варіабельність показника на рівні 1,6–15,2 %, що зумовлювалось різним агрофізичним станом посівного шару. Передпосівне протруювання підвищувало схожість насіння кукурудзи на 3,2–13,6 %, забезпечуючи 90,0–95,4 % завдяки зниженню ураженості ґрунтовими шкочинними об'єктами.

Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами в середньому становила 39,8–54,4 %, а інтенсивність розвитку хвороб – 21,5–32,8 %. Різниця між способами обробітку ґрунту досягала 4–14,6 %, що супроводжувалося мінливістю інтенсивності ураження на 5,4–11,3 %. Передпосівне протруювання насіння сприяло зниженню ураженості на 5,4–13,8 %, забезпечуючи рівень 34,4–40,6 %, а інтенсивність ураження – на 7,8–10,2 %.

Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками становила 43,2–53,2 %, помітно зменшуючись залежно від способу обробітку ґрунту на 4,6–10,4 % через різний стан посівного шару та умови для розвитку шкідників. Передпосівне протруювання насіння кукурудзи забезпечувало зниження пошкодженості до 19,0–23,4 % (24,2–29,8 % у відносному вираженні), ефективно обмежуючи чисельність ґрунтових фітофагів у ранній період росту рослин.

Система основного обробітку ґрунту є одним із провідних чинників формування фітосанітарного стану посівів кукурудзи на всіх етапах органогенезу. Найменшу пошкодженість і ураженість ґрунтовими паразитами кукурудзи забезпечує комплекс агроприйомів: полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см і передпосівне протруювання насіння.

В період вегетації захисна дія передпосівного протруювання насіння кукурудзи вже нівелювалася, в цей період основну шкоду посівам спричиняли бавовникова совка, кукурудзяний метелик і хвороби качанів.

Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою загалом становила 24,8–33,6 %, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 3,6–8,8 % через формування різних мікроекологічних умов у посівах кукурудзи.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи знижувало рівень пошкодження лише на 0,2–2,0 %, забезпечуючи 24,6–33,0 %, що пов'язано з обмеженим впливом протруйників на пізніх фітофагів.

Пошкодженість рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом становила 3,1–5,9 %, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 1,9–2,8 %, що зумовлено різною щільністю стеблостою посівів. Передпосівне протруювання насіння кукурудзи знижувало пошкодженість на 0,3–0,6 %, формуючи рівень 3,1–5,3 %, однак його ефект був обмеженим через пізні терміни живлення цього шкідника.

Ураженість качанів кукурудзи хворобами становила 9,4–11,6 %, змінюючись залежно від способу основного обробітку ґрунту на 0,4–2,2 % через відмінності у накопиченні післяжнивних решток. Передпосівне протруювання насіння кукурудзи сприяло зниженню ураженості лише на 0,1–0,5 %, формуючи рівень 9,5–11,1 %, оскільки дія протруйників обмежена ранніми фазами розвитку.

Компонент, який визначає і характеризує ґрунтозахисний обробіток без обертання скиби з точки зору фітопатогенного насичення агроценозів – є наявність в ґрунті та на його поверхні органічних решток попередньої культури.

РОЗДІЛ 4

ЕФЕКТИВНІСТЬ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ У ЗМЕНШЕННІ ШКОДОЧИННОГО ВПЛИВУ ШКІДЛИВОГО КОМПЛЕКСУ ПРИ ЗАХИСНИХ СПОСОБАХ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

4.1 Вплив мінерального живлення на динаміку розвитку шкодочинного комплексу кукурудзи

Раціональне мінеральне живлення є одним із ключових факторів, що визначає величину урожайності кукурудзи, а також фітосанітарний стан посівів. Забезпечення рослин збалансованими дозами елементів живлення безпосередньо впливає на морфогенез, інтенсивність ростових процесів, рівень стійкості до фітофагів і фітопатогенів, а також на здатність рослин до саморегуляції в умовах стресів. У системі інтегрованого захисту рослин мінеральне живлення та післядія від внесення виступає важливим чинником, який може як посилювати ріст і розвиток рослин залежно від балансу елементів, строків і способів внесення добрив [22; 41; 59; 72; 118].

Доведено, що підживлення азотом стимулює вегетативний ріст, збільшує площу листової поверхні, що створює сприятливі мікрокліматичні умови (підвищена вологість і зниження температури в нижньому ярусі), які можуть сприяти розвитку грибних інфекцій, зокрема фузаріозу, пліснявіння качанів та іншими. Надлишкові дози азоту посилюють соковитість тканин і знижують механічну міцність стебел, що робить рослини більш вразливими до пошкодження кукурудзяним метеликом (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) і бавовниковою совкою (*Helicoverpa armigera* Hbn.). Водночас помірне азотне живлення у поєднанні з достатнім забезпеченням фосфором і калієм підвищує щільність клітинних стінок, сприяє накопиченню фенольних сполук і підвищує природну резистентність рослин [36; 44; 74; 88; 94; 109; 141].

Фосфор бере участь у процесах енергетичного обміну та формуванні міцної кореневої системи, що забезпечує активний розвиток рослин на початкових етапах і зменшує ризик ураження проростків ґрунтовими шкідниками (дротяниками, несправжніми дротяниками, совками). Достатнє фосфорне живлення стимулює швидше проходження ранніх фаз органогенезу, завдяки чому рослини швидше виходять із найбільш уразливого періоду. За даними багаторічних досліджень, дефіцит фосфору призводить до затримки росту, накопичення антоціанів у листках і зниження темпів розвитку, що супроводжується підвищеною ураженістю молодих рослин хворобами сходів і ризиком пошкодження підгризаючими шкідниками [28; 31; 47; 63; 69; 102; 115; 124].

Калій є одним із найважливіших елементів, що регулює водний режим і підвищує стійкість кукурудзи до посухи. Його роль у формуванні фітосанітарної стабільності полягає у зміцненні клітинних мембран, підвищенні осмотичного тиску клітинного соку та зниженні привабливості рослин для сисних шкідників. За умов достатнього калійного живлення спостерігається зменшення чисельності попелиць (*Rhopalosiphum maidis Fitch./ Aphis maidis Fitch.*) і павутиного кліща (*Tetranychus urticae Koch.*). Крім того, калій активізує ферментативні системи рослин, що сприяє підвищенню їхньої імунної реактивності проти грибних патогенів [33; 35; 40; 52; 66; 71; 79; 126].

Комплексне внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечує оптимальні умови для росту кукурудзи, формування міцних генеративних органів і зниження рівня розвитку шкочинного комплексу порівняно з неудобреними ділянками. Такі результати зумовлені як посиленням фізіологічної стійкості рослин, так і зміною мікробіологічної активності ґрунту. Баланс азоту, фосфору й калію сприяє розвитку антагоністичних мікроорганізмів, які пригнічують збудників хвороб у ризосфері [39; 42; 58; 73; 81; 96; 111; 120].

У багаторічних польових дослідях у степовій зоні України встановлено, що застосування помірних норм добрив на фоні передпосівного протруювання

насіння дозволяє істотно знизити ураженість проростків фітопатогенами, зменшити пошкодженість ґрунтовими шкідниками у період сходів і підвищити виживаність рослин. Найвищий рівень фітосанітарної стабільності посівів кукурудзи відзначався за поєднання чизельного або полицевого обробітку ґрунту з внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – у цих варіантах частка пошкоджених рослин зменшувалася на 15–25 % порівняно з бездобривними [57; 61; 92; 101; 140; 145].

Таким чином, мінеральне живлення має подвійний ефект у формуванні фітосанітарного стану посівів кукурудзи: з одного боку, воно забезпечує фізіологічну стійкість і підвищує імунітет рослин, з іншого – за надмірного використання, особливо азоту, може провокувати інтенсивний розвиток окремих фітофагів і фітопатогенів. Тому головним завданням сучасних технологій є не максимізація живлення, а його оптимізація відповідно до біологічних потреб гібридів, погодних умов і системи обробітку ґрунту [48; 50; 86; 89; 132; 134].

Збалансоване внесення мінеральних добрив, особливо у поєднанні з передпосівним протруюванням насіння та ресурсозберігаючими способами обробітку ґрунту, забезпечує ефективне обмеження розвитку шкодочинного комплексу кукурудзи. Найбільший позитивний ефект спостерігається при внесенні добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$, що підвищує стійкість рослин до ґрунтових шкідників, кукурудзяного метелика й бавовникової совки, одночасно знижуючи інтенсивність ураження фузаріозом і пліснявінням качанів. Оптимізація мінерального живлення є невід’ємною складовою інтегрованої системи захисту кукурудзи від шкідливих організмів у степовій зоні України [54; 55; 60; 93; 98; 103; 132; 138; 146].

Дослідженнями встановлено закономірності впливу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання і мінеральних добрив як на абсолютні показники росту та розвитку кукурудзи так і на формування показників продуктивності в цілому.

Значні корективи в ефективність засвоєння мінеральних добрив вносять способи основного обробітку ґрунту, які суттєво відрізняються локацією їх в орному шарі ґрунту. Позитивний ефект від внесення добрив на різних способах мілкового обробітку ґрунту проявлявся на польовій схожості насіння кукурудзи, зниженні ураженості проростків пліснявінням та пошкодженості ґрунтовими шкідниками.

4.1.1 Залежність польової схожості насіння кукурудзи від основного обробітку ґрунту та застосування передпосівного протруювання на фоні внесення мінеральних добрив

Польова схожість насіння є одним із ключових показників, що характеризує життєздатність рослин та ефективність агротехнічних і захисних заходів у системі вирощування кукурудзи. Результати п'ятирічних досліджень свідчать, що на схожість істотно впливали спосіб основного обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння, а також внесення мінеральних добрив, які створювали сприятливі умови для росту і розвитку проростків.

У середньому за 2016–2020 рр. рівень польової схожості насіння кукурудзи змінювався в межах з 77,0 до 92,0 %, що підтверджує значну варіацію під дією технологічних факторів (табл. 4.1).

Найвищі значення цього показника відмічено у варіанті з полицевим обробітком ґрунту на глибину 25–27 см та із передпосівним протруюванням насіння – 91,8 %, що є найкращим результатом серед усіх систем. У цьому варіанті поєднання глибокої оранки з повним перевертанням пласта і застосуванням протруйника забезпечувало оптимальні умови для проростання: рівномірну вологість, належну аерацію, зменшення кількості фітопатогенів та ґрунтових шкідників. У свою чергу, без передпосівної обробки при цьому способі польова схожість насіння кукурудзи знижувалася до 87,8 %, тобто на 4,0 % менше, що підтверджує високу ефективність хімічного захисту насіння.

На ділянках із чизельним обробітком ґрунту (14–16 см) польова схожість насіння кукурудзи залишалася на високому рівні – 90,0 % з передпосівним протруюванням і 87,0 % без передпосівного протруювання насіння.

Таблиця 4.1

Польова схожість насіння кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання * і внесення добрив**, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	89	86	88	87	89
	з протруюванням	92	91	92	92	92
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	89	83	85	88	90
	з протруюванням	91	89	89	90	91
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	86	81	84	82	88
	з протруюванням	91	88	89	87	91
Нульовий	без протруювання	82	77	80	78	83
	з протруюванням	90	86	88	86	90
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		3,1	2,5	2,7	1,6	0,9
для фактора А (обробітку)		0,9	1,8	0,7	0,8	0,8
для взаємодії АВ		0,7	0,9	0,8	0,9	0,8

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

При дисковому обробітку (10–12 см) середні показники схожості знижувались до 84,2 % без передпосівного протруювання і 89,2 % з передпосівним протруюванням насіння.

Найнижчу польову схожість виявлено за нульового (No-till) обробітку ґрунту – 80,0 % без передпосівного протруювання та 88,0 % з передпосівним протруюванням насіння. Застосування протруйника суттєво покращувало показники – на 8 %, що свідчить про необхідність обов'язкового хімічного

захисту насіння при використанні систем мінімального або нульового обробітку.

За роки досліджень спостерігали певну варіацію показників. Найвищі значення польової схожості насіння відмічалися у 2016 і 2020 роках 89,0–92,0 %, коли погодні умови весни були сприятливими для проростання (достатня вологість і помірна температура). Натомість у 2017 році, який відзначався посушливими умовами, схожість знижувалась у всіх варіантах до 77,0–91,0 % особливо на ділянках без передпосівного протруювання насіння з поверхневим обробітком ґрунту. Статистичний аналіз підтвердив достовірність різниць між варіантами, що свідчить про реальний вплив як способу основного обробітку, так і передпосівного протруювання на польову схожість насіння кукурудзи. Різниця між найкращим (полицевий із передпосівним протруюванням насіння – 91,8 %) і найгіршим (нульовий без передпосівного протруювання насіння – 80,0 %) варіантами становила 11,8 % (рис. 4.1).

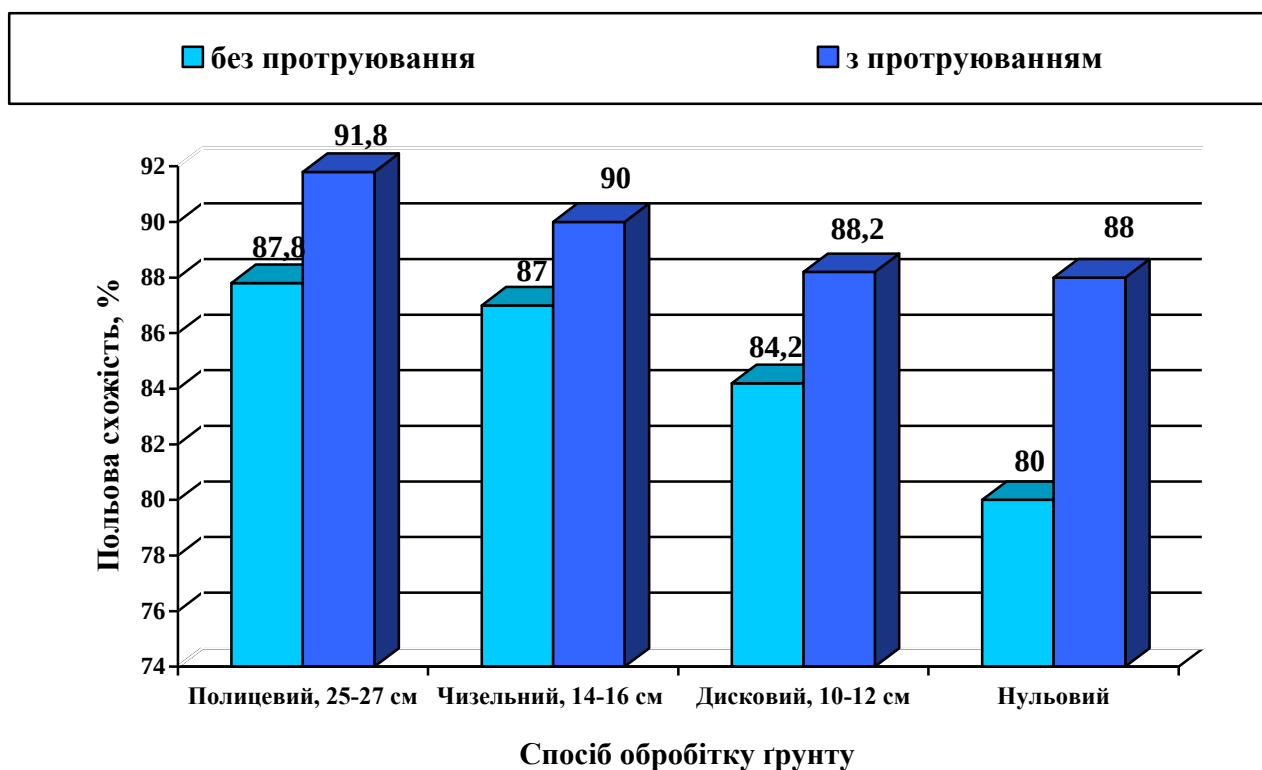


Рис. 4.1 Польова схожість насіння кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Таким чином, польова схожість насіння кукурудзи істотно залежить від системи обробітку ґрунту й передпосівного протруювання насіння. Найвищу польову схожість насіння забезпечує полицевий обробіток (25–27 см) у поєднанні з передпосівним протруюванням насіння – 91,8 %, що є найкращим варіантом. Найнижчу польову схожість насіння отримано за нульового обробітку без передпосівного протруювання – 80,0 %, що визначає його як найгірший варіант у досліді. Передпосівне протруювання насіння підвищує польову схожість у середньому на 4–8 % незалежно від способу обробітку ґрунту, завдяки зменшенню ураженості і пошкодженості проростків кукурудзи хворобами та шкідниками.

Порівняльна оцінка показників польової схожості насіння кукурудзи залежно від способів основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання і внесення добрив показала, що найвищі значення формувалися за умов полицевого обробітку ґрунту при хімічному захисті насіння та внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 91,8 %, що перевищує контроль (без передпосівного протруювання насіння та без внесення добрив – 87,2 %) на 4,6 %.

Подібна тенденція простежувалася і при чизельному обробітку ґрунту: найкращий результат – 90,0 % з передпосівним протруюванням насіння і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ проти 85,6 % у варіанті без передпосівного протруювання та без внесення мінеральних добрив.

При дискуванні диференціація була найбільш вираженою: без передпосівного протруювання та внесення добрив польова схожість насіння кукурудзи знижувалася до 74,4 %, що на 13,6 % менше порівняно з варіантом при передпосівному протруюванні насіння і внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (88,2 %) (рис. 4.2).

За технології No-till мінімальні значення отримано у варіанті без передпосівного протруювання насіння та без внесення мінеральних добрив – 72,0 %, тоді як передпосівне протруювання насіння та внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило підвищення до 88,0 %.

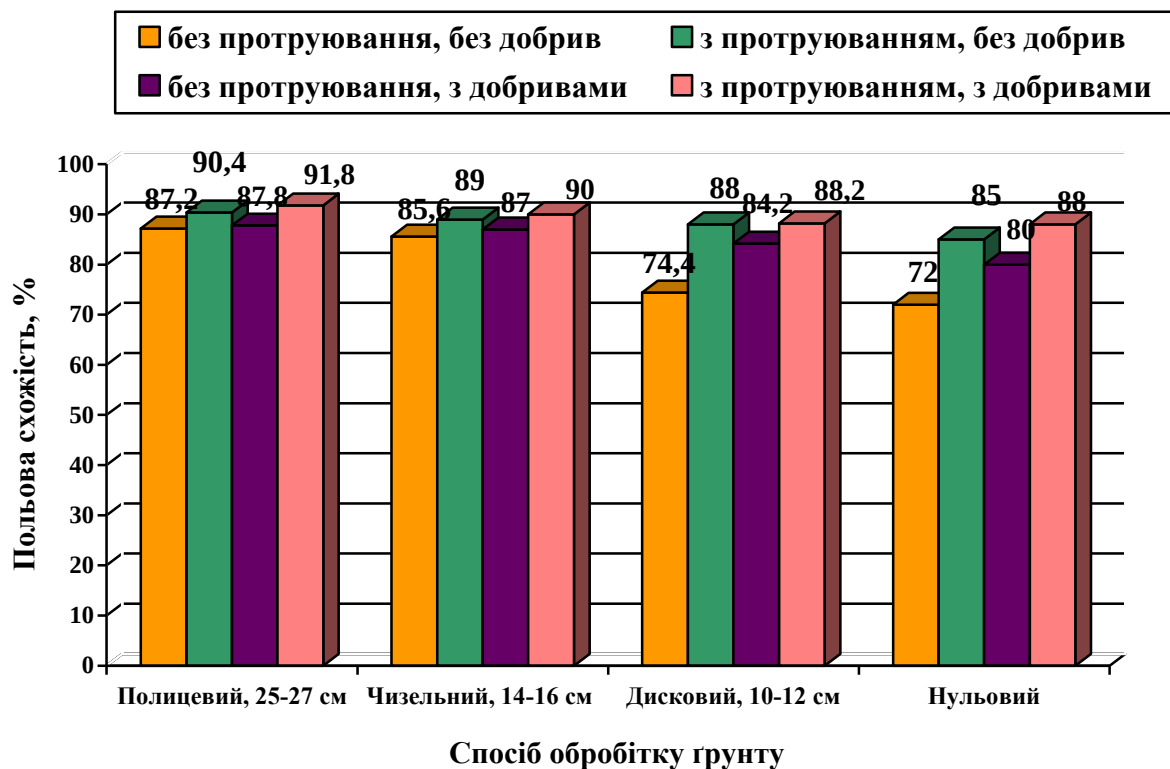


Рис. 4.2 Польова схожість насіння кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Тобто, максимальні показники польової схожості насіння кукурудзи забезпечує агротехнологічний комплекс: інтенсивний обробіток ґрунту (оранка 25–27 см), передпосівне протруювання насіння та внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Мінімальні значення показника отримані у No-till технології без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив, що свідчить про високий ризик зрідження посівів. Передпосівне протруювання насіння забезпечує стабільне підвищення схожості незалежно від системи обробітку ґрунту, що підтверджує доцільність його застосування. Розраховані значення НІР підтверджують статистично достовірні відмінності між досліджуваними варіантами (додаток 3.1).

Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підсилює позитивний ефект передпосівного протруювання насіння, особливо в умовах дискування і No-till технології.

Для забезпечення високої та стабільної польової схожості насіння кукурудзи за будь-яких систем основного обробітку ґрунту, особливо за мінімального (дискування) та нульового (No-till технологія) обробітку, необхідно обов'язково застосовувати передпосівне протруювання насіння препаратами із фунгіцидною і інсектицидною дією.

4.1.2 Вплив способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння на ураженість проростків кукурудзи фітопатогенами на фоні внесення мінеральних добрив

Результати багаторічних спостережень свідчать, що ураження проростків кукурудзи фітопатогенними організмами значною мірою залежить від системи основного обробітку ґрунту, стану насіннєвого матеріалу та застосування передпосівного хімічного захисту насіння.

У середньому за п'ять років найменшу ураженість проростків кукурудзи виявлено за полицевого (оранка) обробітку ґрунту на глибину 25–27 см у варіанті із передпосівною обробкою насіння на фоні удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 32,0 % з інтенсивністю ураження 10,1% (додаток Д.1), що достовірно нижче порівняно з іншими способами. Підвищення ефективності оранки пояснюється повним загортанням післяжнивних решток у нижчі горизонти, що перешкоджає збереженню інфекційного фону збудників фузаріозу, кладоспоріозу та інших грибних захворювань у верхньому шарі ґрунту.

За чизельного розпушування ґрунту (14–16 см) ураженість проростків становила 39,2 % без передпосівного протруювання і 34,2 % із передпосівним протруюванням насіння з відповідною інтенсивністю ураження 20,2 % і 13,3 % (табл. 4.2).

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) рівень ураження проростків кукурудзи без передпосівного протруювання насіння зріс до 45,8 % (інтенсивність ураження – 24,6 %), а з передпосівним протруюванням насіння – до 37,8 % (інтенсивність ураження – 19,7 %).

Таблиця 4.2

Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами*** залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	42	33	37	40	31
	з протруюванням	36	29	32	35	28
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	45	35	39	45	34
	з протруюванням	38	30	33	38	32
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	53	42	44	49	41
	з протруюванням	41	35	39	42	32
Нульовий	без протруювання	52	43	45	50	43
	з протруюванням	42	33	39	41	31
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		2,6	3,4	3,6	2,8	3,2
для фактора А (обробітку)		0,8	0,9	1,7	0,9	0,8
для взаємодії АВ		3,4	4,3	5,3	3,7	4,0

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅; *** – гриби з родів *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*.

Найвищу ураженість проростків кукурудзи фітопатогенами спостерігали за нульової технології (No-till), де без передпосівного протруювання насіння показник становив 47,0 % з інтенсивністю ураження 27,8 %, а із передпосівним протруюванням насіння знижувався лише до 37,2 % з інтенсивністю ураження 23,1 %.

У динаміці за роками спостережено певну варіабельність рівня ураженості проростків ґрунтовими фітопатогенами, зумовлену гідротермічними умовами вегетаційного періоду. Найвищі показники ураження (до 50–52 %) спостерігались в роки з підвищеною вологістю весняного періоду (2019 р.), коли тривале перезволоження верхнього шару ґрунту створювало оптимальні умови для активізації фітопатогенів.

Таке підвищення інфекційного навантаження пояснюється зосередженням післяжнивних решток у верхньому шарі ґрунту, де збудники хвороб (*Fusarium spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.* тощо) мають сприятливі умови для розвитку завдяки підвищеній вологості та доступу кисню. У більш посушливі періоди 2017 і 2020 рр. відмічено зниження показників ураженості проростків патогенною мікофлорою до 28–33 %, що свідчить про пряму залежність розвитку патогенів від вологості ґрунту.

У середньому по роках встановлено закономірність: полицевий обробіток ґрунту → чизельний → дисковий → нульовий характеризуються послідовним зростанням ураженості проростків кукурудзи фітопатогенами. Вплив передпосівного протруювання насіння проявляється стабільно в усіх системах обробітку ґрунту, знижуючи ураженість у межах 4,0–9,8 % (рис. 4.3).

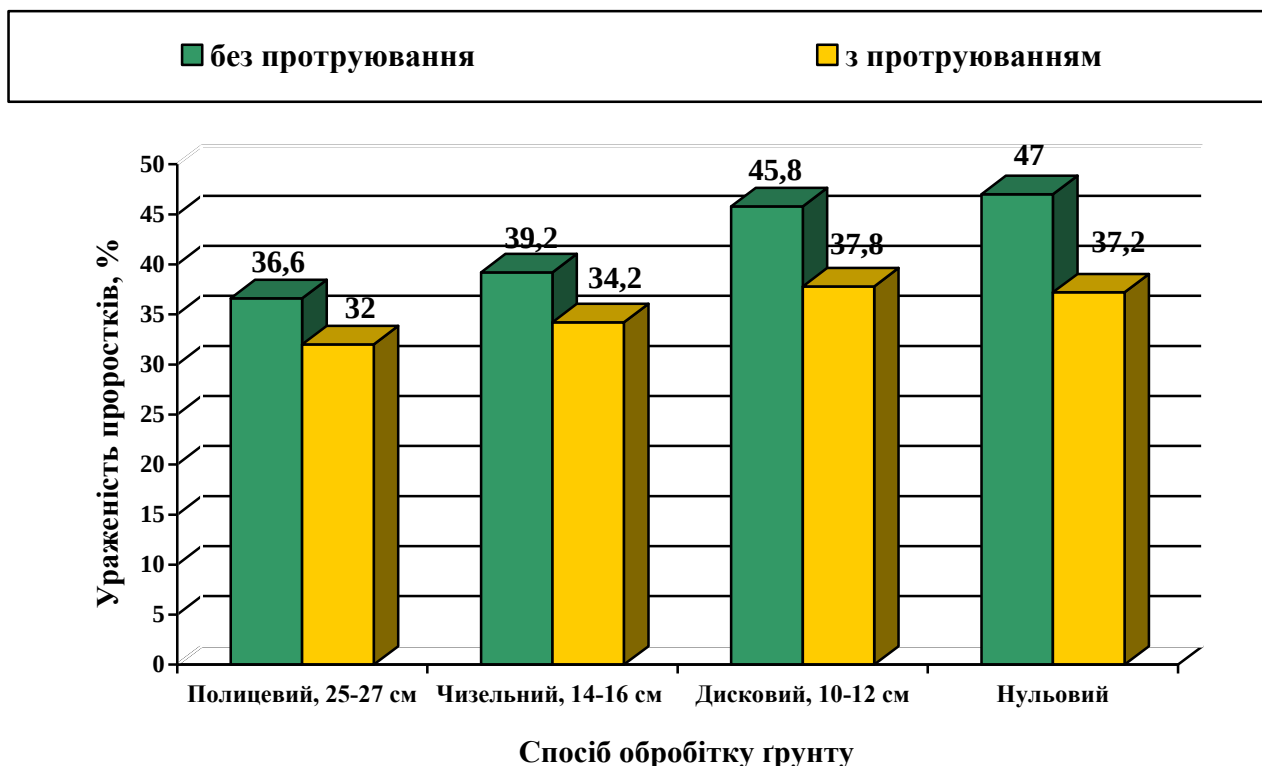


Рис. 4.3 Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Порівняльна оцінка показників ураженості проростків кукурудзи ґрунтовими фітопатогенами залежно від способів основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ показала, що в середньому за 2016–2020 рр. найнижчий рівень ураження формувався за оранки – 32,0 % (додаток 3.2).

За чизелювання ураженість проростків становила 43,8 % без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та знижувалась до 34,2 % за їх застосування. При дискуванні рівень ураження зменшувався з 53,2 % до 37,8 %, а за No-till технології – з 54,4 % до 37,2 %, відповідно (рис. 4.4).

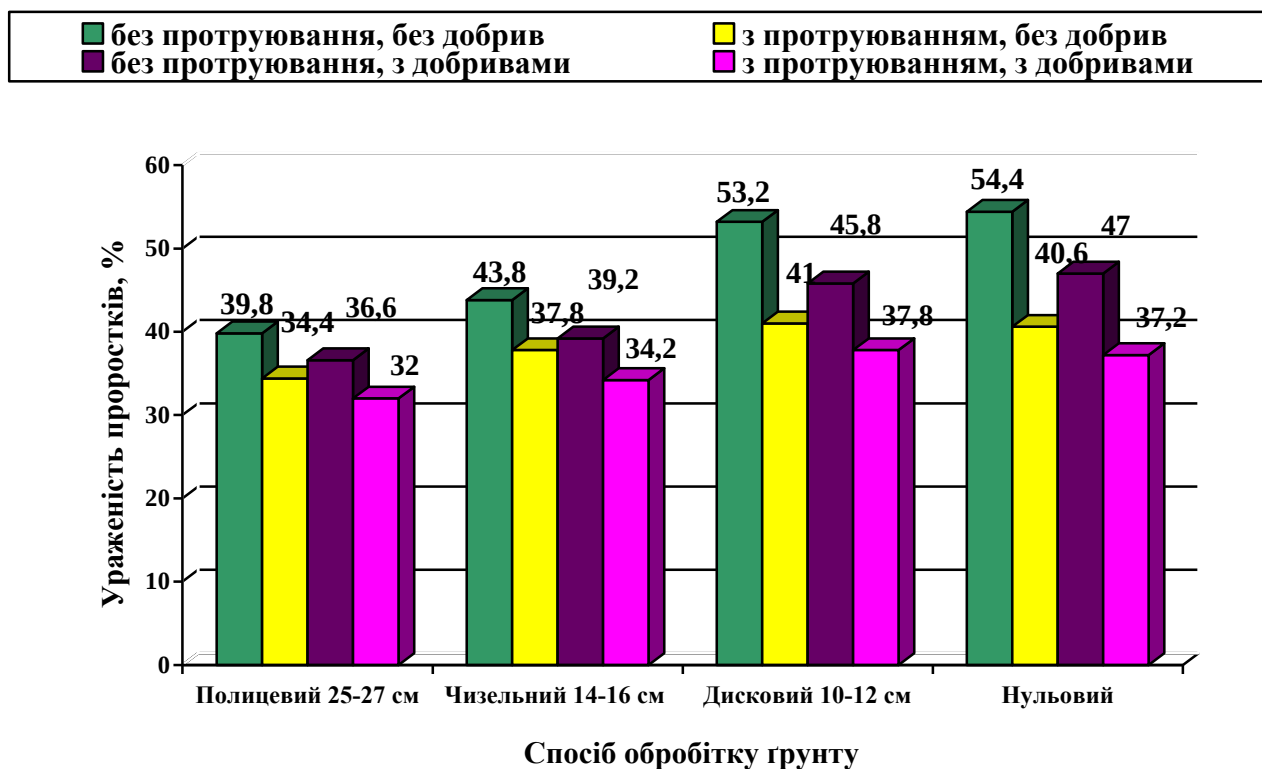


Рис. 4.4 Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Дані HP_{05} підтверджують достовірні відмінності між варіантами для фактору А (обробіток ґрунту), для фактору В (протруювання насіння), фактор С

(внесення добрив): А – 2,0–2,3; В – 1,4–1,7; С – 1,4–1,7; АВ – 2,8–3,3; АС – 2,8–3,3; ВС – 2,0–2,3; АВС – 4,0–4,7 (додаток 3.2).

Найгірший варіант відзначено за No-till технології без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив, де ураженість проростків кукурудзи ґрунтовими фітопатогенами була найвищою – 54,4 %, що вказує на високий фітопатогенний тиск при відсутності механічного обробітку ґрунту та хімічного захисту. Тобто, на ґрунтах із підвищеним фітопатогенним фоном необхідно проводити глибоку оранку з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та обов'язкове застосування передпосівного протруювання насіння для ефективного контролю фітопатогенів на ранніх етапах росту кукурудзи.

4.1.3 Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив

Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками формувалася під впливом комплексу агротехнологічних чинників, серед яких важливу роль відігравали система основного обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння та рівень мінерального живлення рослин.

Разом з тим результати досліджень свідчать, що саме збалансоване мінеральне удобрення є одним із ключових елементів стабілізації фітосанітарного стану посівів, оскільки забезпечує інтенсивніший початковий ріст рослин і підвищує їхню стійкість до пошкоджень ґрунтовими фітофагами. За умов достатнього забезпечення елементами живлення рослини швидше формують потужніші проростки та кореневу систему, що знижує чутливість сходів до пошкодження личинками ґрунтових шкідників.

Таким чином, внесення мінеральних добрив в комплексі з іншими елементами технології вирощування виступає важливим агротехнічним прийомом, спрямованим на обмеження шкодочинності ґрунтових фітофагів на ранніх етапах розвитку кукурудзи.

Отримані дані за 2016–2020 рр. свідчать, що найменші показники ураження проростків кукурудзи ґрунтовими фітофагами формувалися на фоні полицевого обробітку ґрунту (25–27 см) із застосуванням передпосівного протруювання насіння – 10–19 %, що статистично достовірно нижче контрольних варіантів без передпосівного протруювання насіння (25,0–33,0 %). На інших способах обробітку ґрунту показник змінювався з 38,0–55,0 % без передпосівного протруювання насіння до 16,0–28,0 % з передпосівною обробкою посівного матеріалу (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками***
залежно від способу основного обробітку ґрунту,
передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	33	27	29	32	25
	з протруюванням	19	10	13	17	14
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	46	38	41	44	36
	з протруюванням	23	16	19	21	14
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	54	45	48	50	42
	з протруюванням	28	20	23	26	18
Нульовий	без протруювання	55	44	48	53	43
	з протруюванням	28	21	25	28	19
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		3,6	4,1	4,7	3,4	4,4
для фактора А (обробітку)		1,8	0,9	1,6	1,9	0,7
для взаємодії АВ		4,0	4,2	5,0	3,9	4,5

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅; *** – личинки коваликів, чорнишів, підгризаючі совки.

За чизельного обробітку ґрунту (14–16 см) рівень пошкодження проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками без передпосівного

протруювання насіння становив у середньому 41,0 %, тоді як із передпосівною обробкою насіння цей показник знижувався удвічі – до 18,6 %.

Дисковий обробіток ґрунту (10–12 см) характеризувався ще вищою пошкодженістю проростків кукурудзи – 47,8 % без передпосівного протруювання насіння та 23,0 % із передпосівним протруюванням насіння.

Найгірші показники отримано за нульової технології (No-till), де без передпосівного протруювання пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими фітофагами становила 48,6 %, а з передпосівним протруюванням насіння – 24,2 % (рис. 4.5).

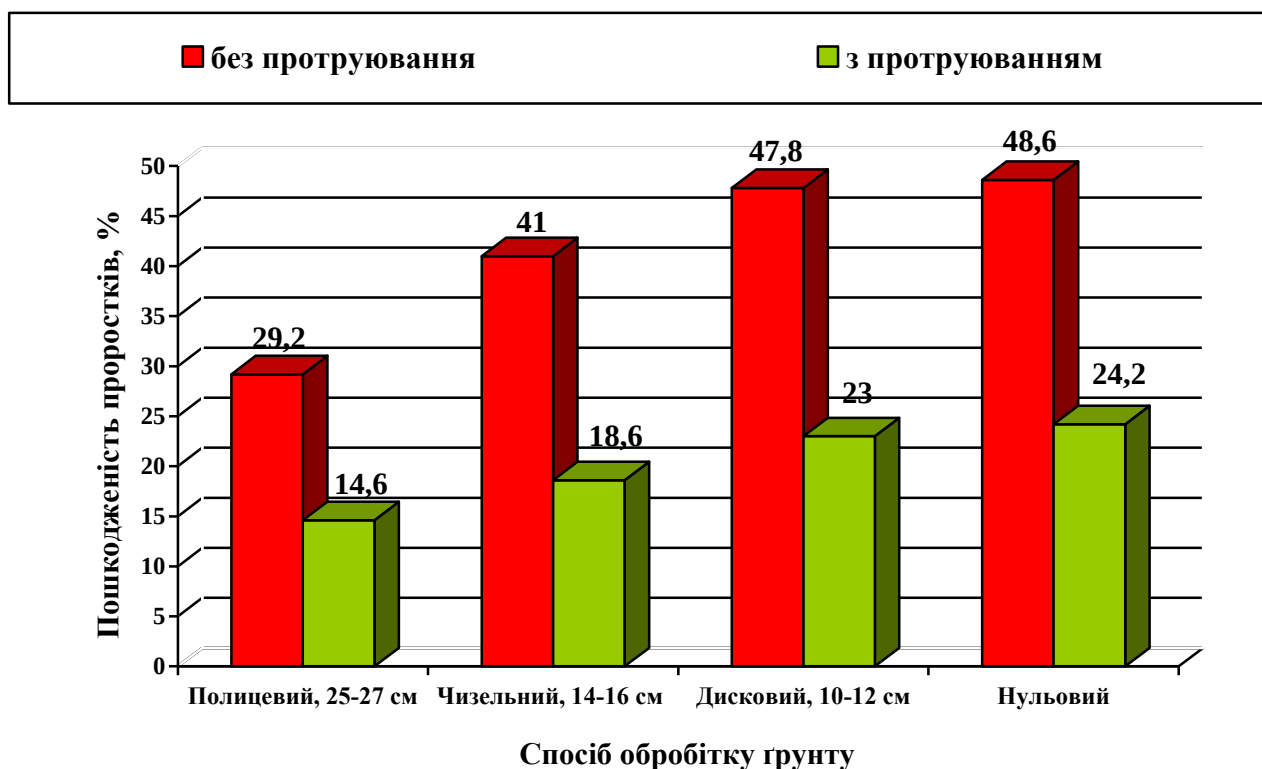


Рис.4.5 Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Найменше пошкодження проростків ґрунтовими шкідниками (дротяниками, несправжніми дротяниками та іншими) спостерігалось у варіанті полицевої оранки при застосуванні передпосівного протруювання насіння –

14,6 %, а найбільше – за нульового обробітку без передпосівного протруювання насіння – 48,6 %, що перевищує найкращий варіант у 3,3 рази.

Отже, найефективнішою в захисті сходів кукурудзи від ґрунтових шкідників виявився агротехнологічний комплекс з полицевого обробітку на глибину 25–27 см та передпосівного протруювання насіння. Таке виконання мінімізує ризики первинних пошкоджень патогенною інфекцією у фазі сходів проростків кукурудзи. Натомість нульовий та дисковий обробітки ґрунту без передпосівного протруювання насіння створюють несприятливий фітосанітарний стан посівів кукурудзи. Передпосівне протруювання насіння знижує рівень пошкодженості ґрунтовими шкідниками у 1,8–2,0 рази, незалежно від системи обробітку ґрунту. Порівняння середніх багаторічних даних показує чітку закономірність: зі зменшенням глибини обробітку ґрунту рівень пошкодженості проростків кукурудзи ґрунтовими фітофагами зростає, а внесення протруйників істотно нівелює цей негативний ефект.

При порівняльній оцінці впливу агроприйомів на шкодочинність ґрунтових шкідників встановлено, що найменша середня пошкодженість проростків кукурудзи відмічена за умов полицевого обробітку з передпосівним протруюванням насіння і внесенням мінеральних добрив – 14,6 % (додаток 3.3).

При інших способах обробітку ґрунту на фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$), зниження рівня пошкодженості проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками за передпосівного протруювання насіння становило: при дискуванні з 53,6 % до 23,0 %, чизелюванні з 47,8 % до 18,6 % (рис 4.6). Найбільшої шкоди фітофаги завдали за нульового обробітку без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив – 53,2 %, що вказує на недоцільність відмови від захисних заходів при мінімальному втручанні у ґрунт.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи забезпечувало зниження пошкодженості у 2–3 рази для всіх способів обробітку ґрунту, причому навіть за несприятливих умов мінімального й нульового обробітку рівень пошкодження проростків ґрунтовими шкідниками не перевищував 23–24 %.

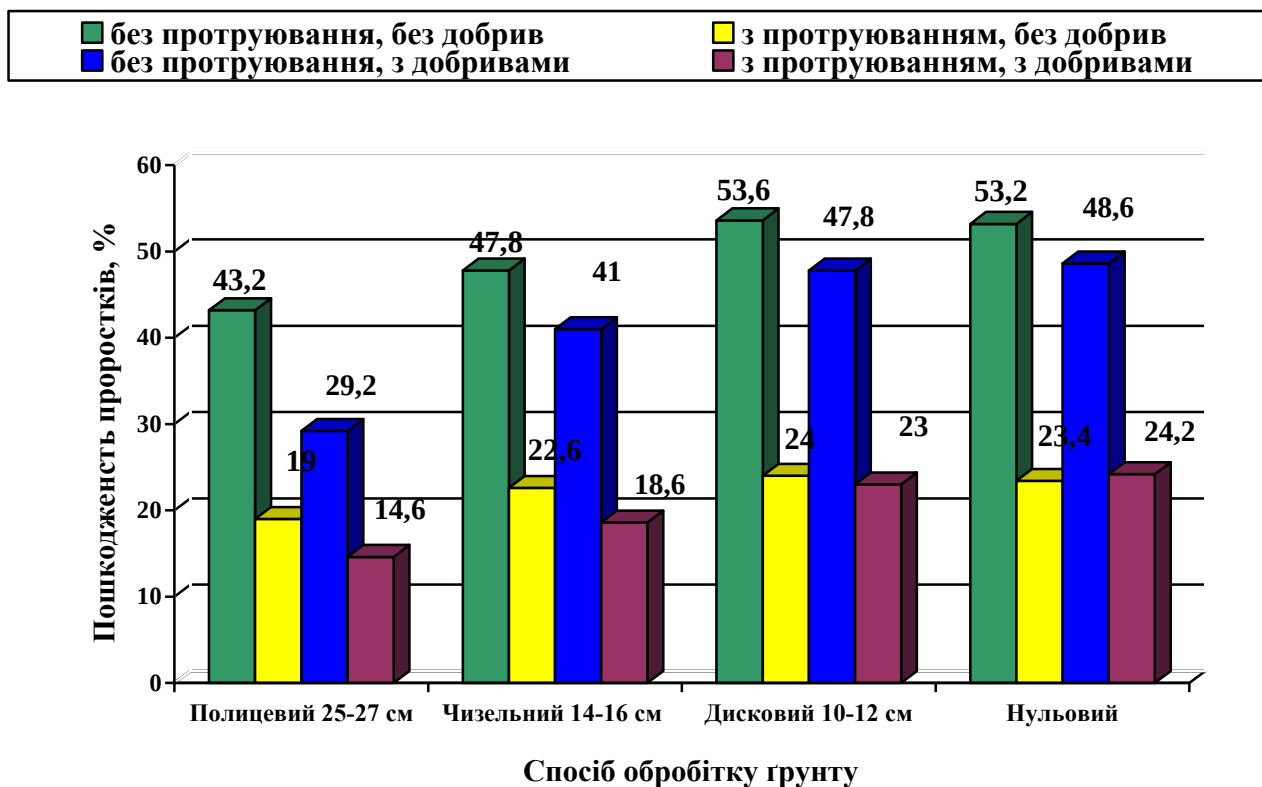


Рис. 4.6 Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

При внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ пошкодженість ґрунтовими фітофагами зменшувалась ще на 3–5 % у межах варіантів, що підтверджується даними НІР.

Тобто, найнижча пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками досягалася на фоні оранки та чизельного обробітку при застосуванні передпосівного протруювання насіння баковою сумішшю препаратів Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) і Круїзер 350 FS (7 л/т) і внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Найбільш вразливими до пошкодження проростків фітофагами виявилися варіанти мінімальних способів обробітку ґрунту (дискування та No-till технологія) без передпосівного протруювання, де пошкодженість цими шкідниками перевищувала 50 %.

4.1.4 Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння на фоні внесення мінеральних добрив

Як показали наші дослідження, передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю фунгіцидного і інсектицидного препаратів Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) + Круїзер 350 FS (7 л/т) сприяло зниженню пошкодженості ґрунтовими шкідниками проростків кукурудзи, проте в подальшому в період вегетації розповсюдження збудників хвороб і пошкодженість рослин шкідниками в агроценозі підпорядковувалося іншим біологічним закономірностям на основі наявності кормової бази під час заселення рослин та поживної якості для комах.

У середньому за роки досліджень (2016–2020 рр.) пошкодженість качанів бавовниковою совкою змінювалось в межах 20,0–28,0 %, що характеризує середній рівень шкодочинності даного ентомологічного об'єкта у степовій зоні України.

У роки з підвищеним температурним режимом (2017, 2020 рр.) відзначалося зростання активності бавовникової совки, однак, навіть за цих умов, полицевий обробіток ґрунту забезпечував найнижчі показники шкодочинності цього небезпечного шкідника кукурудзи. За полицевого обробітку ґрунту (25–27 см) спостерігалось найменше пошкодження качанів бавовниковою совкою – 22,9 % без передпосівного протруювання насіння та 22,7 % із хімічним захистом насіння (табл. 4.4).

Чизельний обробіток ґрунту (14–16 см) характеризувався дещо вищими показниками пошкодженості качанів кукурудзи гусеницями бавовникової совки – у середньому 23,5 % без передпосівної обробки насіння і 23,8 % з передпосівним протруюванням насіння.

Таблиця 4.4

Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способу
основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння*
і внесення добрив**, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	20,2	24,8	23,0	21,1	25,6
	з протруюванням	19,6	25,9	22,5	20,7	25,0
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	21,2	23,4	21,6	24,5	26,8
	з протруюванням	22,3	25,7	23,5	21,4	26,0
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	23,5	26,8	21,7	24,1	27,6
	з протруюванням	21,3	26,2	23,1	25,8	27,0
Нульовий	без протруювання	25,0	27,8	24,7	22,0	25,2
	з протруюванням	21,4	26,6	23,3	25,9	27,0
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,8	0,9	0,5	0,8	0,5
для фактора В (обробітку)		1,1	0,4	0,3	0,9	0,7

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Найбільша пошкодженість качанів бавовниковою совкою спостерігалася за мінімальних способів обробітку ґрунту (дискового і нульового). За дискового розпушування (10–12 см) показники становили в середньому 24,7 % як без передпосівного протруювання насіння, так і з передпосівним протруюванням насіння кукурудзи, що на 1,8–2,0 % перевищувало рівень за полицевого способу обробітку ґрунту (рис. 4.7).

При нульовому обробітку ґрунту значення пошкодженості досягали 24,9 % без застосування протруювання насіння і 24,8 % із передпосівним протруюванням насіння, тобто різниця між варіантами була статистично недостовірною, однак загальний рівень ураження був найвищим. Це підтверджує, що за умов відсутності механічного впливу на ґрунт та збереження мульчованого шару формуються сприятливі екологічні ніші для розвитку бавовникової совки.

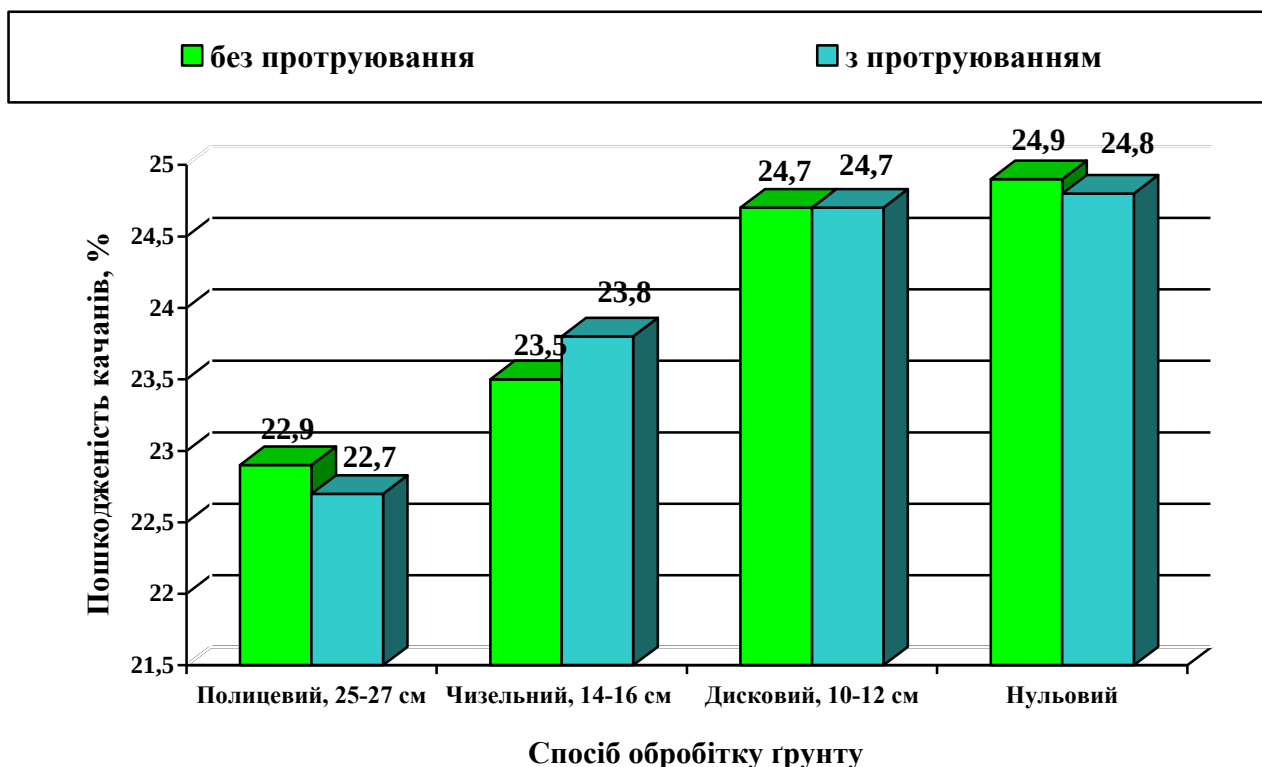


Рис. 4.7 Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Варто зазначити, що передпосівне протруювання насіння кукурудзи мало стабілізуючий, але не радикально знижуючий ефект. Зменшення пошкодженості качанів гусеницями шкідника становило лише 0,2–0,3 %, що свідчить про обмежений вплив контактнo–системних інсектицидів на даний шкодочинний об'єкт, оскільки основна його шкодочинність проявляється у пізніші фази розвитку рослин (цвітіння, налив зерна). Протруйники здебільшого діють на початкових етапах вегетації культури, тому контроль бавовникової совки потребує інтегрованого підходу з поєднанням агротехнічних прийомів і хімічних засобів захисту посівів кукурудзи.

Таким чином, рівень пошкодженості качанів кукурудзи бавовниковою совкою значною мірою визначається глибиною основного обробітку ґрунту. При полицевому обробітку (25–27 см) забезпечується найменше пошкодження качанів гусеницями бавовникової совки – на 2,0 % менше порівняно з

мінімальним і нульовим. Зменшення глибини розпушування підвищує ризик накопичення шкідника в ґрунті та рослинних рештках, тому мінімальні технології потребують додаткових заходів контролю (біопрепарати, моніторинг, хімічні обробки у фазу викидання волоті). Передпосівне протруювання насіння знижує пошкодженість качанів кукурудзи цим шкідником у середньому лише на 0,2–0,3 %, тобто має допоміжний, а не визначальний вплив.

Порівняльний аналіз даних ефективності агроприйомів свідчить, що у середньому за 2016–2020 рр. найменший рівень пошкодженості качанів кукурудзи бавовниковою совкою відмічено за умов проведення оранки, де застосовували передпосівне протруювання насіння та внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 22,7 % (додаток 3.4).

Застосування чизельного обробітку ґрунту і внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ при передпосівній обробці насіння також забезпечувало зниження рівня пошкодженості качанів бавовниковою совкою до 23,8 %, що на 3,5 % нижче порівняно з варіантом без внесення добрив.

При дискуванні позитивний ефект передпосівного протруювання насіння в зниженні пошкодженості качанів кукурудзи гусеницями бавовникової совки проявлявся лише за відсутності добрив, тоді як за їх внесення добрив показники залишалися на рівні 24,7 % незалежно від застосування хімічного захисту насіння (рис. 4.8).

За No-till технології формувався найбільш небезпечний фітосанітарний стан: без внесення добрив і без застосування передпосівного протруювання насіння рівень пошкодженості качанів бавовниковою совкою сягав 33,6 %, що на 10,9 % перевищувало мінімальний показник. За No-till технології, навіть при внесенні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та передпосівному протруюванні насіння баковою сумішшю препаратів Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) і Круїзер 350 FS (7 л/т) рівень пошкодженості качанів гусеницями шкідника залишався вищим за традиційні способи обробітку ґрунту – 24,8–24,9 %.

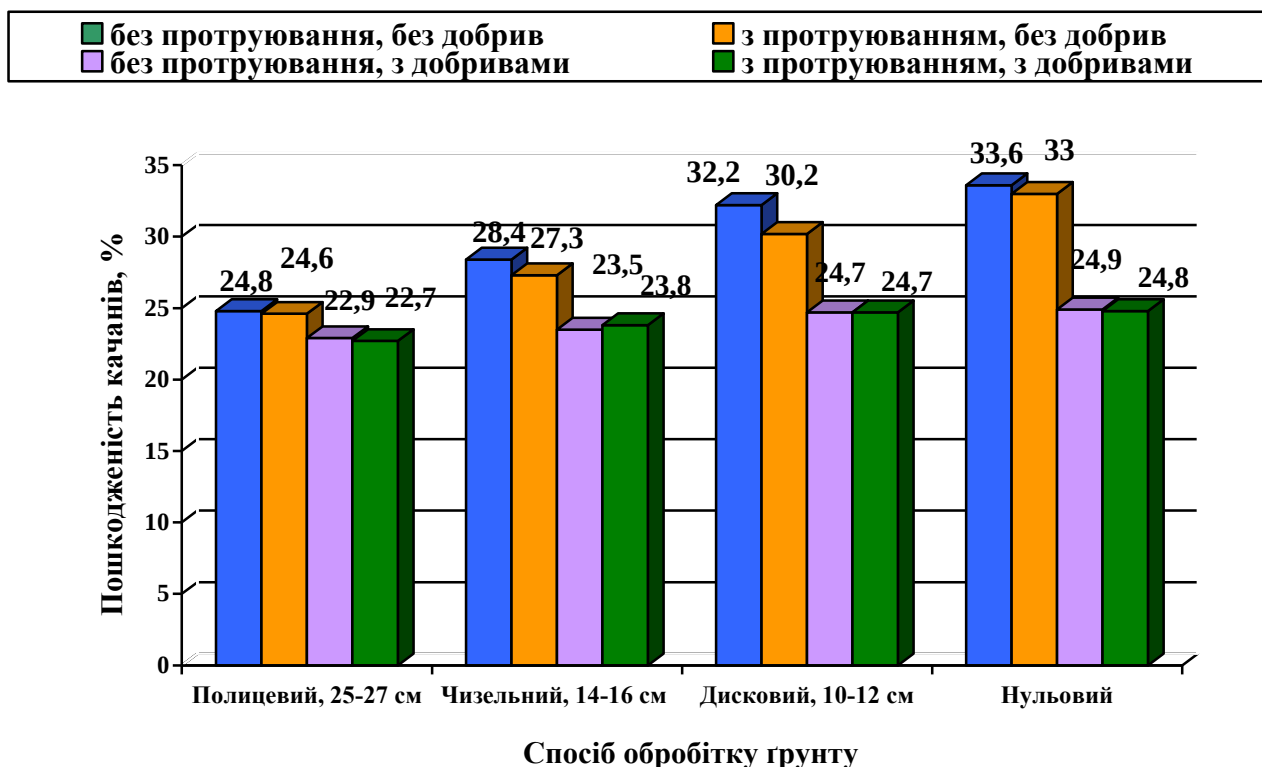


Рис. 4.8 Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи мало менш виражений ефект у порівнянні з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, що підтверджується НІР. Загалом, найбільший вплив на зменшення шкодочинності бавовникової совки мав саме фактор удобрення, який знижував пошкодженість у середньому на 7–9 %, тоді як передпосівне протруювання насіння забезпечувало лише незначні відмінності в межах 0,2–1,0 %.

В цілому, найнижча пошкодженість качанів шкідником встановлена на фоні оранки та чизельного обробітку із внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, незалежно від застосування протруювання насіння; найвищий рівень пошкодження формувався при дискуванні та No-till технології без внесення добрив, де показники перевищували 32 %; вирішальним фактором зменшення шкодочинності виявилось внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, тоді як передпосівне протруювання насіння кукурудзи мало другорядне значення.

Тобто, для ефективного зниження пошкодженості качанів бавовниковою совкою доцільно забезпечувати внесення мінеральних добрив з традиційною або чизельною системою обробітку.

4.1.5 Шкодочинність кукурудзяного метелика залежно від способів обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та застосування мінеральних добрив

Аналіз даних багаторічних спостережень (2016–2020 рр.) виявив, що рівень пошкодженості рослин кукурудзяним метеликом як іншими шкодочинними фітофагами також суттєво залежав від системи основного обробітку ґрунту, глибини розпушування, умов живлення рослин. Водночас на удобреному фоні рівень пошкодженості рослин кукурудзяним метеликом був дещо нижчим порівняно з варіантами без внесення мінеральних добрив, але спостерігалась закономірність зростання пошкодженості стебел кукурудзи цим шкідником зі зменшенням інтенсивності основного обробітку ґрунту.

У середньому за п'ять років досліджень пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом змінювалась з 2,7 до 5,4 %, що свідчить про помірну інтенсивність шкідливості метелика у степових умовах. Найнижчі показники пошкодженості рослин гусеницями кукурудзяного метелика були за полицевого обробітку ґрунту (25–27 см), де середнє значення становило 3,0 % без передпосівного протруювання та 2,7 % із передпосівним протруюванням насіння, що свідчить про ефективне руйнування осередків зимівлі шкідника завдяки повному обороту скиби (табл. 4.5).

За роками спостерігалася певна варіабельність – у 2017 та 2020 роках активність кукурудзяного метелика підвищувалася внаслідок сприятливих погодних умов (висока температура, сухість повітря, інтенсивне формування біомаси кукурудзи). Проте, навіть у ці роки полицевий обробіток ґрунту забезпечував істотне зниження чисельності шкідника.

Таблиця 4.5

Пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом залежно від способу
основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння*
і внесення добрив**, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	1,8	4,0	2,7	1,9	4,5
	з протруюванням	1,4	4,0	2,5	1,7	4,1
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	2,4	4,6	3,2	2,8	4,9
	з протруюванням	1,1	4,2	3,0	2,4	4,5
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	3,9	6,2	5,6	4,0	6,3
	з протруюванням	3,0	5,6	4,2	3,8	6,0
Нульовий	без протруювання	4,5	6,3	5,8	4,2	6,4
	з протруюванням	3,2	5,9	4,5	3,2	6,2
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		0,3	0,4	0,5	0,4	0,3
для фактора А (обробітку)		0,3	0,3	0,2	0,5	0,4
для взаємодії АВ		0,4	0,3	0,5	0,3	0,4

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

За чизельного обробітку ґрунту (14–16 см) рівень пошкодженості рослин кукурудзяним метеликом був дещо вищим: 3,6 % без передпосівної обробки насіння та 3,0 % із передпосівним протруюванням насіння (рис. 4.9).

Часткове збереження післяжнивних решток попередника (пшениця озима) на поверхні ґрунту сприяло виживанню шкідника, а відтак підвищенню кількості особин у наступний вегетаційний період. Разом із тим, при застосуванні передпосівного протруювання насіння, в подальшому в період вегетації спостерігалось зменшення пошкодженості стебел кукурудзи кукурудзяним метеликом на 0,6 %, що підтверджує профілактичну роль обробки насіння у формуванні більш стійкого фітосанітарного стану посівів.

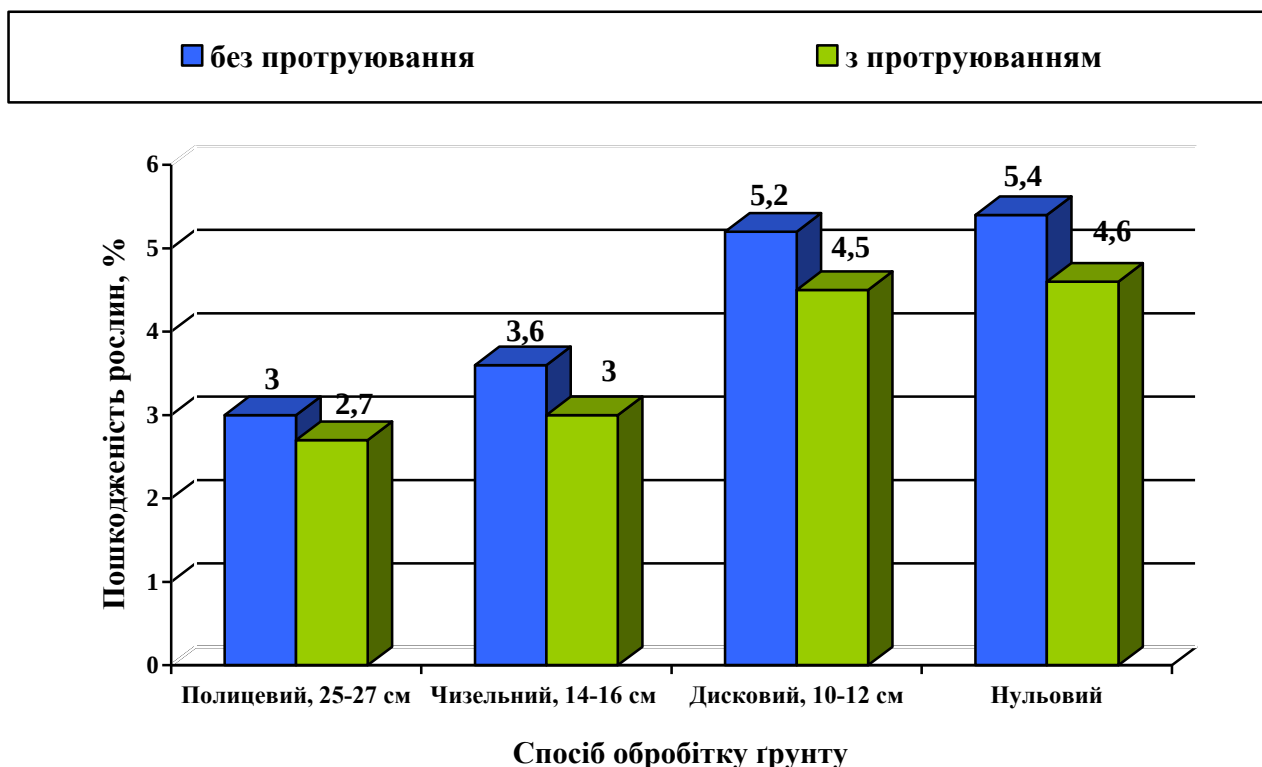


Рис. 4.9 Пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

При дисковому обробітку ґрунту на глибину 10–12 см середні показники пошкодженості рослин шкідником становили 5,2 % (без передпосівного протруювання) і 4,5 % (з хімічним захистом насіння). Особливо високі значення відмічались у роки з підвищеною сухістю (2017, 2020), коли активність кукурудзяного метелика значно посилювалась.

Найвищу пошкодженість стебел кукурудзяним метеликом виявляли за нульового (No-till) обробітку ґрунту: 5,4 % без передпосівного протруювання і 4,6 % з передпосівним протруюванням насіння. У цих варіантах спостерігалось майже дворазове зростання пошкодженості рослин шкідником порівняно з полицевим способом обробітку ґрунту. Відсутність обробітку ґрунту призводила до збереження великої кількості післяжнивних решток, в яких формувалась постійний резерват шкідника. Передпосівне протруювання насіння у цьому випадку зменшувало пошкодженість на 0,8 %, проте ефект хімічного

захисту насіння залишався недостатнім для забезпечення фітосанітарної стабільності посівів.

У загальному огляді передпосівне протруювання насіння мало помірний, але стабільний позитивний вплив: зниження пошкодженості стебел шкідником становило в середньому 0,4–0,8 %. Це пояснюється захистом молодих рослин і зниженням ризику первинного пошкодження іншими шкочинними організмами, що опосередковано впливає на загальний фітосанітарний фон. Проте, основним регулятором чисельності метелика залишався спосіб обробітку ґрунту.

Найкращим варіантом у дослідженні виявився полицевий обробіток ґрунту (25–27 см) при застосуванні передпосівного протруювання насіння, де середній рівень пошкодженості рослин гусеницями кукурудзяного метелика не перевищував 2,7 %. Такий результат свідчить про ефективність традиційної технології обробітку ґрунту у зниженні шкочинності фітофага за рахунок порушення стадій розвитку шкідника. Найгіршим варіантом став нульовий обробіток ґрунту без передпосівного протруювання насіння (5,4 %), у якому відзначалося найбільше накопичення популяції шкідника через відсутність механічного знищення стадій зимівлі.

Порівняльний аналіз ефективності агроприйомів показав, що найнижчі показники встановлено при полицевому обробітку ґрунту при хімічній обробці насіння і внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 2,7 %, що є достовірно менше за контроль без передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (3,1 %) (рис. 4.10).

При чизелюванні відбувалося зниження пошкодженості стебел кукурудзи цим шкідником з 5,0 % (без внесення добрив, без передпосівного протруювання насіння) до 3,0 % при внесенні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та передпосівному протруєнні насіння.

За дискування та нульового обробітку ґрунту рівень пошкодженості рослин фітофагом залишався найвищим – 5,4–5,9 % без внесення добрив, тоді

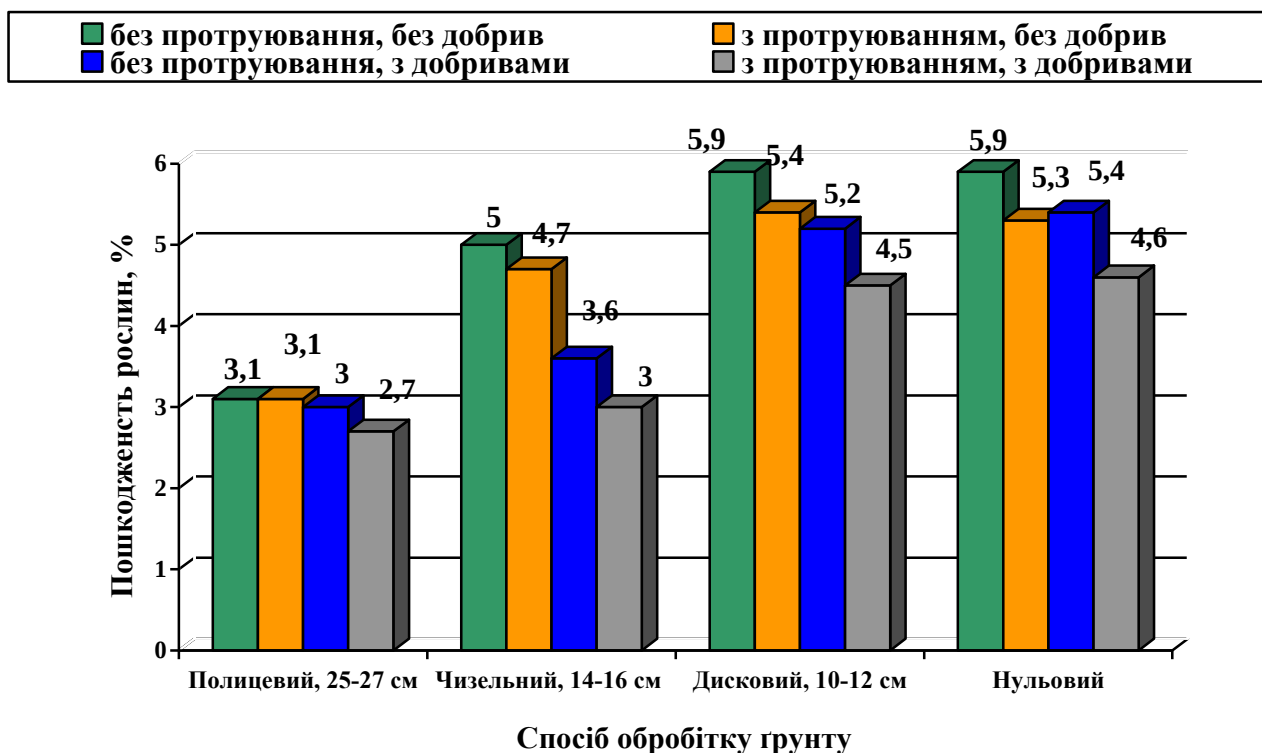


Рис. 4.10 Пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом залежно від способів основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

як комплекс заходів: внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ і передпосівне протруювання насіння кукурудзи, знижували ці показники до 4,5–5,2 %.

Водночас найбільш виражений вплив мав фактор удобрення, який забезпечував зменшення пошкодженості стебел кукурудзяним метеликом на 1,0–1,5 %, тоді як передпосівне протруювання насіння додатково знижувало показники на 0,2–0,5 %.

Це підтверджується значенням $HP_{05,\%}$, що вказує на достовірність відмінностей між варіантами без внесення добрив 0,5–0,9 для передпосівного протруювання насіння (фактор В) і 1,1–1,4 для обробітку ґрунту (фактор А); з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ під основний обробіток ґрунту (фактор С) 0,3–0,5 і для їх взаємодії АВ – 1,6–2,0; АС – 1,4–1,8; ВС – 0,8–1,2; АВС – 2,2–2,8 (додаток 3.5).

Кореляційний аналіз показав, що рівень пошкодженості рослин кукурудзяним метеликом істотно залежав від способу основного обробітку ґрунту. Між способом обробітку ґрунту та пошкодженістю рослин кукурудзяним метеликом встановлено сильний прямий кореляційний зв'язок ($r = 0,84$), що свідчить про зростання пошкодженості рослин цим шкідником у разі мінімізації обробітку ґрунту.

Найменший рівень пошкодження стебел кукурудзяним метеликом спостерігався за полицевого обробітку ґрунту (2,7–3,1 %), тоді як при дисковому та нульовому обробітку ґрунту цей показник зростав до 4,5–5,9 %, що пов'язано з наявністю рослинних решток попередника і сприятливими погодними умовами для перезимівлі шкідника.

Також встановлено обернений кореляційний зв'язок середньої сили між внесенням мінеральних добрив і пошкодженістю рослин шкідником ($r = -0,64$). На фоні удобрення $N_{45}P_{45}K_{45}$ рівень пошкодження рослин гусеницями кукурудзяного метелика в більшості варіантів знижувався на 0,1–1,4 % порівняно з неудобреним фоном. Це пояснюється покращенням ростових процесів рослин і підвищенням їх компенсаторної здатності.

Отже, результати кореляційного аналізу свідчать, що найбільш істотний вплив на пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом мав спосіб основного обробітку ґрунту, тоді як передпосівне протруювання насіння кукурудзи і внесення мінеральних добрив проявляли помірний стримувальний ефект.

Мінімізація обробітку ґрунту сприяла збільшенню чисельності та шкодочинності кукурудзяного метелика, тоді як агротехнологічний комплекс, який включав інтенсивний обробіток ґрунту (оранка на глибину 25–27 см, передпосівне протруювання насіння (бакова суміш із препаратів Вітавакс 200 ФФ і Круізер 350 FS), внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, забезпечував формування більш стабільного фітосанітарного стану посівів кукурудзи.

4.1.6 Способи обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння та ураженість качанів кукурудзи фітопатогенами на фоні внесення мінеральних добрив

Результати багаторічних досліджень засвідчують, що інтенсивність ураження качанів кукурудзи хворобами істотно змінювалась залежно від системи основного обробітку ґрунту, глибини його розпушування та застосування передпосівного протруювання насіння.

Встановлено також, що зростанню ураженості качанів кукурудзи хворобами сприяє їх попереднє пошкодження бавовниковою совкою, внаслідок чого порушується цілісність покривних тканин і створюються сприятливі умови для проникнення та розвитку фітопатогенних грибів.

У місцях механічного пошкодження зернівок і обгорток качана значно активізувався розвиток збудників фузаріозу, пліснявіння та інших грибних хвороб, що призводило до підвищення загального рівня інфекційного ураження качанів.

У середньому за п'ятирічний період рівень ураженості качанів кукурудзи хворобами змінювався в межах 8,3–11,5 %, що характеризує переважно помірний ступінь розвитку патогенів у польових умовах степової зони України.

Найсуттєвіший вплив на розвиток збудників грибних (гриби з родів *Fusarium*, *Trichothecium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*) і бактеріальних інфекцій качанів кукурудзи мали глибина обробітку ґрунту та наявність післяжнивних решток, які виступають основним джерелом інфекції.

Так, найменші показники ураженості качанів кукурудзи хворобами відмічено за чизельного обробітку ґрунту (14–16 см) – 5,1–8,3 % у середньому за роки досліджень. Передпосівне протруювання насіння прина фоні чизельного обробітку ґрунту покращувало фітосанітарний стан посівів кукурудзи, особливо в роки з підвищеною вологістю (2016, 2019), коли ризик розвитку інфекцій був найвищим (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Ураженість качанів кукурудзи хворобами*** залежно від способу обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* та внесення добрив**, %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	11,4	7,8	9,5	11,6	8,0
	з протруюванням	11,0	7,8	9,1	11,5	7,6
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	11,1	7,5	9,3	11,0	6,2
	з протруюванням	10,2	6,9	8,7	10,6	5,1
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	13,3	9,6	11,9	13,5	9,2
	з протруюванням	13,2	9,7	11,3	13,0	9,0
Нульовий	без протруювання	13,6	9,8	12,0	13,2	9,0
	з протруюванням	13,5	9,3	11,4	13,1	9,3
НІР ₀₅ для фактора В (протруювання)		0,3	0,2	0,5	0,3	0,2
для фактора А (обробітку)		0,4	0,2	0,3	0,6	0,3
для взаємодії АВ		0,2	0,5	0,3	0,2	0,3

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; * – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅; *** – гриби з родів *Fusarium*, *Trichothecium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

Полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см також сприяв зниженню ураженості качанів грибною інфекцією порівняно з мінімальними системами обробітку ґрунту. Без передпосівної обробки насіння середній показник ураженості качанів хворобами на оранці становив 9,7 %, тоді як при застосуванні передпосівного протруювання насіння баковою сумішшю, яка включала Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) і Круїзер 350 FS (7 л/т) – 9,4 %. Повний оборот скиби знищував залишки попередника (пшениця озима) і унеможлиблював збереження інфекційних початків у верхніх горизонтах ґрунту. Однак за надмірно вологих умов у поєднанні з високою температурою (2019, 2020 рр.) патогени (переважно *Fusarium spp.* та *Aspergillus spp.*) розвивалися і на добре оброблених ділянках, що відображено незначною варіацією показників у межах 7,6–11,6 % (рис. 4.11).

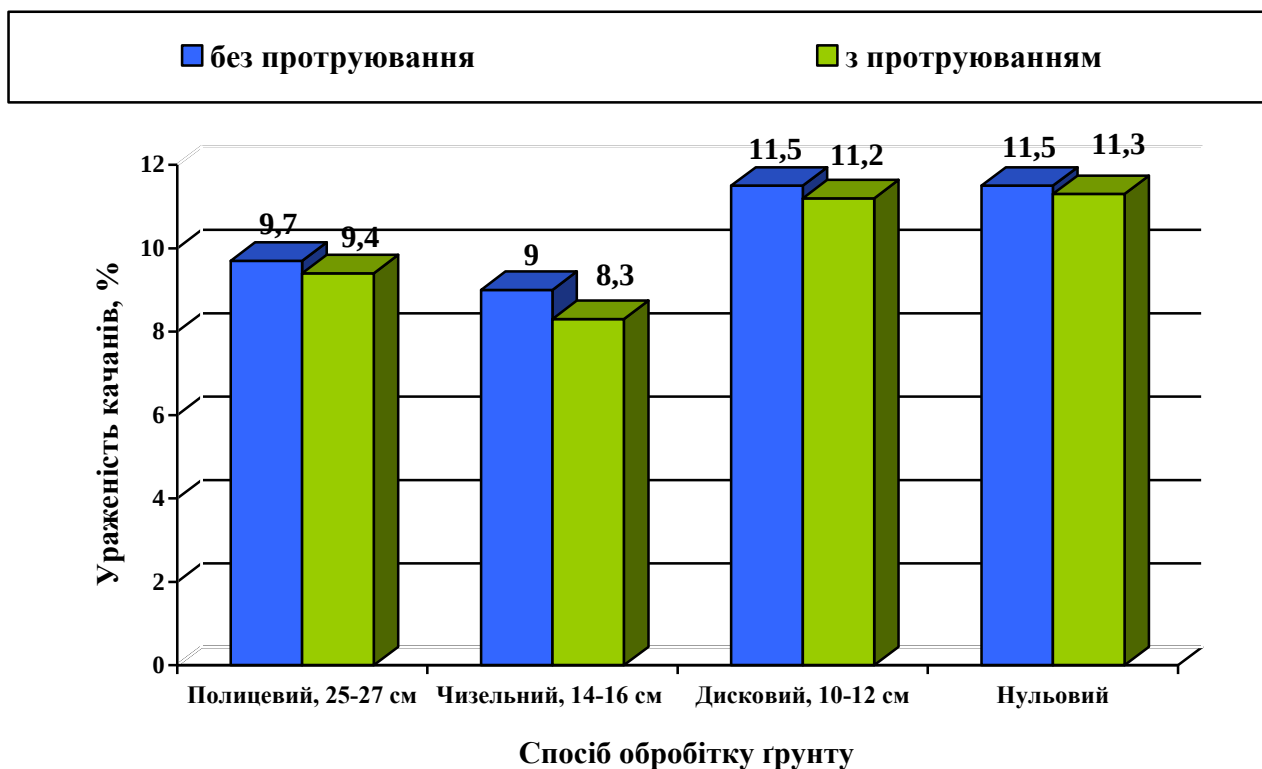


Рис. 4.11 Ураженість качанів кукурудзи хворобами залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Дисковий і нульовий обробіток ґрунту (10–12 см) характеризувалися підвищеною ураженістю качанів хворобами – 11,2–11,5 %. Збереження значної частки післяжнивних решток на поверхні та недостатня глибина їх заробки патогенних структур сприяли накопиченню інфекційного початку.

У цілому, за роки досліджень чітко простежувалася тенденція: із зменшенням глибини обробітку ґрунту та збільшенням кількості рослинних решток на поверхні поля зростала ураженість качанів кукурудзи хворобами.

Кореляційний аналіз показав, що зв'язок між фоном живлення та рівнем ураженості качанів кукурудзи хворобами є слабким і статистично невираженим ($r = -0,10$). Це свідчить про те, що внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{45}K_{45}$ не мало суттєвого впливу на розвиток хвороб качанів кукурудзи. Тобто, варіювання показників ураженості качанів хворобами в більшій мірі зумовлювалось системою основного обробітку ґрунту та

передпосівним протруюванням насіння. Найнижчі показники ураженості качанів кукурудзи фітопатогенами формувалися за чизельного обробітку ґрунту (8,3–9,1 %), тоді як за мінімалізації обробітку (дисковий і нульовий) рівень ураженості качанів ними зростав до 11,1–11,6 %. Це вказує на більший вплив агротехнічних прийомів обробітку ґрунту на фітопатологічний стан посівів кукурудзи порівняно з фоном мінерального живлення.

Порівняльна оцінка показала, що в середньому за 2016–2020 рр. комплекс агротехнічних прийомів істотно впливав на рівень ураженості качанів кукурудзи хворобами, який варіював у межах 8,3–11,6 % (рис. 4.12).

Найменші показники ураження фітопатогенами відмічено за чизельного обробітку ґрунту, передпосівним протруюванням насіння та внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$

Найбільш небезпечний фітосанітарний стан посівів формувався за дискового та нульового обробітку ґрунту, де ураженість качанів кукурудзи хворобами досягала 11,1–11,6 %.

У середньому по всіх варіантах, внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло зниженню ураженості качанів на 0,1–0,3 % завдяки формуванню міцних рослин, а передпосівне протруювання насіння забезпечувало зниження – на 0,1–0,8 % завдяки захисній дії хімічних препаратів.

За результатами дисперсійного аналізу, найменша істотна різниця (HP_{05}) для факторної взаємодії становить 0,4–0,9 для передпосівного протруювання насіння (фактор А) і 0,5–0,8 для обробітку ґрунту (фактор В) і 0,2–0,5 для внесення добрив (фактор С) та їх взаємодії АВ – 0,7–1,2 АС – 0,6–1,0; ВС – 0,4–0,8; АВС – 1,0–1,6.

В цілому, впровадження мінімальних обробітків ґрунту супроводжувалося наростанням фітопатогенних, внаслідок дуже високого інфекційного накопичення. В окремі роки, особливо, у випадку наявності рослинних решток від попередньої культури, і за відповідних погодно-кліматичних умов, що сприяли добрій перезимівлі шкочинних об'єктів, інтенсивність пошкодження була максимальною.

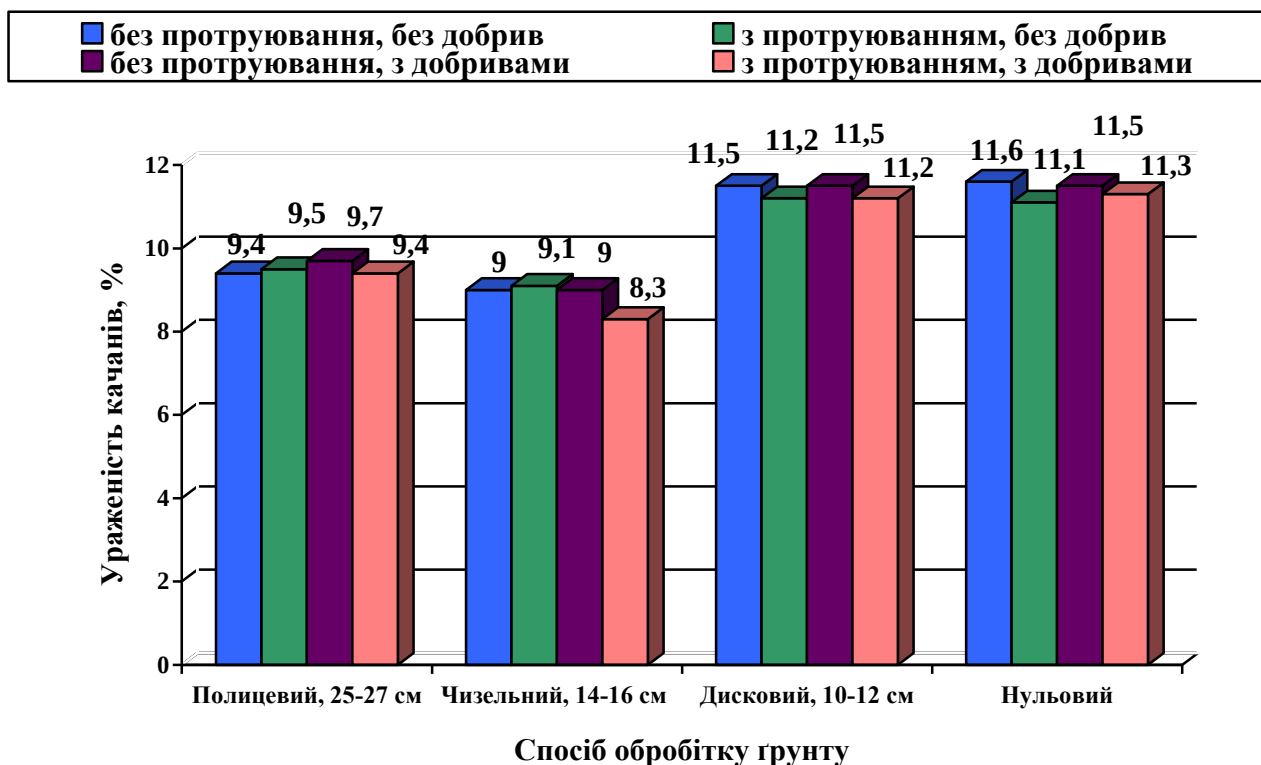


Рис. 4.12 Ураженість качанів кукурудзи хворобами залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Отже, доцільним є застосування чизельного обробітку ґрунту, особливо у поєднанні з передпосівним протруюванням насіння, як найефективнішого агрозаходу щодо зменшення ураженості качанів кукурудзи, тоді як за нульового обробітку або дискування слід додатково використовувати інші засоби захисту від хвороб. У господарствах, що практикують мінімальний або нульовий обробіток (безпосередня сівба), слід розглядати можливість часткової заміни цих способів або впровадження додаткових заходів хімічного захисту.

Висновки до розділу 4

У системі інтегрованого захисту кукурудзи від шкочинних організмів мінеральне живлення виступає важливим чинником, який впливає на розвиток рослин залежно від балансу елементів, строків і способів внесення добрив.

Встановлено, що застосування помірних норм добрив при застосуванні передпосівного протруювання насіння дозволяє покращити фітосанітарний стан посівів кукурудзи: за чизельного або полицевого обробітку ґрунту та внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ відсоток пошкоджених рослин зменшувався на 15–25 % порівняно з бездобривним агротехнологічним комплексом.

Значні корективи в ефективність засвоєння мінеральних добрив вносять способи основного обробітку ґрунту, які суттєво відрізняються локацією їх в орному шарі ґрунту. Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло збільшенню польової схожості насіння кукурудзи до 80,0–87,8 % (на 0,6–9,8 %) порівняно з неудобреним фоном, а в агротехнологічному комплексі, де застосовували передпосівне протруювання – до 88,0–91,8 %, покращуючи живлення проростків та їх стійкість у стартовий період.

Зменшення глибини розпушування (дисковий обробіток ґрунту) або перехід до нульового обробітку ґрунту без застосування передпосівного протруювання насіння і на природному фоні викликало накопичення патогенів і підвищувало ризик ураження проростків кукурудзи ґрунтовими фітопатогенми. Найменший інфекційний фон формувався: за внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ показник ураженості проростків кукурудзи фітопатогенною ґрунтовою інфекцією зменшувалася з 39,8–54,4 % до 36,6–47,0 % (на 4,1–6,7 %), та до 32,0–37,2 % – при застосуванні передпосівного протруювання насіння, порівняно з неудобреним фоном.

Аналогічно пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками при внесенні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ становила 29,2–48,6 %, що на 4,6–14,0 % нижче за неудобрений фон (43,2–53,2 %). Позитивна дія в зменшенні пошкодженості проростків кукурудзи ґрунтовими фітофагами при застосуванні передпосівного протруювання насіння на фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ становила – 14,6–24,2 %. Під час тривалого застосування мінімального або нульового обробітку ґрунту під мульчою формується стійке ентомоценотичне середовище, що може сприяти зростанню

чисельності ґрунтових фітофагів – насамперед, личинок коваликів і чорнишів, що значно підвищує ризик пошкодження проростків кукурудзи.

Відзначено суттєвий вплив агротехнологічних прийомів на формування шкодочинного комплексу кукурудзи впродовж вегетації. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло зменшенню пошкодженості качанів бавовниковою совкою на 1,9–8,7 %, тобто до 22,9–24,9 % (24,8–33,6 % – без внесення добрив), а при проведенні агротехнологічного комплексу, який включав внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та передпосівне протруювання насіння, до 22,7–24,8 %.

Подібна закономірність зберігалась в пошкодженості рослин кукурудзяним метеликом – зменшення показника з 3,1–5,9 % (без удобрення) до 3,0–5,4 % (з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$), тобто на 0,1–1,4 %, а ще і при застосуванні передпосівного протруювання насіння до 2,7–4,6 %, залежно від способу основного обробітку ґрунту.

Позитивна дія від внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ також відбувалась і в зменшенні ураженості качанів кукурудзи хворобами до 9,7–11,5 % (на 0,1–0,3 %) та до 9,4–11,3 % ще і при застосуванні передпосівного протруювання насіння.

Спостерігалася чітка тенденція до підвищення відсотка ураженості качанів і їх пошкодженості ентомооб'єктами при зменшенні глибини обробітку ґрунту, (особливо при переході до мінімальних і нульових технологій), що зумовлено акумуляцією післяжнивних решток, які створюють сприятливі умови для фітопатогенної інфекції і перезимівлі популяцій шкідників. Тобто, для систем мінімального й нульового обробітку необхідно впроваджувати додаткові заходи контролю шкідників і хвороб: агротехнічні (подрібнення і заорювання решток), хімічні (обприскування у фазі викидання волоті).

РОЗДІЛ 5

БІОЛОГІЧНІ ТА АГРОТЕХНІЧНІ ФАКТОРИ РЕГУЛЮВАННЯ ШКОДОЧИННОГО КОМПЛЕКСУ В ПОСІВАХ КУКУРУДЗИ

Важливим напрямом у системі інтегрованого захисту кукурудзи від фітопатогенів та фітофагів є науково–обґрунтоване застосування агроприйомів, що забезпечують оптимальні умови росту культури, формують стійкий фітосанітарний стан і мінімізують втрати врожаю. До ключових агротехнологічних чинників, що істотно впливають на розвиток шкодочинних організмів, належать правильний підбір гібридів кукурудзи, оптимізація строків сівби та своєчасне збирання врожаю. Їх узгоджене застосування дає змогу реалізувати потенціал продуктивності культури та обмежити розповсюдження як хвороб, так і шкідників.

Вибір гібридів із підвищеною стійкістю до основних хвороб (фузаріозу качанів, пухирчастої сажки, пліснявіння, бактеріозу) і толерантністю до ураження шкідниками стебла і качанів (кукурудзяним метеликом, бавовниковою совкою) є базовим елементом фітосанітарної оптимізації агроценозу. Гібриди кукурудзи середньостиглих і середньопізніх груп стиглості (ФАО 200–400) зазвичай характеризуються вищою адаптивністю до стресових умов степової зони України, що сприяє кращому відновленню після ушкоджень і меншій ураженості рослин патогенами. Високостійкі гібриди мають більш щільну обгортку качанів, знижують доступ шкідників і патогенів до зерна, швидше формують фізіологічну стиглість і менше уражуються пліснявими грибами у період досягання. Важливо, щоб гібрид був адаптований до умов конкретного регіону, мав коротший вегетаційний період і характеризувався прискореним висиханням зерна, що зменшує ризик розвитку вторинних інфекцій у пізні строки збирання [33; 47; 58; 73; 86; 94; 121; 164].

Оптимальні строки сівби є одним із найефективніших профілактичних заходів проти шкодочинного комплексу. Рання сівба у недостатньо прогрітій

грунт (нижче 10–12 °C) зумовлює затримку проростання насіння, ослаблення проростків і підвищення ризику ураження кореневими гнилями, фузаріозом і бактеріозами. Навпаки, надто пізня сівба призводить до потрапляння фаз цвітіння і наливу зерна у період масового розвитку кукурудзяного метелика та бавовникової совки, що значно збільшує пошкодження рослин. Оптимальним є висівання, коли температура ґрунту на глибині 10 см становить 10–12 °C і має тенденцію до стабільного підвищення, тобто у третій декаді квітня – першій декаді травня для умов Північного Степу України. За таких умов формуються дружні сходи, рослини проходять початкові фази росту до активізації основних шкідників, а період цвітіння завершується до піку чисельності метелика, що істотно зменшує пошкодженість стебел і качанів [14; 26; 32; 51; 64; 72; 92; 96; 142; 153; 174].

Своєчасне збирання кукурудзи – важливий етап у забезпеченні кращого фітосанітарного стану посівів. Затримка зі збиранням спричиняє повторне інфікування качанів фузаріозом і пліснявінням, а також збільшення пошкодженості зерна пізніми поколіннями кукурудзяного метелика й совки. При перезволоженні зерна (>30 %) активізується розвиток мікотоксикогенних грибів *Fusarium spp.* і *Aspergillus spp.*, що погіршує якість врожаю. Оптимальним є початок збирання при вологості зерна 20–22 %, коли качани ще міцно утримуються на стеблах, але процеси ураження вже мінімізовані. За раннього збирання врожаю зерна кукурудзи зменшується ймовірність поширення хвороб і пошкоджень шкідниками, а подальше швидке очищення, сушіння і зберігання у вентильованих умовах повністю усуває можливість розвитку вторинних інфекцій [29; 61; 63; 91; 104; 133; 147].

Узгодження агротехнічних заходів – вибору гібрида, строків сівби і збирання – формує єдину профілактичну систему фітосанітарного контролю. Правильно підібраний гібрид з високою екологічною стійкістю, висіяний у оптимальні строки, проходить критичні фази розвитку в період найменшої активності шкідників, що дозволяє знизити пошкодженість стебел кукурудзяним метеликом і качанів бавовниковою совкою на 30–50 %, а

ураженість качанів кукурудзи хворобами – на 20–40 %. У свою чергу, дотримання строків збирання урожаю кукурудзи запобігає накопиченню вторинної інфекції, забезпечує здоровий посівний матеріал і підвищує екологічну безпеку виробництва зерна [5; 27; 43; 54; 90; 134].

Таким чином, система агротехнічних прийомів – від добору гібрида кукурудзи до оптимізації строків сівби й збирання врожаю – є ключовою ланкою у регулюванні фітопатогенів та фітофагів у посівах кукурудзи. Її інтегроване застосування дозволяє мінімізувати використання пестицидів, знизити ризики епіфітотій та забезпечити стабільно високий рівень урожайності культури у мінливих умовах степової зони України.

5.1 Формування шкодочинного комплексу в посівах кукурудзи залежно від добору гібрида

Дослідження формування шкодочинного комплексу та стійкість гібридів кукурудзи різних груп стиглості до основних хвороб і шкідників проводилися у ДП Дослідне господарство «Дніпро» Державної установи Інститут зернового господарства Національної академії аграрних наук України.

В результаті досліджень було оцінено стійкість 35 гібридів кукурудзи на природному інфекційному фоні до комплексу основних хвороб та шкідників. Стійкість до ураження качанів хворобами проявилися у гібридів кукурудзи ДН Славиця (5,0 %), ДН Віта (6,7 %), ДН Олена (6,7 %), Оржиця 237 МВ, ДН Велес, ДН Фієста, ДН Галатея та ДН Відрада (по 10,0 %), які істотно перевершили найвразливіші гібриди ДН Аджамка (50,0 %), Почаївський 190 МВ (40,0 %) і ДБ Лада (36,7 %) (табл. 5.1).

Стійкість до ураження качанів фузаріозом отримано у гібридів кукурудзи ДН Паланок (0,7 %) та Оржиця 237 МВ (3,3 %), тоді як найвищі значення ураженості качанів хворобою мали ДН Аджамка (26,7 %), ДН Тала (20,0 %) і ДН Варта (20,0 %).

Таблиця 5.1

Стійкість гібридів кукурудзи до шкідників і хвороб на природному інфекційному фоні за 2018–2020 рр.,%

№	Гібрид	Група стиглості	Уражено качанів							Пошкоджено	
			всього	фузаріоз	сіра гниль	пліснявіння	бактеріоз	пухирчаста сажка	летуча сажка	качанів бавовниковою совкою	рослин кукурудзяним метеликом
1.	ДБ Лада	ранньостиглі	36,7	13,3	6,7	23,3	20,0	0,0	0,0	6,7	1,3
2.	ДН Паланок		33,6	0,7	26,7	6,7	0,0	5,0	0,0	20,0	1,3
3.	ДН Пивиха		13,3	10,0	5,0	0,0	0,0	0,3	0,0	5,0	1,3
4.	Почаївський 190 МВ		40,0	6,7	3,3	40,0	0,0	0,3	0,0	26,7	5,0
5.	ДН Меотида		10,0	6,7	0,3	3,3	0,0	0,0	0,0	5,0	0,7
6.	ДН Нур		13,3	6,7	5,0	6,7	0,0	0,0	0,0	6,7	0,3
7.	ДЗ Латориця		23,3	13,3	0,0	20,0	0,0	0,3	0,0	10,0	6,7
мінімальне			10,0	0,7	0	0	0	0	0	5,0	0,3
середнє			22,9	8,2	6,7	14,3	2,9	0,8	0	11,4	2,4
максимальне			40,0	13,3	26,7	40,0	20,0	0,3	0,0	26,7	6,7
8.	Оржиця 237МВ	середньорання	10,0	3,3	6,7	0,7	0,0	0,3	0,0	5,0	3,3
9.	ДН Велес		10,0	3,3	3,3	3,3	0,7	0,0	0,0	5,0	0,7
10.	ДН Світязь		13,3	10,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,7	5,0
11.	ДН Рубін		20,0	10,0	10,0	0,7	0,0	0,0	0,0	23,3	1,3
12.	ДН Фієста		10,0	5,0	5,0	0,3	0,0	0,0	0,0	13,3	0,7
13.	ДН Віта		6,7	5,0	0,7	0,0	5,0	0,0	0,0	0,7	1,3
14.	ДН Славиця		5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0	1,3
15.	ДН Хортиця		26,7	13,3	10,0	5,0	0,0	0,0	0,0	13,3	1,3
16.	ДН Корунд		23,3	13,3	10,0	10,0	5,0	3,3	0,0	26,7	0,7
17.	ДН Галатея		10,0	6,7	3,3	0,7	0,0	0,7	0,0	6,7	0,7
18.	ДН Зоряна		33,3	13,3	5,0	0,0	13,3	5,0	0,7	13,3	0,7
19.	ДБ Хотин		23,3	16,7	6,7	5,0	0,0	0,0	0,0	26,7	1,3
20.	ДН Астра		13,3	6,7	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	2,7
21.	ДН Варга		20,0	20,0	6,7	0,7	0,0	0,0	0,0	23,3	0,7
22.	ДН Відрада		10,0	5,0	6,7	0,0	0,0	0,3	0,0	5,0	6,7
23.	ДН Страйд	13,3	6,7	5,0	0,0	0,0	5,0	0,0	6,7	1,3	

Продовження таблиці 5.1											
мінімальне			5,0	3,3	0	0	0	0	0	0,7	0,7
середнє			13,4	10,2	5,5	1,7	1,5	0,9	0,04	13,1	1,9
максимальне			26,7	20,0	10,0	10,0	13,3	5,0	0	6,7	6,7
24.	ДН Аджамка	середньостигла	50,0	26,7	13,3	20,0	23,3	0,0	0,0	13,3	1,3
25.	ДН Булат		13,3	10,0	5,0	0,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,7
26.	ДН Деметра		23,6	13,3	10,0	6,7	0,0	0,0	0,0	26,7	3,3
27.	ДН Джулія		13,3	5,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	1,3
28.	ДН Веста		26,7	13,3	10,0	0,0	0,0	3,3	0,0	13,3	0,7
29.	ДН Сармат		20,0	13,3	13,3	0,3	0,0	3,3	0,0	20,0	0,7
30.	ДН Бурштин		20,0	10,0	13,0	6,7	0,0	0,0	0,0	13,3	0,3
31.	ДН Тала		26,7	20,0	23,3	0,0	0,0	0,3	0,0	20,0	0,7
32.	ДН Драг		20,0	13,3	10,0	0,0	0,0	6,7	0,0	10,0	1,3
мінімальне			13,3	5,0	5,0	0	0	0	0,0	3,3	0,3
середнє			23,7	13,9	11,9	4,1	2,6	2,6	0	14,4	1,1
максимальне			50,0	26,7	23,3	20,0	23,3	10,0	0,0	26,7	1,3
33.	ДН Олена	середньопізня	6,7	5,0	5,0	0,0	0,0	0,3	0,0	6,7	3,3
34.	ДН Рава		10,0	5,0	6,7	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	0,3
35.	ДН Назар		13,3	10,0	13,3	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3	1,3
мінімальне			6,7	5,0	5,0	0	0	0	0	3,3	0,3
середнє			10,0	6,7	8,3	0	0	0,1	0	7,8	1,6
максимальне			13,3	10,0	13,3	0	0	0,3	0	13,3	3,3
НІР ₀₅ для гібрида			6,1– 8,6	2,7– 3,3	5,8– 4,2	7,0– 8,4	1,9– 3,1	1,2– 1,8	0,0– 0,0	5,3– 7,4	1,1– 2,8

За розвитком сірої гнилі резистентність проявилася на 12 гібридах з показником ураженості качанів $\leq 5,0$ %, серед яких особливо відзначилися ДН Славиця (0,0 %) і ДЗ Латориця (0,0 %), а найбільшу чутливість виявили ДН Тала (23,3 %), ДН Сармат і ДН Назар (по 13,3 %).

За рахунок високої стійкості, пліснявіння зерна практично не розвивалося у більшості зразків, що дозволило виокремити 17 гібридів кукурудзи з показниками ураженості качанів хворобою $\leq 1,0$ %, у тому числі 10 – з нульовим рівнем, тоді як найвищі значення ураженості качанів спостерігалися у гібридів Почаївського 190 МВ (40,0 %) і ДБ Лада (23,3 %).

Щодо бактеріозу більшість гібридів кукурудзи (31 з 35) не мали ознак ураження, окремі ж, зокрема ДБ Лада (20,0 %) і ДН Аджамка (23,3 %), відзначалися високою чутливістю до цієї хвороби.

Пухирчасту сажку, переважно, визначали на рослинах гібридів кукурудзи ДН Булат (10,0 %), ДН Драг (6,7 %) і ДН Страйд (5,0 %) рівень захворювання не перевищував статистично обґрунтований поріг.

Селекція досягла значних успіхів і сучасні гібриди кукурудзи виявляють високу стійкість до летючої сажки, тому на досліджуваних гібридах вона не мала поширення.

За шкодочинністю бавовникової совки найменш пошкодженими виявилися гібриди кукурудзи ДН Віта (0,7 %), ДН Пивиха, ДН Меотида та ДН Велес (по 5,0 %), тоді як найбільше ушкодження мали гібриди Почаївський 190 МВ, ДБ Хотин і ДН Деметра (по 26,7 %).

Щодо кукурудзяного метелика, то популяція цього шкідника знаходиться в депресивному стані і рівень пошкодження ним не перевищував 7 %. Тим самим, дані результати свідчать не про високу стійкість гібридів кукурудзи, а, можливо, про несприятливі погодні умови для розвитку шкідника у зв'язку з глобальними кліматичними змінами.

В той же час порівняльна оцінка стійкості гібридів кукурудзи за групами стиглості показала істотні відмінності за рівнем ураження хворобами та пошкодження шкідниками. Так, найвищу ураженість качанів (50,0 %) основними хворобами – фузаріозом (26,7 %), сірою гниллю (13,3 %), пліснявінням (20,0 %) і бактеріозом (23,3 %) – виявлено у середньостиглої групи, що вказує на її найменшу стійкість.

Ранньостиглі гібриди кукурудзи характеризувалися також значною вразливістю до комплексу хвороб, зокрема, мали високий рівень загального ураження качанів (36,7 %): фузаріоз (13,3 %) та пліснявіння (23,3 %), а також найвищий показник ураження бактеріозом (20,0 %).

Гібриди кукурудзи середньоранньої та середньопізньої груп стиглості, навпаки, мали найкращі показники стійкості: в середньоранній групі стиглості

середнє ураження качанів хвощами становило лише 10,0 %, з помірним розвитком фузаріозу (3,3 %) та мінімальними проявами інших хвороб; середньопізня група стиглості виявляла ще нижчий рівень ураження хворобами (6,7 %), без ознак пліснявіння й бактеріозу.

За пошкодженням качанів кукурудзи бавовниковою совкою найменший відсоток встановлено в середньоранній групі стиглості (5,0 %), а найвищий – у середньостиглій (13,3 %).

Щодо кукурудзяного метелика, найбільший відсоток пошкодження стебел гусеницями шкідника спостерігалось у гібридів середньоранньої та середньопізньої груп (по 3,3 %), тоді як у ранньостиглих і середньостиглих він був на рівні 1,3 %.

Загалом, найкращі показники стійкості виявлено у гібридів кукурудзи середньоранньої та середньопізньої груп стиглості, тоді як середньостиглі та ранньостиглі потребують додаткової селекції на стійкість. Це дає підстави рекомендувати середньоранні та середньопізні гібриди як перспективні з точки зору стійкості до біотичних чинників.

Дані таблиці свідчать про те, що одним із головних елементів в технології вирощування кукурудзи, що визначає ступінь ураження фітопатогенами і шкодочинними фітофагами – є добір гібрида. В результаті дослідження, жоден з гібридів кукурудзи не проявив комплексної стійкості проти основних збудників хвороб і шкідників. Тому, для забезпечення отримання високих врожаїв та обмеження розвитку шкодочинних об'єктів слід акцент робити на підборі найбільш стійких гібридів кукурудзи з урахуванням зональних особливостей видового складу шкодочинного комплексу.

Тобто, гібриди ранньостиглої групи стиглості мають найвищу ураженість качанів загалом та сильніше уражуються пліснявінням (до 40 %). Вони також більше пошкоджуються бавовниковою совкою. Середньоранні гібриди кукурудзи мають помірну ураженість качанів хворобами, але значне пошкодження совкою й фузаріозом. Середньостигла група гібридів кукурудзи проявляє оптимальний баланс, тобто дещо нижчу загальну ураженість і менше

ураження сажками. Гібриди середньопізньої групи стиглості найменш уражувалися, з мінімальними значеннями показника по всіх хворобах.

Для зони з небезпечним фітосанітарним станом (бавовникова совка, пліснявіння): доцільно використовувати гібриди кукурудзи середньостиглої або середньопізньої групи стиглості. Для одержання врожаю гібридів кукурудзи скоростиглих груп – вибір ранньостиглих гібридів кукурудзи можливий, але із застосуванням інтегрованого захисту посівів. Гібриди кукурудзи середньоранньої групи стиглості – вибір з помірним ризиком, але з акцентом на захист від фузаріозу й бавовникової совки.

5.2 Формування шкодочинного комплексу залежно від строків сівби кукурудзи

Строки сівби є одним із ключових регуляторів у формуванні шкодочинного комплексу посівів кукурудзи, оскільки визначають взаємозв'язок між розвитком рослин і динамікою активності шкодочинних організмів. Вибір часу сівби впливає не лише на ріст і продуктивність культури, а й на інтенсивність ураження хворобами та пошкодження шкідниками, оскільки від нього залежить, у який період розвитку кукурудза потрапляє під вплив несприятливих біотичних факторів [12; 24; 37; 65; 98; 112].

Ранні строки сівби (за температури ґрунту 6–8 °C) у степових умовах України часто супроводжуються уповільненими темпами проростання насіння і появи сходів кукурудзи, що призводить до ослаблення молодих рослин. У цей період підвищується ризик ураження сходів фітопатогенами ґрунтового комплексу, які викликають кореневі гнилі, некрози й загнивання проростків кукурудзи. Такі рослини формують слабшу кореневу систему, що знижує їхню стійкість до подальших стресів. Крім того, ранні посіви піддаються пошкодженню ґрунтовими шкідниками – дротяниками, несправжніми дротяниками, совками, що особливо активно живляться у прохолодний

весняний період, коли запас рослинних решток обмежений [9; 28; 54; 73; 101; 145].

Оптимальні строки сівби, коли температура ґрунту на глибині загортання насіння становить 10–12 °C і спостерігається її стале підвищення, забезпечують дружні сходи та активний ріст кукурудзи. За таких умов рослини швидше проходять уразливі фази розвитку, а ризик ураження фітопатогенами значно зменшується. Біологічна стійкість гібридів у цей період проявляється повніше, що стримує розвиток первинних інфекцій. Водночас оптимальні строки сівби дозволяють уникнути збігу фаз цвітіння та наливу зерна з піком льоту основних шкідників – кукурудзяного метелика (*Ostrinia nubilalis*) і бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*). Завдяки цьому кількість пошкоджених стебел і качанів зменшується на 25–40 %, а фітосанітарний стан агроценозу залишається стабільним [17; 41; 69; 92; 134; 176].

Пізні строки сівби (при температурі ґрунту понад 14–16 °C) призводять до швидкого проростання насіння, однак рослини потрапляють у період цвітіння й формування качанів у час масового розвитку шкідників. У цей час кукурудзяний метелик і бавовникова совка активно пошкоджують стебло і качани, спричиняючи порушення структури тканин, через що створюються шляхи для вторинного зараження фузаріозом, пліснявими грибами та бактеріозами. Крім того, пізні посіви частіше уражуються пухирчастою сажкою (*Ustilago maydis*), оскільки високі температури та дефіцит вологи у фазі 8–10 листків стимулюють розвиток інфекції. В результаті пізні строки сівби сприяють формуванню найбільш небезпечного шкодочинного комплексу, де поєднується одночасна дія кількох груп шкодочинних організмів [22; 46; 83; 118; 159].

Важливо також, що пізні посіви зазвичай досягають у період осіннього зниження температури та підвищення вологості повітря, що посилює розвиток грибних хвороб качанів – фузаріозу, пеніцильозного і аспергільозного видів пліснявиння. Такі умови не лише зменшують урожайність кукурудзи, а й

погіршують якість зерна, знижуючи його життєздатність через накопичення мікотоксинів [33; 57; 97; 121; 168; 204].

Отже, формування шкодочинного комплексу кукурудзи чітко залежить від строків сівби. Надто рання сівба підвищує ризик ґрунтових інфекцій і пошкодження сходів, тоді як пізня – активізує розвиток лускокрилих шкідників і вторинних інфекцій качанів. Оптимальні строки сівби, що забезпечують поєднання сприятливих температур і вологості ґрунту з мінімальною активністю патогенів і шкідників, є одним із найефективніших елементів інтегрованої системи захисту кукурудзи.

Таким чином, раціональне визначення строків сівби – це не лише агротехнічний, а й фітосанітарний прийом, який дозволяє регулювати розвиток фітопатогенів та шкодочинних ентомооб'єктів без надмірного використання пестицидів, зберігати біологічну рівновагу в агроценозі й забезпечувати стабільно високий рівень урожайності та якості зерна кукурудзи у степових умовах України.

Дослідженнями встановлено, що ураженість качанів кукурудзи хворобами знаходилася в прямій залежності від гібрида і змінювалась в межах 21,6–64,6 %, причому найвищий рівень спостерігався у гібрида Соколов 407 МВ. Мінімальні значення були виявлені у гібрида Подільського 274 СВ (21,6 %) (табл. 5.2).

За результатами дисперсійного аналізу встановлено, що обидва фактори – гібрид і строк сівби – істотно впливають на всі досліджувані показники ($p < 0,05$), при цьому фактор «гібрид» мав домінуючий ефект щодо ураженості основними хворобами качанів, а фактор «строк сівби» – розвитку пухирчастої сажки і пошкодженістю бавовниковою совкою.

Прослідковувалася пряма залежність між пошкодженістю рослин пухирчастою сажкою і строком сівби у гібридів кукурудзи Ушицький 167 СВ, у якого показники пошкодженості рослин зростали з 1,3 до 4,9 %, і гібрида Соколов 407 МВ – відповідно, з 3,5 до 18,4 %

Таблиця 5.2

Формування шкодочинного комплексу залежно від строку сівби у
гібридів кукурудзи різної групи стиглості в середньому за 2012–2014 рр., %

Гібрид	Строк сівби	Уражено		Пошкоджено	
		рослин пухирчастою сажкою	качанів хворобами	рослин кукурудзяним метеликом	качанів бавовниковою совкою
Ушицький 167 СВ	ранній	1,3	28,7	0,2	31,4
	оптимальний	1,7	26,3	0,4	10,5
	пізній	4,9	32,5	0,3	18,1
Подільський 274 СВ	ранній	2,2	26,3	1,5	13,5
	оптимальний	2,0	26,9	1,7	12,2
	пізній	2,2	21,6	1,3	15,5
Моніка 350 МВ	ранній	0,9	27,7	3,3	11,4
	оптимальний	2,5	24,5	3,5	5,3
	пізній	1,8	22,0	4,0	17,0
Соколов 407 МВ	ранній	3,5	64,6	1,9	17,3
	оптимальний	2,7	29,0	3,5	12,0
	пізній	18,4	41,2	6,7	28,8
НІР ₀₅ гібрид		0,7	1,5	2,8	1,9
строк сівби		1,2	4,7	0,8	5,3
взаємодії		1,6	5,1	3,4	3,2

Пошкодженість качанів бавовниковою совкою також значно змінювалась залежно від гібрида кукурудзи та строку сівби. Зміщення строку сівби від оптимального в більш ранні або більш пізні, призводило до істотного збільшення пошкодженості качанів кукурудзи цим шкідником.

Так, у гібрида кукурудзи Ушицький 167 СВ при оптимальному строку сівби пошкодженість становила 10,5 %, при ранньому і пізньому строку пошкодженість зростала до 31,4 і 18,1 %, відповідно.

Аналогічно, у гібрида Соколов 407 МВ – 12 %–ва пошкодженість качанів при зміщенні строків сівби різко зростала до 17,3 і 28,8 %.

Дані досліджень дозволили достовірно відокремити гібриди кукурудзи Моніка 350 МВ і Ушицький 167 СВ як більш стійкі до ураження та

пошкодження в умовах агрофону. Найбільш ефективні варіанти стійкості кукурудзи до фітопатогенів та фітофагів наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Найбільш ефективні варіанти стійкості кукурудзи до
фітопатогенів та фітофагів (агрофон × гібрид)

Показник	Найбільш стійкий гібрид × (строк сівби)	Значення
Мінімальна ураженість пухирчастою сажкою	Моніка 350 МВ × (24.IV)	0,9 %
Мінімальна ураженість хворобами качанів	Подільський 274 СВ × (12.V)	21,6 %
Мінімальне пошкодження кукурудзяним метеликом	Ушицький 167 СВ × (24.IV)	0,2 %
Мінімальне пошкодження бавовниковою совкою	Моніка 350 МВ × (03.V)	5,3 %

Тобто, дослідженнями встановлено, що на розвиток шкодочинного комплексу, окрім добору гібрида, впливали строки сівби. За оптимальних строків сівби кукурудзи пошкодженість і ураженість найбільш шкодочинними організмами була мінімальною. Зміщення строків сівби у бік ранніх або пізніх зумовлювало зростання ураження кукурудзи такими шкодочинними організмами як бавовникова совка та хвороби качанів.

Строки сівби істотно впливають на рівень ураження та пошкодження гібридів кукурудзи, але чутливість сильно відмінна між гібридами. Найбільш чутливим до пізніх строків виявився гібрид Соколов 407 МВ (статистично достовірно по всіх показниках). Оптимальний строк сівби у більшості випадків забезпечує менший рівень ураження фітопатогенами і пошкодження фітофагами. Показники НІР підтверджують достовірність змін за ураженням сажкою і пошкодженістю стебловим метеликом та бавовниковою совкою для окремих гібридів.

Слід зауважити, що за раннього строку сівби серед патогенного комплексу домінували збудники хвороб качанів з родів *Fusarium*, *Trichotecium* та *Rhizopus*. Ці патогенні організми проявляють високу конкурентоздатність і легку пристосованість до умов навколишнього середовища, серед польової мікофлори насіння, вони одні з перших заселяють качани кукурудзи внаслідок пошкодження бавовниковою совкою.

Для зменшення фітопатогенного і ентомологічного тиску, особливо на чутливі гібриди кукурудзи, необхідно сівбу проводити в оптимальні строки. Чутлива реакція гібрида Соколов 407 МВ на строки сівби свідчить про необхідність індивідуального підходу у підборі гібрида, виборі строків сівби і захисту посівів.

5.3 Вплив строків збирання урожаю на формування фітопатогенного та шкочочинного ентомокомплексу кукурудзи

Дане питання є край важливе і актуальне в сучасних умовах, тому що у практиці виробництва часто збирання урожаю кукурудзи є довготривалим до 1–1,5 місяці, а, іноді, і довше, що негативно позначається на якості зерна.

У результаті досліджень встановлено, що рівень ураженості гібридів кукурудзи хворобами та пошкодженості шкідниками залежав від групи стиглості та строків збирання урожаю. Так, у групі ранньостиглих і середньоранніх гібридів кукурудзи (Ушицький 167 СВ, Подільський 274 СВ) відмічено нижчий рівень ураження качанів хворобами (в межах 27,9–38,5 %) та значно менше пошкодження рослин стебловим метеликом (0,3–1,5 %) порівняно з середньостиглими та середньопізними гібридами. Гібрид Моніка 350 МВ, що належить до середньостиглої групи, мав менший діапазон ураженості качанів хворобами (21,9–32,4 %), але характеризувався найвищим рівнем пошкодження рослин стебловим метеликом (3,0–3,4 %) за всіх строків збирання урожаю. Середньопізній гібрид кукурудзи Соколов 407 МВ виявив найвищу загальну ураженість качанів хворобами (35,5–56,7 %) і найвище

пошкодження качанів бавовниковою совкою (17,1–21,5 %), що свідчить про підвищений ризик формування фітопатогенного та шкодочинного ентомокомплексу при пізньому збиранні врожаю (табл. 5.4).

Ураженість рослин пухирчастою сажкою гібридів кукурудзи Соколов 407 МВ і Подільський 274 СВ перевищувала 4,0 і 1,9 % відповідно, що вище за показники ранньостиглих і середньостиглих форм, але знаходилося в межах похибки дослідів.

Таблиця 5.4

Формування шкодочинного комплексу залежно від строків збирання у гібридів кукурудзи різної групи стиглості в середньому за 2012–2014 рр., %

Гібрид	Строк збирання	Уражено		Пошкоджено	
		рослин пухирчастою сажкою	качанів хворобами	рослин кукурудзяним метеликом	качанів бавовниковою совкою
Ушицький 167 СВ	раній	1,8	28,7	0,3	18,2
	оптимальний	2,0	28,2	0,5	19,7
	пізній	1,4	33,1	0,7	19,9
Подільський 274 СВ	раній	1,9	32,5	1,5	13,0
	оптимальний	1,5	27,9	1,0	11,9
	пізній	1,8	38,5	1,2	12,5
Моніка 350 МВ	раній	1,4	21,9	3,4	12,2
	оптимальний	1,4	26,4	3,1	11,4
	пізній	1,6	32,4	3,0	10,8
Соколов 407 МВ	раній	4,3	35,5	3,6	21,5
	оптимальний	4,2	48,9	3,5	17,1
	пізній	4,0	56,7	4,6	19,3
НІР ₀₅ гібрид		2,7	2,5	1,1	2,4
строк збирання		0,4	4,2	0,3	1,1
взаємодії		3,6	5,4	2,7	2,5

Отже, запізнення зі збиранням урожаю кукурудзи (тобто перестій рослин на 2 тижні) суттєво не впливало на зростання показників ураженості фітопатогенами та пошкодженості фітофагами, тобто ці показники знаходились

на попередньому рівні. В той же час запізнення зі збиранням урожаю ще на 2 тижні (тобто перестій рослин місяць) викликало різке підвищення відповідних показників.

Взагалі, найменш уражувалися та пошкоджувалися шкочинними організмами за всіма показниками гібриди кукурудзи Ушицький 167 СВ і Моніка 350 МВ, які можна рекомендувати для вирощування з метою зниження ризиків формування шкочинного комплексу при оптимальних строках збирання урожаю.

Строк збирання урожаю кукурудзи має достовірний вплив на ураженість качанів хворобами: при пізньому збиранні – розповсюдження хвороб значно зростає (табл. 5.5).

Таблиця 5.5

Порівняння гібридів кукурудзи та вибір найкращих варіантів

Гібрид	Стійкість до хвороб	Стійкість до метелика	Загальна оцінка
Моніка 350 МВ	+ (нижча ураженість)	– (висока шкочинність метелика)	Добре при ранньому збиранні
Ушицький 167 СВ	± (стабільний)	+ (низька шкочинність)	Найкращий варіант
Подільський 274 СВ	± (стабільний)	+	Збалансований
Соколов 407 МВ	– (високе ураження)	– (висока шкочинність)	Найгірший варіант

Стійкість рослин до ураження пухирчастою сажкою та пошкодженням кукурудзяним метеликом залежать від гібрида кукурудзи, а не від строку збирання урожаю. Найбільш оптимальний для вирощування гібрид кукурудзи Ушицький 167 СВ: помірне ураження качанів і мінімальний відсоток пошкодження стебел гусеницями кукурудзяного метелика. Гібрид Моніка 350 МВ є перспективним за фітопатогенною ситуацією при ранньому збиранні

урожаю, однак вразливий до кукурудзяного метелика. Пізнє збирання урожаю значно погіршує фітосанітарний стан посівів, особливо для гібридів кукурудзи Соколов 407 МВ та Моніка 350 МВ.

Дані досліджень свідчать про суттєве зростання ураженості рослин кукурудзи пухирчастою сажкою та хворобами качанів і пошкодженістю бавовниковою совкою при зміщенні строків сівби у бік надраних або більш пізніх від оптимальних і динамічне зростання ураженості хворобами качанів при запізненні із збиранням урожаю кукурудзи.

Особливістю формування видового складу патогенної мікофлори качанів за пізніх строків збирання урожаю було те, що з домінуючих були представники *Cladosporium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Trichoderma spp.*, в меншій мірі, *Penicillium spp.* Сильніше за всі були інфіковані і пошкоджені качани, верхівка яких була неприкрита обгортками. Серед збудників хвороб домінували гриби, збудники хвороб так звані плісені зберігання, які є основною причиною псування зерна при зберіганні – *Aspergillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *Penicillium spp.*

Фітотоксичність цих грибів на насіння кукурудзи є одним із ключових чинників, що знижують життєздатність і енергію проростання зерна, погіршують якість сходів та спричиняють ураження проростків у польових умовах.

Зерно кукурудзи часто контаміноване *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.* та *Rhizopus spp.*, які продукують широкий спектр вторинних метаболітів – токсинів, здатних пригнічувати ріст і розвиток кореневої системи (таблиця 5.6).

Найпоширеніші з них – фумонізени, трихотецени (деоксиніваленол, Т-2 і НТ-2 токсини), зеараленон та афлатоксини. Високі концентрації цих сполук навіть у межах кількох мг/кг викликають некрози тканин зародка, порушення мембранної проникності клітин, зниження активності ферментів, відповідальних за гідроліз запасних речовин ендосперму.

Таблиця 5.6

Фітотоксична дія грибів на насіння і проростки кукурудзи
(на прикладі *F. verticillioides*, *P. martensii*, *T. harzianum*, *As. flavus*)
в середньому 2021–2024 рр.

Вид збудника	Схожість насіння, %	Фітотоксичність грибів, %	
		на проростки	на корінці
<i>F. verticillioides</i>	87	24,6	16,8
<i>P. martensii</i>	83	36,7	23,5
<i>T. harzianum</i>	74	63,1	67,2
<i>As. flavus</i>	77	31,4	24,3
НІР ₀₅	2,2–2,5		

Уражене насіння часто має зморщену поверхню, слабку енергію проростання, затримку появи сходів і зниження польової схожості до 30–40 %. Крім того, фітотоксичні гриби діють синергічно з бактеріями й іншими фітопатогенами, формуючи складні комплекси гнилей та цвілей під час зберігання і проростання. Гриби *Fusarium verticillioides* і *Fusarium graminearum* є найбільш агресивними щодо кукурудзи, бо їх токсини (зокрема фумонізини) пригнічують розвиток рослини (рис. 5.1).

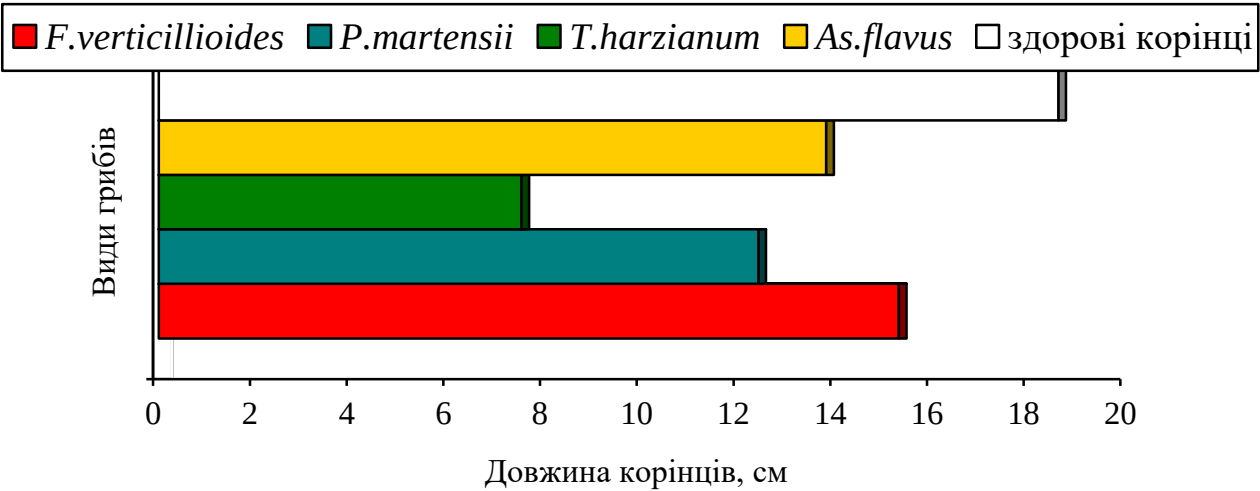


Рис. 5.1 Вплив культуральних розчинів грибів на довжину корінців кукурудзи (на прикладі *F. verticillioides*, *P. martensii*, *T. harzianum*, *As. flavus*) 2021–2024 рр.

В умовах підвищеної вологості та температури понад 25 °C токсигенні види швидко розвиваються, поширюючи інфекцію під час зберігання і сівби. Для зниження фітотоксичності важливим є дотримання режимів сушіння й зберігання зерна (вологість не вище 14 %), передпосівне протруювання насіння системними фунгіцидами на основі тебуконазолу, флудіоксонілу чи металаксилу, а також впровадження сівозміни та використання стійких гібридів. Таким чином, контроль фітотоксичних грибів є обов'язковим елементом інтегрованого захисту насіння кукурудзи, що забезпечує здорові сходи та рівномірний старт розвитку рослин.

Окрім високої фітотоксичності плісневих грибів для насіння і проростків кукурудзи, однією з головних проблем під час зберігання зерна є їх здатність продукувати токсичні метаболіти небезпечні для людей і тварин – мікотоксини.

Найчастіше ураження зерна спричиняють *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma spp.* і *Fusarium spp.*, які активно розвиваються за підвищеної вологості зерна (понад 14–15 %) і температури вище +20 °C. *Aspergillus flavus* та *Aspergillus parasiticus* утворюють афлатоксини, *Penicillium verrucosum* – охратоксин А, а *Fusarium graminearum*, *Fusarium verticillioides* – деоксиніваленон, зеараленон і фумонізени. Ці сполуки стійкі до термічної обробки й становлять загрозу для здоров'я людей і тварин, викликаючи інтоксикації, зниження імунітету та продуктивності.

Інтенсивність накопичення мікотоксинів у зерні визначається умовами дозрівання і зберігання: підвищена вологість (понад 15 %), температура понад +20 °C, пошкодження зерна шкідниками чи механічними діями значно прискорюють їх утворення. Тому важливим є дотримання технологічних параметрів зберігання – очищення, досушування до 12–13 % вологості, провітрювання, запобігання конденсації вологи й дезінфекція сховищ, контроль температурно–вологісного режиму й регулярний моніторинг мікотоксинів.

Дотримання санітарних вимог і технологічних регламентів зберігання забезпечує збереження якості зерна і запобігає розвитку плісневих грибів.

Регулярний лабораторний контроль за вмістом мікотоксинів дозволяє забезпечити безпечність зерна кукурудзи для харчових і кормових цілей.

Висновки до розділу 5

До ключових агротехнологічних чинників, що істотно впливають на розвиток шкочинних організмів, належать правильний підбір гібрида, оптимізація строків сівби та своєчасне збирання урожаю кукурудзи. Дані досліджень показують достовірний вплив агроприйомів на регулювання рівня та особливостей формування шкочинного комплексу в посівах кукурудзи.

Вибір гібридів кукурудзи із підвищеною стійкістю до основних хвороб (фузаріозу качанів, пухирчастої сажки, бактеріозів) і стійкістю до пошкодження шкідниками стебла і качанів (кукурудзяним метеликом, бавовниковою совкою) є базовим елементом фітосанітарної оптимізації агроценозу.

Важливо, щоб гібрид кукурудзи був адаптований до умов конкретного регіону, мав коротший вегетаційний період і характеризувався прискореним висиханням зерна, що зменшує ризик розвитку вторинних інфекцій у пізні строки збирання урожаю.

Окрім добору гібрида кукурудзи, найефективнішим профілактичним заходом проти фітопатогенів та фітофагів є оптимальні строки сівби. Ранні та пізні строки сівби підвищують ризик ураження рослин кукурудзи фітопатогенами і пошкодження ентомокомплексом.

Рекомендується проводити сівбу, коли температура ґрунту на глибині 10 см становить 10–12 °С, і за таких умов формуються дружні сходи, рослини проходять початкові фази росту до активізації основних шкідників, а період цвітіння кукурудзи завершується до піку чисельності кукурудзяного метелика, що істотно зменшує пошкодженість стебел і качанів.

Своєчасне збирання урожаю зерна кукурудзи – завершальний етап регулювання розвитку шкочинних об'єктів. Затримка зі збиранням урожаю

спричиняє повторне інфікування качанів хворобами та пошкодження шкідниками.

Оптимальним є початок збирання при вологості зерна 20–22 %, коли качани ще міцно утримуються на стеблах, але процеси ураження вже мінімізовані.

Раннє збирання зменшує ймовірність поширення хвороб і пошкоджень шкідниками, а подальше швидке очищення, сушіння і зберігання зерна у вентильованих умовах повністю усуває можливість розвитку вторинних інфекцій.

Правильно підібраний гібрид кукурудзи з високою екологічною стійкістю, висіяний у оптимальні строки, проходить критичні фази розвитку в період найменшої активності шкідників, що дозволяє знизити пошкодженість стебел кукурудзяним метеликом і бавовниковою совкою на 30–50 %, а ураженість качанів хворобами – на 20–40 %. Загалом, найкращі показники стійкості отримано у гібридів кукурудзи середньоранньої та середньопізньої груп стиглості.

В результаті дослідження, жоден з гібридів не проявив комплексної стійкості проти основних збудників хвороб і шкідників. Тому, для забезпечення отримання високих урожаїв зерна кукурудзи та обмеження розвитку шкодочинних об'єктів слід акцент робити на підбір найбільш стійких гібридів з урахуванням зональних особливостей видового складу шкодочинних об'єктів.

Для зони з небезпечним фітосанітарним станом (бавовникова совка, пліснявіння): доцільно використовувати середньостиглі або середньопізні гібриди кукурудзи. Для одержання урожаю скоростиглих гібридів кукурудзи – вибір ранніх гібридів можливий, але із застосуванням інтегрованого захисту посівів. Середньоранні гібриди – варіант для помірною ризику, але з акцентом на захист від фузаріозу й бавовникової совки.

Строки сівби є одним із ключових регуляторів у формуванні шкодочинного комплексу посівів кукурудзи, оскільки визначають взаємозв'язок між розвитком рослин і динамікою активності шкодочинних

організмів. За ранніх строків сівби, вже наприкінці вегетації відбувалось сильне ураження кукурудзи хворобами качанів (28,7 і 64,6 %) та пошкодження бавовникою совкою (31,4 і 17,3 %) гібридів Ушицький 167 СВ (ранньостиглий) і Соколов 407 МВ (середньопізній). У гібрида Соколов 407 МВ, при зміщенні строків сівби від ранніх до пізніх, також відбувалося зростання ураженості рослин пухирчастою сажкою (з 3,5 до 18,4 %) та пошкодженості кукурудзяним метеликом (з 1,9 до 6,7 %). Менша ураженість і пошкодженість рослин кукурудзи шкодочинними об'єктами була за оптимального строку сівби.

За ранніх строків сівби (за температури ґрунту 6–8 °С) у степових умовах України часто підвищується ризик ураження сходів фітопатогенами ґрунтового комплексу, які зумовлюють кореневі гнилі, некрози й загнивання проростків.

За пізніх строків сівби (при температурі ґрунту понад 14–16 °С) – рослини потрапляють у період цвітіння й формування качанів у час масового розвитку лускокрилих шкідників (кукурудзяний метелик і бавовникова совка). Пізні строки сівби сприяють формуванню найбільш небезпечного шкодочинного комплексу на кукурудзі, де поєднується одночасна дія кількох груп шкодочинних організмів. Також, за пізніх строків сівби кукурудза зазвичай досягає у період осіннього зниження температури та підвищення вологості повітря, що посилює розвиток грибних хвороб качанів – фузаріозу, пеніцильозного і аспергільозного видів пліснявіння. Такі умови не лише зменшують урожайність, а й погіршують якість зерна.

Запізнення зі збиранням урожаю призводило до динамічного зростання ураженості і пошкодженості шкодочинними організмами: гібрид Соколов 407 МВ – ураженість качанів хворобами зростала з 35,5 до 56,7 %, пошкодженість кукурудзяним метеликом – зростала з 3,5 до 4,6 %; гібридів Ушицький 167 СВ – з 28,7 до 33,1 % і з 18,2 до 19,9 %, відповідно ураження качанів хворобами і пошкодження бавовниковою совкою. Найменший їх розвиток спостерігали на середньостиглому гібриді кукурудзі Моніка 350 МВ, де ураженість качанів хворобами за ранніх строків збирання урожаю становила

21,9 %, а пошкодженість качанів бавовниковою совкою була в межах 10,8–12,2 %.

Особливістю формування видового складу патогенної мікофлори качанів кукурудзи при запізненні зі строками збирання урожаю: з домінуючих збудників хвороб були представники родів так звані «плісені зберігання», які є основною причиною псування зерна в зерносховищах – *Aspergillus spp.*, *Trichoderma spp.*, *Penicillium spp.*

Фітотоксичність цих грибів на зерно кукурудзи є одним із ключових чинників, що знижують життєздатність і енергію проростання зерна, погіршують якість сходів та спричиняють ураження проростків у польових умовах. Окрім високої фітотоксичності плісневих грибів для насіння і проростків кукурудзи, однією з головних проблем під час зберігання зерна кукурудзи є здатність їх продукувати токсичні метаболіти, небезпечні для людей і тварин – мікотоксини.

Зерно кукурудзи часто контаміноване *Fusarium spp.*, *Aspergillus spp.*, *Penicillium spp.*, *Alternaria spp.*, *Cladosporium spp.* та *Rhizopus spp.*, які продукують широкий спектр вторинних метаболітів – мікотоксинів (фумонізину, трихотецени (деоксиніваленол, Т–2 і НТ–2 токсини), зеараленон та афлатоксини).

Дотримання санітарних вимог і технологічних регламентів зберігання дозволяє зберегти якість зерна та запобігає розвитку плісневих грибів. Регулярний моніторинг за вмістом мікотоксинів дозволяє забезпечити безпечність зерна кукурудзи для харчових і кормових цілей.

РОЗДІЛ 6

ОЦІНКА МОРФОМЕТРИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН КУКУРУДЗИ В УМОВАХ ФОРМУВАННЯ АГРОЦЕНОЗІВ

6.1 Лінійний приріст рослин кукурудзи залежно від агротехнологічних прийомів

Про погіршення умов розвитку кукурудзи на фоні чизелювання, дискування і безпосередньої сівби (нульовий обробіток), свідчило відставання ростових показників, порівняно з полицевим обробітком ґрунту.

Так, у багаторічних дослідженнях 2016–2020 рр. було встановлено чітку залежність лінійного приросту рослин кукурудзи від системи основного обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння. Цей період росту є критичним для формування структури майбутнього врожаю, активізується фотосинтетична діяльність.

Отримані дані свідчать, що полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см створював найбільш сприятливі умови для росту рослин кукурудзи, забезпечуючи інтенсивний розвиток кореневої системи, оптимальну вологість та аерацію орного шару ґрунту. У цьому варіанті лінійний приріст рослин кукурудзи (період 10–12 листків) становив від 5,8–6,5 см/добу (без передпосівного протруювання насіння) до 6,6–6,6 см/добу (з передпосівним протруюванням насіння) залежно від року. Такі показники перевищували результати на інших системах обробітку ґрунту на 0,3–1,14 см/добу, що є статистично достовірною різницею (табл. 6.1).

Дещо нижчі, але стабільно високі показники лінійного приросту отримано за чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см. У цьому варіанті залежно від року лінійний приріст рослин кукурудзи без передпосівного протруювання становив 5,2–5,9 см/добу, а з передпосівним протруюванням насіння – 5,4–6,3 см/добу.

Таблиця 6.1

Лінійний приріст кукурудзи залежно від способу обробітку ґрунту і
передпосівного протруювання насіння* на природному фоні
(період 10–12 листків), см/добу

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	6,5	6,0	6,1	6,3	5,8
	з протруюванням	6,6	6,2	6,4	6,5	6,0
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	5,9	5,6	5,4	5,7	5,2
	з протруюванням	6,3	5,7	5,9	6,1	5,4
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	6,1	5,1	5,4	5,6	5,0
	з протруюванням	6,5	5,2	5,6	5,9	5,0
Нульовий	без протруювання	5,9	4,8	5,2	5,4	4,7
	з протруюванням	6,2	5,1	6,0	5,7	5,5
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,09	0,08	0,16	0,19	0,14
для фактора В (обробітку)		0,18	0,07	0,25	0,17	0,27

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Відмінність у 0,32 см/добу свідчить про позитивний вплив передпосівного протруювання насіння, яке стимулювало ранній розвиток кореневої системи і зменшувало негативний вплив фітопатогенів у ризосфері. Застосування чизельного розпушування сприяло збереженню вологи та зниженню ступеня ущільнення ґрунту, однак через відсутність інверсії орного шару частина післяжнивних решток залишалася на поверхні, що знижувало швидкість прогрівання ґрунту навесні, а відтак уповільнювало стартовий ріст порівняно з полицевим обробітком. Проте цей варіант характеризувався кращим збереженням ґрунтової вологи у посушливі роки, що підтверджує його перспективність для умов степової зони.

За дискового обробітку на глибину 10–12 см показники лінійного приросту були ще нижчими – 5,0–6,1 см/добу без передпосівного протруювання

і 5,0–6,5 см/добу із передпосівним протруюванням насіння. Проте, як і в попередніх варіантах, застосування передпосівного протруювання насіння позитивно вплинуло на динаміку ростових процесів рослин: приріст становив близько 0,2 см/добу, що перевищувало межу істотності.

Найменший лінійний приріст рослин кукурудзи отримано у варіантах із нульовим (No-till) обробітком ґрунту. За відсутності передпосівного протруювання середній показник лінійного приросту рослин становив лише 4,7–5,9 см/добу, а при застосуванні хімічної обробки насіння – 5,1–6,2 см/добу. Умови цього варіанту характеризувалися значним ущільненням верхнього шару ґрунту, низькою температурою на початку вегетації та повільним прогріванням через наявність рослинних решток на поверхні. Крім того, накопичення патогенів у мульчованому шарі й повільне розкладання органіки створювали несприятливий мікробіологічний фон. Це призводило до сповільнення ростових процесів і зниження темпів лінійного приросту, незважаючи на позитивний ефект передпосівного протруювання. Проте навіть за таких умов спостерігалася тенденція до покращення росту рослин кукурудзи при застосуванні передпосівної обробки насіння, що підтверджує необхідність її використання.

За роки спостережень полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см в агротехнологічному комплексі з передпосівним протруюванням насіння (6,34 см/добу) забезпечував оптимальне поєднання агрофізичних і біологічних умов для активного росту рослин кукурудзи. За нульового обробітку без передпосівного протруювання насіння (5,20 см/добу), де через ущільнення ґрунту розвиток рослин був сповільнений: лінійний приріст істотно менший від контрольних значень (рис. 6.1).

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи мало чітко виражений позитивний вплив у всіх системах обробітку ґрунту. Середній приріст рослин в період 10–12 листків порівняно з варіантами без застосування протруювання становив 0,18–0,50 см/добу, що перевищувало поріг достовірності. Найбільший ефект від передпосівної обробки насіння кукурудзи спостерігався за нульового

та чизельного обробітку ґрунту, де дія препаратів компенсувала несприятливі умови розвитку в початковий період вегетації.

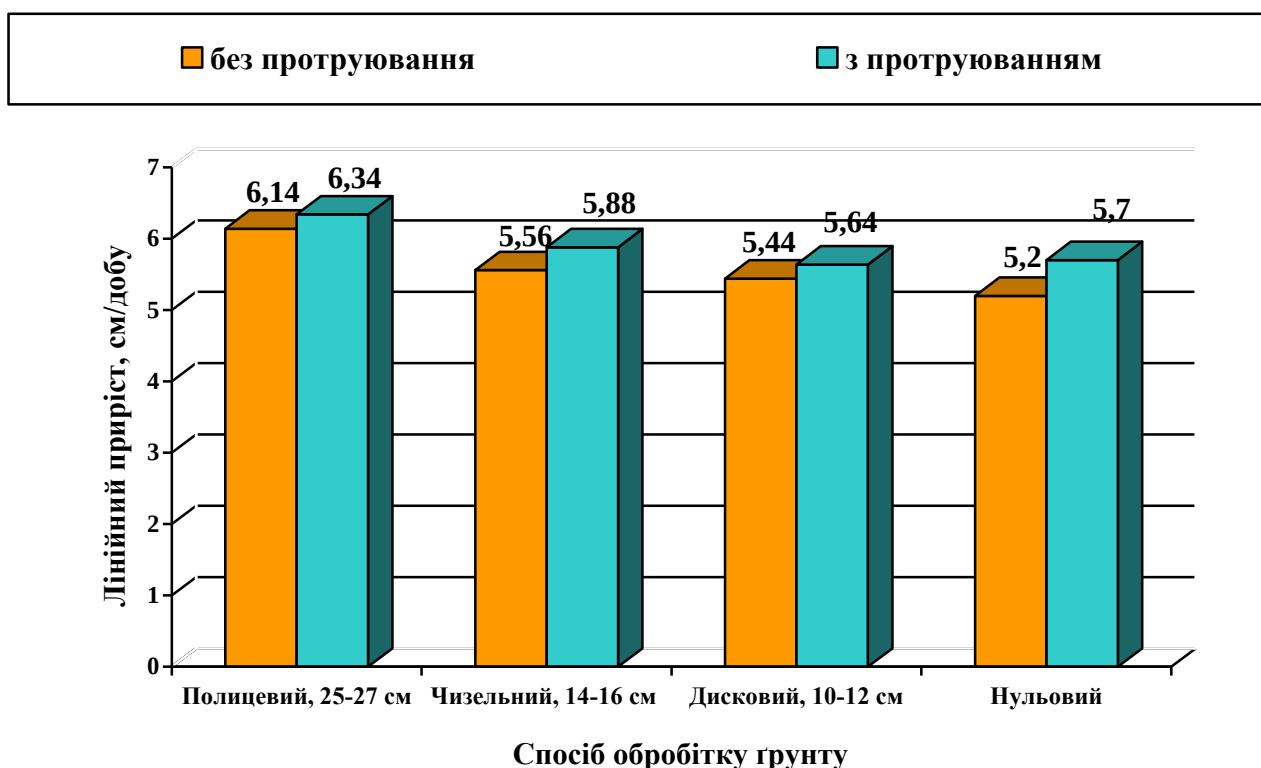


Рис. 6.1 Лінійний приріст кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

На фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) лінійний приріст рослин кукурудзи у період 10–12 листків мав тенденцію до суттєвого підвищення в усіх системах основного обробітку ґрунту. Це підтверджує провідну роль елементів живлення у формуванні стартової енергії росту культури, активізації метаболічних процесів та розвитку асиміляційного апарату. Залежно від року, за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см без передпосівного протруювання лінійний приріст становив 6,1–7,0 см/добу, а з передпосівним протруюванням насіння – 6,2–7,3 см/добу, що на 0,32–1,22 см/добу перевищувало варіанти на природному фоні (без внесення добрив), що свідчить про підвищення ефективності використання вологи та

елементів живлення внаслідок покращення фізико-хімічних властивостей ґрунту (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Лінійний приріст кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту,
передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**
(період 10–12 листків), см/добу

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	7,0	6,2	6,4	6,6	6,1
	з протруюванням	7,3	6,2	6,5	6,7	6,4
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	7,1	5,9	5,5	6,4	5,7
	з протруюванням	7,2	5,7	6,1	6,3	6,0
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	6,2	5,7	5,5	5,4	5,5
	з протруюванням	6,9	5,6	5,7	6,3	5,4
Нульовий	без протруювання	5,6	5,3	5,7	5,4	5,0
	з протруюванням	6,7	5,6	5,4	6,0	5,3
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,09	0,09	0,08	0,07	0,09
для фактора В (обробітку)		0,07	0,09	0,22	0,26	0,08

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

У варіанті з чизельним обробітком ґрунту на глибину 14–16 см лінійний приріст рослин був дещо нижчим – 5,5–7,1 см/добу без передпосівного протруювання та 5,7–7,2 см/добу із передпосівним протруюванням насіння. Порівняно з контрольним полицевим обробітком ґрунту різниця становила 0,36–0,40 см/добу. Використання протруєного насіння на цьому фоні забезпечило приріст рослин на 0,14 см/добу, що перевищує межу істотності, підтверджуючи доцільність застосування протруйників у системах енергоощадного обробітку ґрунту.

Дещо гірші результати отримані при дисковому обробітку ґрунту (10–12 см), де лінійний приріст рослин становив 5,4–6,2 см/добу без передпосівного протруювання та 5,4–6,9 см/добу із передпосівним протруюванням насіння. У цьому випадку внесення добрив не забезпечило повного вирівнювання ростових показників, оскільки неглибоке розпушення сприяло пересиханню верхнього шару ґрунту, утворенню ущільнень і слабшому розвитку кореневої системи рослин кукурудзи. Проте навіть за таких умов застосування передпосівного протруювання насіння покращувало ситуацію: ріст рослин підвищувався в середньому на 0,32 см/добу, що вказує на ефективність хімічного захисту насіння як компенсуючого фактора при використанні поверхневих систем обробітку ґрунту.

Найнижчі показники отримано у варіантах із нульовим обробітком ґрунту (No-till). Лінійний приріст рослин без хімічного захисту насіння становив лише 5,0–5,7 см/добу, а з передпосівним протруюванням насіння – 5,3–6,7 см/добу. Хоча внесення мінеральних добрив частково компенсувало негативний вплив ущільнення поверхневого шару і низької температури ґрунту навесні, повільна мінералізація органічної речовини і слабкий розвиток кореневої системи рослин стримували інтенсивність росту кукурудзи. Позитивна дія передпосівного протруювання насіння у цьому варіанті була невисокою (0,41 см/добу). Проте навіть за таких умов нульовий обробіток суттєво поступався іншим системам обробітку ґрунту.

Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ загалом сприяло підвищенню лінійного приросту рослин у період 10–12 листків у середньому на 0,3–0,6 см/добу у порівнянні з отримано за полицевого обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння (6,62 см/добу), тоді як найгіршим варіантом залишався нульовий обробіток ґрунту без передпосівного протруювання насіння (5,40 см/добу). Це свідчить про сукупний ефект поєднання в агротехнологіях традиційного глибокого обробітку ґрунту, удобрення, передпосівного захисту насіння. Така комбінація забезпечує найкраще співвідношення водного, повітряного та поживного режимів у ґрунті, стимулює активне

коренеутворення й інтенсивний розвиток надземної маси рослин кукурудзи (рис. 6.2).

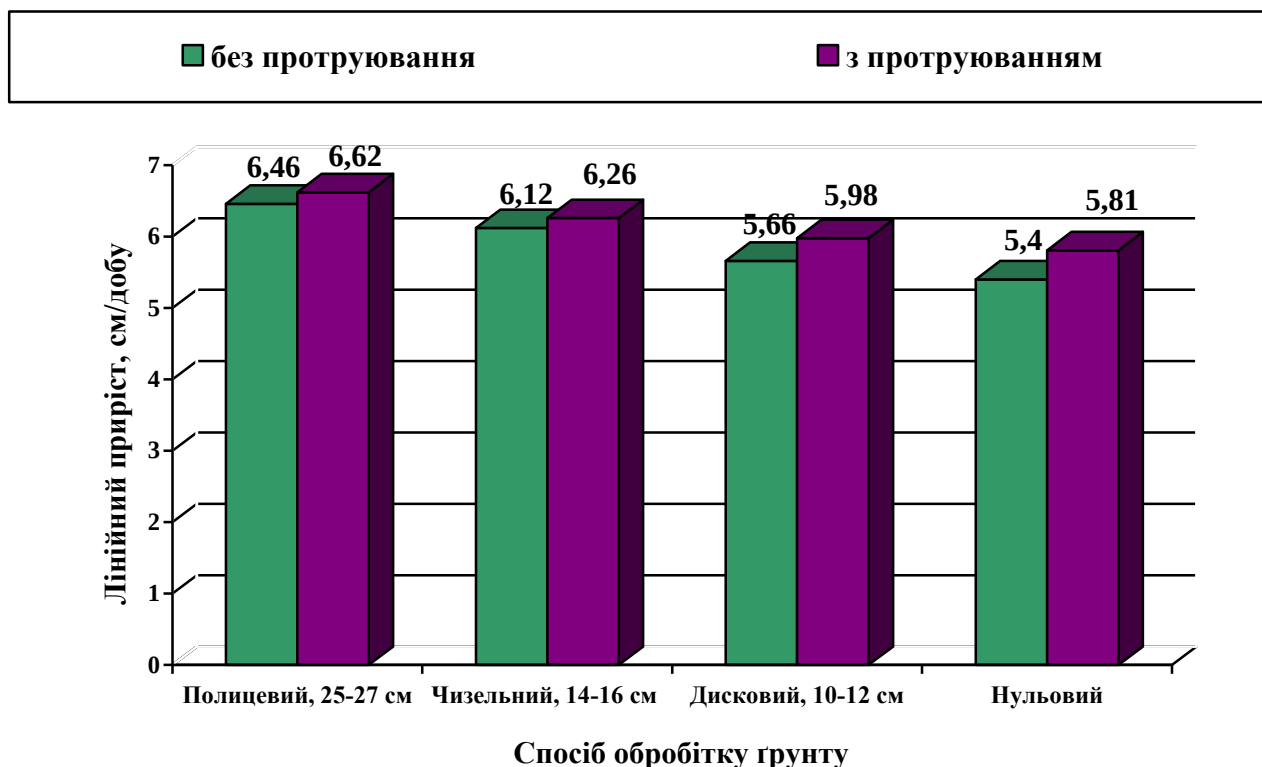


Рис. 6.2 Лінійний приріст кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Тобто, на фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ інтенсивність росту кукурудзи зростає в усіх системах обробітку, проте найбільший ефект спостерігається при полицевому обробітку ґрунту.

При цьому лінійний приріст перевищує контрольні значення без внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ на 0,3–0,6 см/добу. Передпосівне протруювання насіння підсилює позитивний вплив удобрення, збільшуючи лінійний приріст рослин кукурудзи у середньому на 0,16–0,41 см/добу порівняно з непротруєним насінням. Найвищі показники отримано за агротехнологічного комплексу: полицевий обробіток ґрунту, внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, передпосівне протруювання насіння баковою сумішшю препаратів Вітавакс 200 ФФ і

Круїзер 350 FS (6,62 см/добу), а найнижчі – за нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння (5,40 см/добу).

Порівняльний аналіз лінійного приросту рослин кукурудзи у період 10–12 листків за середніми даними 2016–2020 рр. свідчить про чітку взаємодію між системою основного обробітку ґрунту, передпосівним протруюванням насіння та внесенням мінеральних добрив. Найвищі середні показники отримані за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см, де без внесення добрив лінійний приріст рослин становив 6,14 см/добу без застосування протруювання і 6,34 см/добу із передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні відповідно 6,46 і 6,62 см/добу (рис. 6.3, додаток І.1).

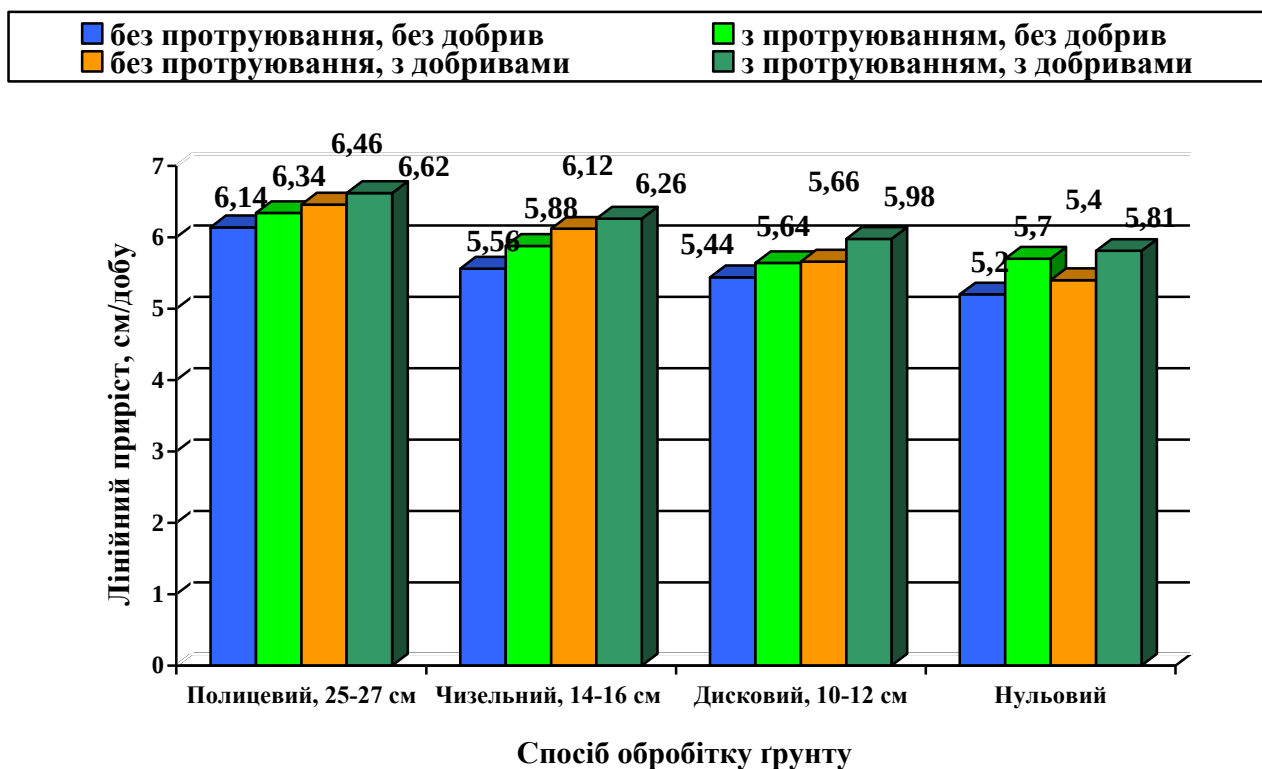


Рис. 6.3 Лінійний приріст кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Чизельний обробіток ґрунту (14–16 см) забезпечив дещо нижчі, але стабільно високі показники: без внесення добрив – 5,56 см/добу (без

передпосівного протруювання насіння) і 5,88 см/добу (з передпосівним протруюванням насіння), а на фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 6,12 і 6,26 см/добу, відповідно. Відмінність між полицевим і чизельним способами обробітку ґрунту у межах 0,3–0,5 см/добу пояснюється меншою глибиною розпушення та відсутністю обороту скиби, однак така система краще зберігає вологу і характеризується більш рівномірним постачанням елементів живлення впродовж вегетації.

При дисковому обробітку ґрунту (10–12 см) лінійний приріст становив 5,44 см/добу у варіанті без передпосівного протруювання і без внесення добрив; при застосуванні передпосівного протруювання насіння отримано 5,64 см/добу, а на удобреному фоні – 5,66 та 5,98 см/добу. Незважаючи на загальну тенденцію до підвищення показників при внесенні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ і застосуванні протруйників, дисковий обробіток поступався полицевому в середньому на 0,6–0,9 см/добу. Це свідчить про певне обмеження розвитку рослин кукурудзи в умовах надмірного ущільнення підповерхневого горизонту ґрунту.

Найнижчі показники відзначено у варіантах нульового (No-till) обробітку ґрунту. Без внесення добрив лінійний приріст становив 5,20 см/добу без передпосівного протруювання та 5,70 см/добу із передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 5,40 і 5,81 см/добу, відповідно. Попри помітне підвищення показників після внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (0,20–0,35 см/добу), навіть за таких умов приріст був нижчим порівняно з іншими системами обробітку ґрунту. Передпосівне протруювання насіння кукурудзи мало найбільший позитивний ефект саме за нульового обробітку ґрунту (0,50–0,61 см/добу), що підтверджує його компенсуючу дію при обмеженій аерації і підвищеному фітопатогенному тиску.

У середньому внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило підвищення лінійного приросту рослин на 2,6–6,0 см/добу у порівнянні з контролем без удобрення, а застосування протруйників – додаткове збільшення приросту на 1,8–4,6 см у межах кожної системи обробітку ґрунту. Найбільший сумарний

ефект отримано у варіанті, який включав агротехнологічний комплекс: полицевий обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння, внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (6,62 см/добу), який можна вважати найефективнішим комплексом технологічних прийомів. Найгірші результати спостерігалися при нульовому обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив (5,20 см/добу), що свідчить про істотне пригнічення ростових процесів кукурудзи за відсутності активного втручання в ґрунтове середовище.

Таким чином, залежність лінійного приросту кукурудзи від факторів має виражений комплексний характер: найвищі значення забезпечує поєднання глибокого обробітку, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) у середньому підвищує показник приросту на 4–5 %, а передпосівне протруювання насіння – на 3–7 % у межах кожного способу обробітку.

6.2 Формування висоти рослин кукурудзи залежно від агроприйомів

Висота рослин кукурудзи є одним із базових морфологічних критеріїв росту і розвитку кукурудзи, який безпосередньо відображає рівень фізіологічної активності рослин, їхню реакцію на умови середовища і технологічні фактори вирощування. Висота рослин кукурудзи тісно корелює із наростанням біомаси, формуванням листової поверхні та потенційною урожайністю [12; 47; 63].

За даними п'ятирічних спостережень найвищі показники висоти рослин кукурудзи отримано у варіантах із полицевим обробітком ґрунту на глибину 25–27 см, де без передпосівного протруювання насіння вона становила 216–221 см, а при передпосівній обробці насіння хімічними препаратами – 220–226 см (фаза викидання волоті). Передпосівне протруювання насіння у цьому варіанті сприяло підвищенню висоти рослин у середньому на 4,8 см, що перевищує межу істотності, і свідчить про зменшення впливу ґрунтових інфекцій і покращення стартової енергії росту (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Висота рослин кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* на природному фоні (фаза викидання волоті), см

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	221	216	218	219	216
	з протруюванням	226	220	223	225	220
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	220	211	214	216	211
	з протруюванням	222	215	218	222	214
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	219	209	211	214	208
	з протруюванням	223	210	213	215	210
Нульовий	без протруювання	217	209	210	215	209
	з протруюванням	218	214	212	215	210
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,8	1,3	1,5	0,7	0,9
для фактора В (обробітку)		0,5	2,7	0,9	2,3	3,2

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Дещо нижчі, але близькі до оптимальних значення отримано за чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см. Висота рослин кукурудзи становила 211–220 см без передпосівного протруювання і 214–222 см із передпосівним протруюванням насіння, залежно від погодних умов вегетаційного періоду.

Різниця між варіантами складає 3,6 см, що також є статистично достовірною. Ця система обробітку ґрунту, яка поєднує елементи глибокого розпушення без обороту скиби, сприяла поліпшенню структурного стану ґрунту і збереженню вологи, однак через нерівномірне прогрівання орного горизонту весною спостерігалось певне відставання ростових процесів рослин кукурудзи порівняно з полицевим обробітком ґрунту. Застосування протруйників у цьому варіанті сприяло активізації росту рослин внаслідок

зниження фітопатогенного навантаження, що підтверджує ефективність інтегрованого підходу до стартового захисту насіння кукурудзи.

За дискового обробітку ґрунту на глибину 10–12 см висота рослин без передпосівного протруювання насіння становила 208–219 см, а з передпосівним протруюванням насіння – 210–223 см. На цьому способі основного обробітку ґрунту передпосівне протруювання насіння забезпечило достовірне підвищення висоти рослин на 2,0 см, що підтверджує його роль як компенсуючого фактора при використанні поверхневих систем обробітку.

Найменшу висоту рослин кукурудзи отримано при нульовому (No-till) обробітку ґрунту. Без істотної різниці варіантів з хімічним захистом насіння і при застосуванні передпосівного протруювання насіння цей показник становив 209–218 см.

Загалом у дослідженнях простежується закономірна тенденція: із зменшенням глибини обробітку ґрунту знижується висота рослин, що свідчить про тісний зв'язок між глибиною розпушення, водним режимом і інтенсивністю ростових процесів. Полицевий обробіток ґрунту з передпосівним протруюванням насіння, де висота рослин досягала 222,8 см, забезпечував найбільш інтенсивний розвиток стебел і найсприятливіші умови для формування генеративних органів (рис. 6.4).

При нульовому обробітку без передпосівного протруювання насіння (212,0 см) ріст був сповільненим, а висота рослин істотно нижчою від контролю.

Проведення передпосівного протруювання насіння баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ і Круїзер 350 FS у всіх варіантах сприяло підвищенню висоти рослин на 1,8–4,8 см, що вказує на його універсальну дію – як захисну, так і стимулюючу.

На фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) висота рослин кукурудзи істотно зросла в усіх варіантах дослідження, що свідчить про тісний взаємозв'язок між живленням, способом основного обробітку ґрунту та передпосівним протруюванням насіння.

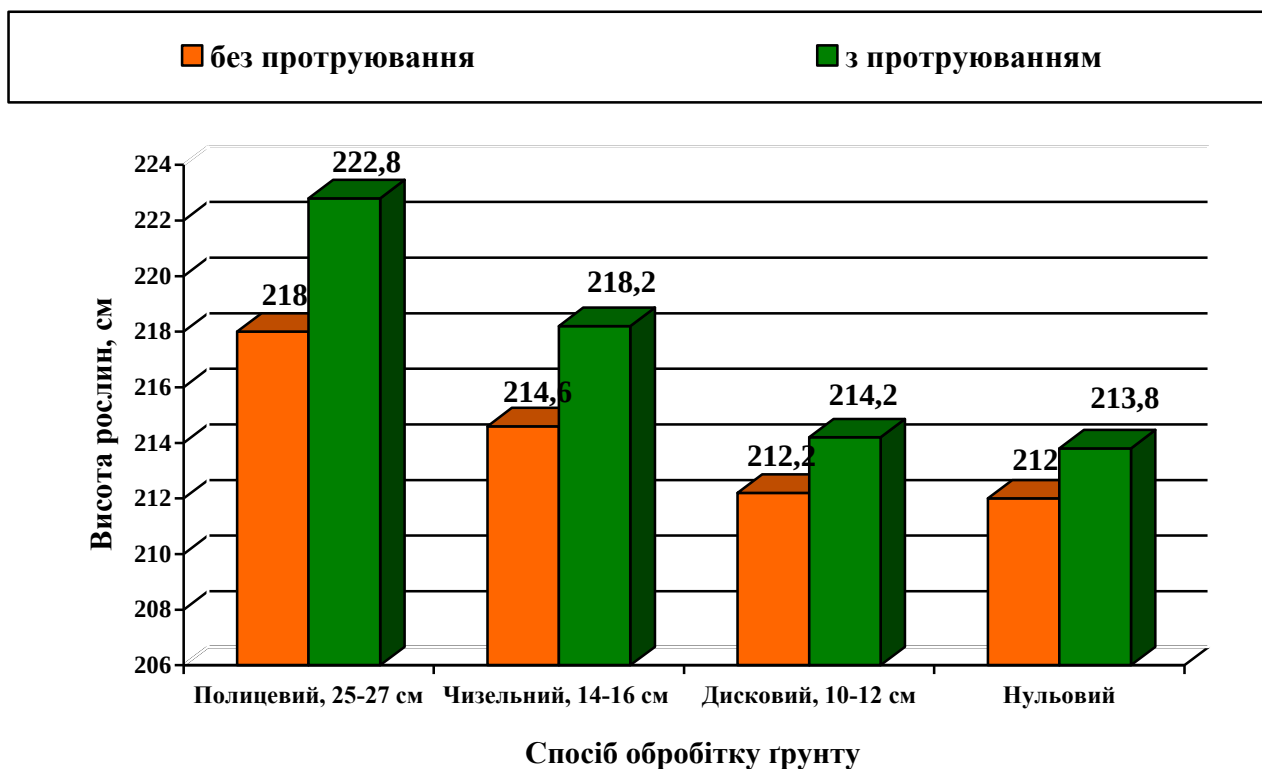


Рис. 6.4 Висота рослин кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

У 2016–2020 рр. висота рослин на 6–10 см була більшою порівняно з варіантами без добрив, що перевищує межу істотності. Найвищі показники росту при внесенні $N_{45}P_{45}K_{45}$ отримано за полицевого (орного) обробітку ґрунту на глибину 25–27 см, де висота рослин становила 222–239 см без передпосівного протруювання насіння і 225–240 см із передпосівним протруюванням насіння, що на 6,0–8,0 см вище, ніж на варіантах без внесення добрив. Передпосівне протруювання насіння посилювало цей ефект, збільшуючи висоту рослин у середньому на 2,6 см, що пов'язано з покращенням польової схожості та зниженням початкового ураження фітопатогенами та фітофагами.

Дещо нижчі, але також високі результати отримано за чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см, де висота рослин становила 218–235 см без передпосівного протруювання насіння і 220–234 см із передпосівним

протруюванням насіння, що лише на 2–3 см поступалося показникам за полицевого обробітку ґрунту (табл. 6.4).

Таблиця 6.4

Висота рослин кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту,
передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**
(фаза викидання волоті), см

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	239	223	227	229	222
	з протруюванням	240	226	230	232	225
Чизельний, 14–16с м	без протруювання	235	220	225	228	218
	з протруюванням	234	222	227	229	220
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	226	214	216	219	213
	з протруюванням	230	217	222	225	217
Нульовий	без протруювання	223	212	214	221	210
	з протруюванням	228	217	219	222	215
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,5	1,7	1,9	0,8	1,4
для фактора В (обробітку)		1,6	2,4	2,1	2,6	1,5

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

При внесенні N₄₅P₄₅K₄₅ за дискового обробітку (10–12 см) висота рослин становила 213–226 см без передпосівного протруювання і 217–230 см із передпосівним протруюванням насіння. Порівняно з варіантами без добрив, при внесенні N₄₅P₄₅K₄₅ спостерігалось збільшення показника на 5–9 см.

Найнижчі показники висоти рослин кукурудзи також отримано при нульовому (No–till) обробітку ґрунту. У цьому варіанті висота рослин без передпосівного протруювання становила 210–223 см, а при хімічному захисті насіння – 215–228 см. Хоча внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ дещо пом'якшувало негативний вплив ущільненого верхнього шару ґрунту та

недостатнього прогрівання навесні, ефективність використання поживних речовин залишалася нижчою, ніж у системах із глибшим розпушенням. Проте позитивний ефект від протруювання (приріст показника 4,2 см) свідчить про покращення фітосанітарного стану зони проростання.

У середньому внесення добрив сприяло підвищенню висоти рослин кукурудзи: при полицевому обробітку – на 10,0–11,0 см; при чизельному – на 10,0–11,8 см; при дисковому – на 5,4–8,0 см; при нульовому – на 4,0–6,4 см. Ці закономірності вказують, що найбільш повно потенціал удобрення реалізується при глибших системах обробітку ґрунту, де поліпшується структура орного шару та створюються сприятливі умови для засвоєння елементів живлення (рис. 6.5).

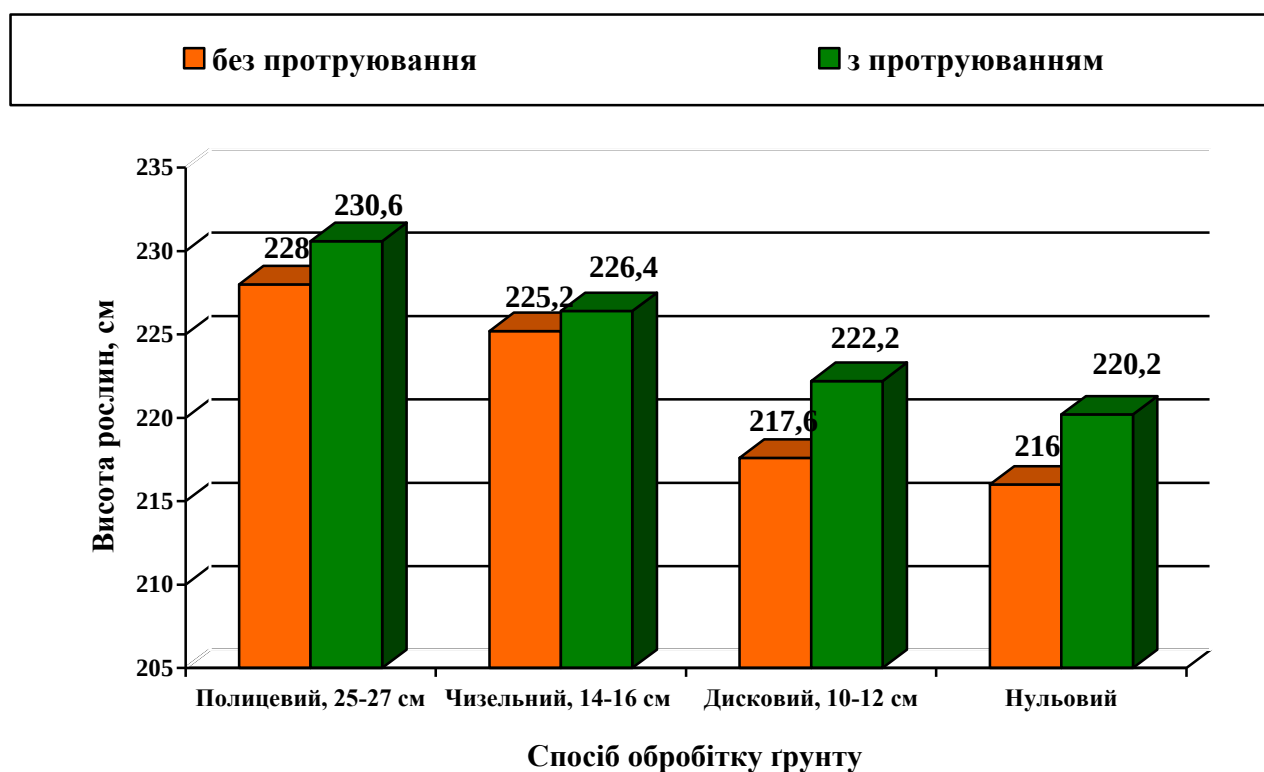


Рис. 6.5 Висота рослин кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Передпосівне протруювання насіння підсилює позитивну дію удобрення, збільшуючи висоту рослин у середньому на 2–4 см завдяки зниженню ураженості хворобами і стимулюванню початкового росту проростків кукурудзи. Найвищі показники висоти рослин отримано за полицевого обробітку і внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ при застосуванні передпосівного протруювання насіння – 230,6 см, що перевищувало контроль без добрив на 12,6 см

Порівняльний аналіз показників висоти рослин кукурудзи за середніми даними 2016–2020 рр. виявив чітку залежність цього морфометричного параметра від системи основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Усі три фактори діяли синергічно, формуючи виражені різниці, які перевищували межу істотності. Збільшення висоти рослин кукурудзи відображало покращення умов росту, що створювалися в результаті глибшого обробітку ґрунту, зменшення фітосанітарного навантаження на насіння та підвищення доступності поживних речовин.

За даними порівняльної таблиці (додаток І.2), найвищі середні значення висоти рослин отримано за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см. Без внесення мінеральних добрив висота рослин кукурудзи становила 218,0 см без хімічного захисту насіння та 222,8 см із передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – відповідно 228,0 і 230,6 см. Таким чином, застосування мінеральних добрив забезпечило збільшення висоти на 4,6–10,0 см, або 4,5 %, тоді як передпосівне протруювання насіння дало додаткове підвищення на 2,0–4,8 см (1,5–2,0 %) у межах кожного варіанта.

За чизельного обробітку ґрунту (14–16 см) висота рослин кукурудзи була дещо нижчою, але зберігала стабільну тенденцію до підвищення під впливом мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ і застосування протруювання насіння. Без удобрення показники становили 214,6 см без передпосівного протруювання та 218,2 см із передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 225,2 і 226,4 см, відповідно. Порівняно з контролем (полицевий

обробіток ґрунту без внесення добрив (природний фон) і без передпосівного протруювання насіння) різниця становила 3–5 см або близько 2 %.

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) спостерігалось зниження висоти рослин. Без внесення добрив висота становила 212,2 см без хімічного захисту насіння і 214,2 см із передпосівним протруюванням насіння, а з добривами ($N_{45}P_{45}K_{45}$) – 217,6 та 222,2 см. Відносно полицевого варіанта різниця сягала 5–7 %, що зумовлено слабшим розпушенням і нижчим рівнем аерації ґрунту. Проте внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та застосування передпосівного протруювання насіння компенсували частину негативних наслідків поверхневого обробітку ґрунту: збільшення висоти рослин кукурудзи після внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ у межах 4–6 %, а після передпосівного протруювання насіння – на 2–3 % (рис. 6.6).

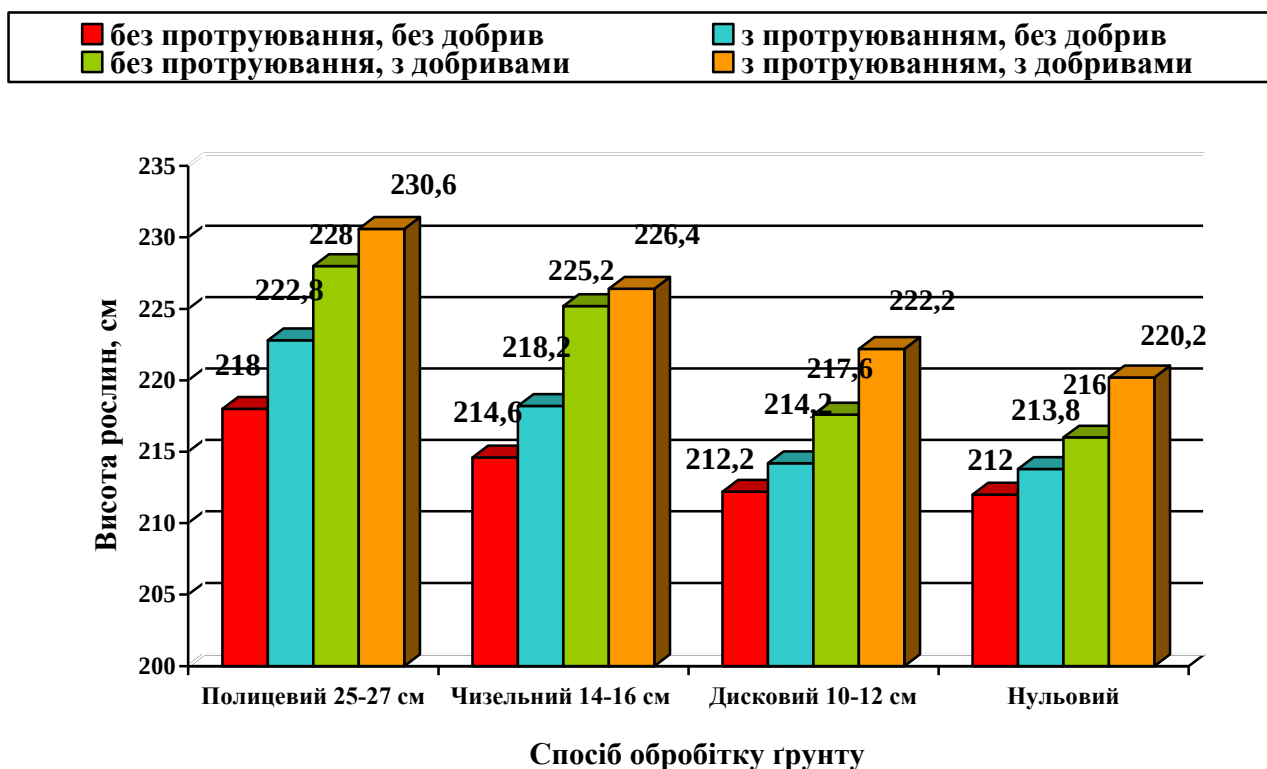


Рис. 6.6 Висота рослин кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Найнижчі показники отримано у варіантах із нульовим (No-till) обробітком ґрунту, де висота рослин без внесення добрив становила 212,0 см без передпосівного протруювання та 213,8 см із передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 216,0 і 220,2 см, відповідно.

Порівняно з полицевим обробітком ґрунту з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, різниця сягала 10–12 %. Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло підвищенню висоти рослин на 3,5–5,0 см (близько 3 %), тоді як передпосівне протруювання насіння забезпечувало ще додаткове збільшення цього показника на 1,8–4,2 см (2 %) вище за неудобрений фон. У середньому приріст висоти рослин кукурудзи від внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ становив 4–6 % від протруювання – 2–3 % а при їх використанні в технологічній схемі сумарний ефект сягав 6–9 %, що значно перевищує поріг достовірності.

Максимального розвитку рослини кукурудзи досягають за проведення таких агротехнологічних прийомів: полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см, передпосівне протруювання насіння та внесення збалансованої дози мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$). Такий варіант забезпечує найвищу висоту рослин кукурудзи – понад 230 см, що свідчить про повну реалізацію потенціалу культури, тоді як спрощені системи обробітку ґрунту без удобрення та передпосівного протруювання насіння знижують цей показник на 6–10 см, що в подальшому негативно позначається на формуванні врожайності.

6.3 Роль елементів агротехніки у формуванні площі листкової поверхні рослин кукурудзи

Площа листкової поверхні є інтегральним показником, який значною мірою визначає продуктивність кукурудзи. Формування більшої листкової поверхні відбувається за умов достатнього вологозабезпечення, доброї аерації ґрунту й активного росту кореневої системи, що забезпечує інтенсивний обмін речовин.

У цьому контексті глибокий полицевий і чизельний обробіток ґрунту проявили себе як найбільш сприятливі системи, що формують потужний листковий апарат.

За результатами багаторічних досліджень (2016–2020 рр.) встановлено, що найбільшу площу листової поверхні кукурудзи забезпечував полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см, де значення цього показника становило 0,560–0,574 м²/рослину без передпосівного протруювання насіння та 0,574–0,588 м²/рослину при протруюванні насіння, що перевищувало решту варіантів на 0,011–0,061 м²/рослину і достовірно перевищувало межу істотності (фаза 10–12 листків) (табл. 6.5).

Таблиця 6.5

Площа листової поверхні кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* на природному фоні
(фаза 10–12 листків), м²/рослину

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полцевий, 25–27 см	без протруювання	0,574	0,562	0,564	0,569	0,560
	з протруюванням	0,588	0,577	0,574	0,582	0,576
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	0,564	0,541	0,542	0,554	0,537
	з протруюванням	0,567	0,548	0,555	0,556	0,545
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	0,530	0,517	0,516	0,522	0,513
	з протруюванням	0,538	0,529	0,521	0,528	0,520
Нульовий	без протруювання	0,528	0,518	0,513	0,522	0,512
	з протруюванням	0,532	0,521	0,523	0,520	0,522
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,005	0,003	0,005	0,002	0,004
для фактора В (обробітку)		0,010	0,008	0,015	0,007	0,018

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Дещо нижчі, але також стабільно високі показники отримано за чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см – 0,537–0,564 м²/рослину без передпосівного протруювання та 0,545–0,567 м²/рослину з передпосівним протруюванням насіння. Різниця у межах 0,002–0,005 м²/рослину свідчить про позитивну дію протруйника, яка проявлялася через поліпшення стартових ростових процесів і розвиток більшої асиміляційної площі листків у рослин.

При дисковому обробітку ґрунту (10–12 см) площа листкової поверхні кукурудзи зменшувалася і залежно від року формувалась в інтервалі 0,513–0,530 м²/рослину без передпосівного протруювання та 0,520–0,538 м²/рослину з передпосівною обробкою насіння. Проте передпосівне протруювання насіння забезпечувало незначне, але статистично достовірне покращення – до 0,007 м²/рослину.

Найнижчі показники площі листкової поверхні рослин кукурудзи отримано у варіантах із нульовим (No-till) обробітком ґрунту – 512–528 м²/рослину без передпосівного протруювання та 0,520–0,532 м²/рослину при застосуванні протруювання. Хоча ефект протруювання був позитивним (0,006 м²/рослину), він не зміг повністю компенсувати несприятливі умови, пов'язані з ущільненням верхнього шару.

В середньому за 2016–2020 рр. за агротехнологічного комплексу: полицевий обробіток ґрунту (25–27 см), передпосівне протруювання насіння отримано найвищий показник площі листкової поверхні рослин кукурудзи – 0,579 м² на рослину. На нульовому обробітку ґрунту (без передпосівного протруювання насіння) цей показник не перевищував 0,518 м²/рослину (рис. 6.7).

Передпосівне протруювання насіння позитивно вплинуло на показники в усіх варіантах, забезпечивши підвищення площі листкової поверхні на 1,1–2,3 %, що підтверджує доцільність його застосування як обов'язкового елементу технології вирощування.

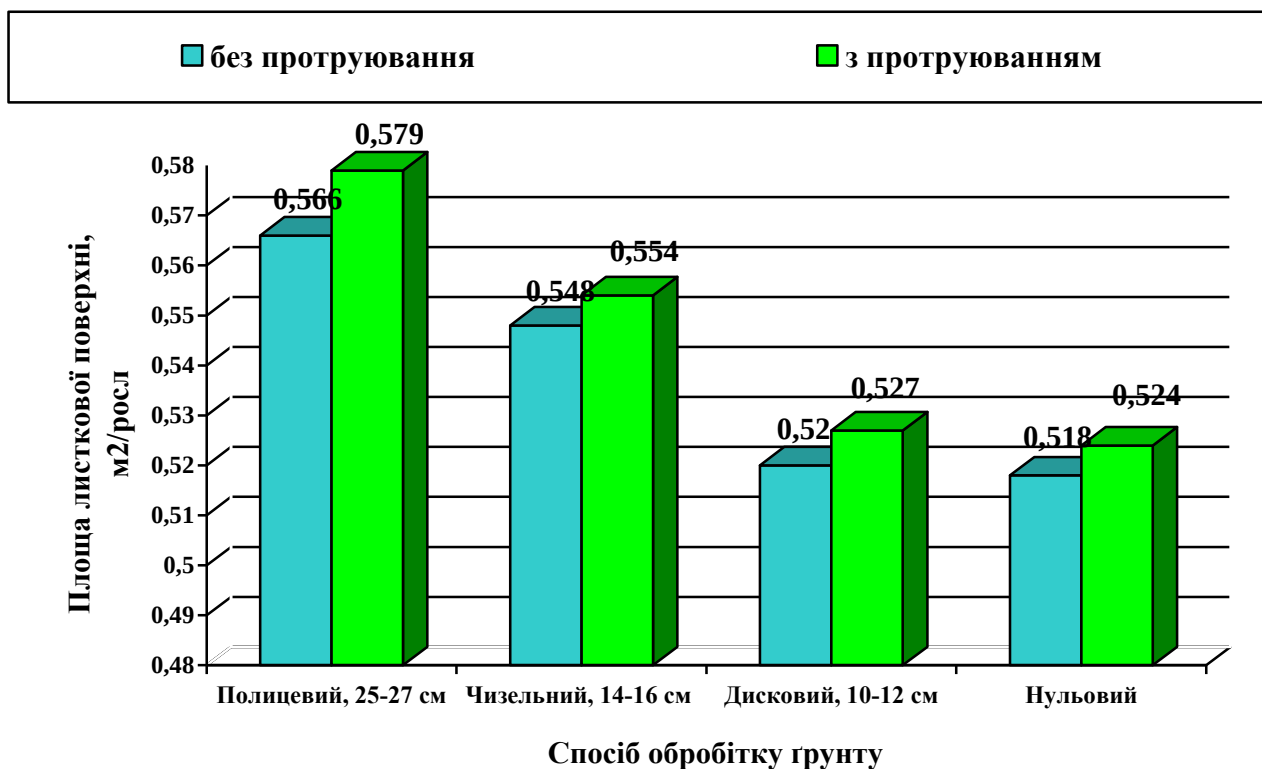


Рис. 6.7 Площа листкової поверхні кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

За результатами досліджень 2016–2020 рр. на фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) площа листкової поверхні кукурудзи була більшою порівняно з варіантами без внесення добрив на $0,05\text{--}0,07\text{ м}^2/\text{рослину}$, що є достовірною різницею. Так, найвищий показник площі листкової поверхні кукурудзи отримано за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см – $0,608\text{--}0,627\text{ м}^2/\text{рослину}$ без передпосівного протруювання та в межах $0,636\text{--}0,650\text{ м}^2/\text{рослину}$ при застосуванні хімічного захисту насіння. Тобто, передпосівне протруювання насіння забезпечувало приріст ще на $0,024\text{ м}^2/\text{рослину}$ порівняно з непротруєним насінням (табл. 6.6).

Дещо нижчі результати отримано за чизельного обробітку ґрунту (14–16 см), де площа листкової поверхні кукурудзи залежно від погодніх умов року була в межах $0,588\text{--}0,605\text{ м}^2/\text{рослину}$ без передпосівного протруювання та $0,616\text{--}0,631\text{ м}^2/\text{рослину}$ із передпосівним протруюванням насіння.

Таблиця 6.6

Площа листової поверхні кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**
(фаза 10–12 листків), м²/рослину

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	0,627	0,613	0,614	0,622	0,608
	з протруюванням	0,650	0,636	0,639	0,642	0,637
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	0,605	0,593	0,589	0,595	0,588
	з протруюванням	0,631	0,621	0,622	0,629	0,616
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	0,578	0,564	0,567	0,570	0,563
	з протруюванням	0,590	0,577	0,579	0,582	0,574
Нульовий	без протруювання	0,574	0,561	0,563	0,565	0,557
	з протруюванням	0,583	0,569	0,572	0,575	0,568
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,009	0,011	0,009	0,010	0,010
для фактора В (обробітку)		0,012	0,008	0,005	0,006	0,005

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Порівняно з варіантами без внесення добрив приріст становив 0,046–0,070 м²/рослину. Застосування передпосівного протруювання насіння кукурудзи сприяло підвищенню площі листової поверхні на 0,030 м²/рослину.

При дисковому обробітку ґрунту на глибину 10–12 см площа листової поверхні кукурудзи, залежно від року досліджень, становила 0,563–0,578 м²/рослину без передпосівного протруювання і 0,574–0,590 м²/рослину з передпосівним протруюванням насіння, що перевищує контроль без внесення добрив на 0,048–0,053 м²/рослину.

Хоча поверхневий обробіток ґрунту обмежує розвиток кореневої системи кукурудзи та доступність вологи у глибших шарах, внесення добрив забезпечило компенсуючий ефект, а протруювання насіння сприяло додатковому покращенню стану листового апарату рослин.

Збільшення площі листкової поверхні кукурудзи у цьому випадку становило близько 2,1 %, що підтверджує позитивну роль інтегрованого підходу – навіть за мінімізації обробітку.

Найменші значення показника отримано у варіантах нульового (No-till) обробітку ґрунту, де площа листкової поверхні кукурудзи формувалась в межах 0,557–0,574 м²/рослину без протруювання і 0,583 м²/рослину при хімічному захисті насіння.

Хоча внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ підвищувало показники площі листкової поверхні лна 0,045–0,050 м²/рослину порівняно з неудобреними варіантами, їхній рівень залишався найнижчим серед усіх способів обробітку. Проте передпосівне протруювання насіння частково компенсувало ці негативні чинники, покращуючи загальний стан рослин і збільшуючи площу листкової поверхні кукурудзи (на 0,010 м²/рослину, або на 1,8 %).

Загальна тенденція показує, що ефективність мінерального живлення (N₄₅P₄₅K₄₅) та передпосівного протруювання насіння зростає пропорційно до глибини обробітку ґрунту.

Середнє збільшення площі листкової поверхні кукурудзи на удобреному фоні становило: при полицевому обробітку ґрунту –0,051 м²/рослину (9,0 %), при чизельному – 0,046–0,070 м²/рослину (8–11 %), при дисковому – 0,048–0,053 м²/рослину (9–10 %), при нульовому – 0,045–0,050 м²/рослину (8–9 %) (рис. 6.8).

Найкращі показники листкової поверхні кукурудзи у досліді отримано при полицевому обробітку ґрунту (25–27 см), застосуванні передпосівного протруювання насіння та внесенні добрив N₄₅P₄₅K₄₅, де середня площа листкової поверхні досягла 0,641 м²/рослину. Найнижчі – на нульовому обробітку без передпосівного протруювання насіння (0,563 м²/рослину).

Порівняльний аналіз результатів досліджень за 2016–2020 рр. свідчить, що формування площі листкової поверхні кукурудзи визначається технологічними прийомами обробітку ґрунту.

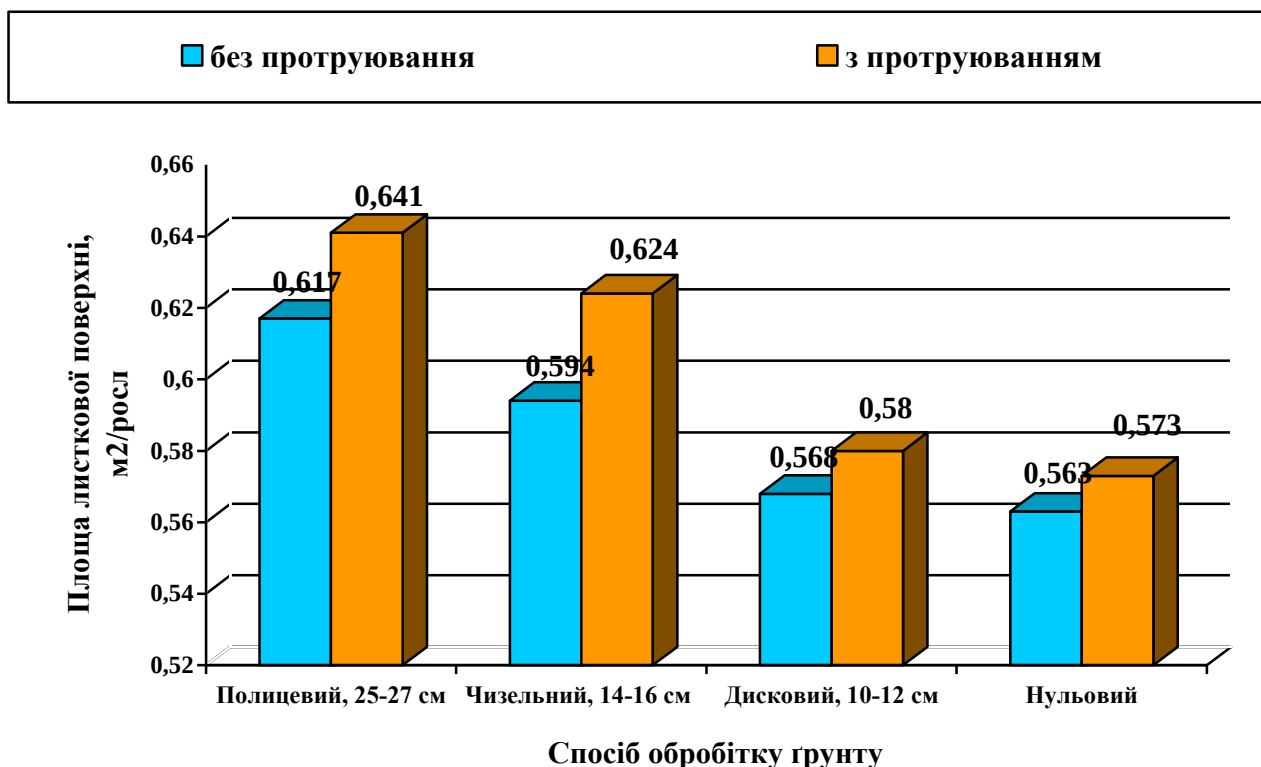


Рис. 6.8 Площа листкової поверхні кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

За умов внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та передпосівного протруювання насіння площа листкової поверхні кукурудзи становила 0,641 м²/рослину, що перевищує контроль (0,566 м²/рослину без передпосівного протруювання і без внесення добрив) на 0,075 м²/рослину або на 13,3 % (рис. 6.9, додаток І.3).

Дещо нижчі значення площі листкової поверхні рослин кукурудзи отримано за чизельного обробітку ґрунту на глибину 14–16 см, де середній показник змінювався від 0,548 м²/рослину без передпосівного обробки насіння та без внесення добрив до 0,624 м²/рослину за їх застосування.

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) площа листкової поверхні становила 0,568 м²/рослину без передпосівного протруювання насіння з внесенням добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) та 0,580 м²/рослину з їх застосування на 0,061 м²/рослину (9,5 %) менше порівняно з показниками при полицевому обробітку ґрунту та внесенні мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$).

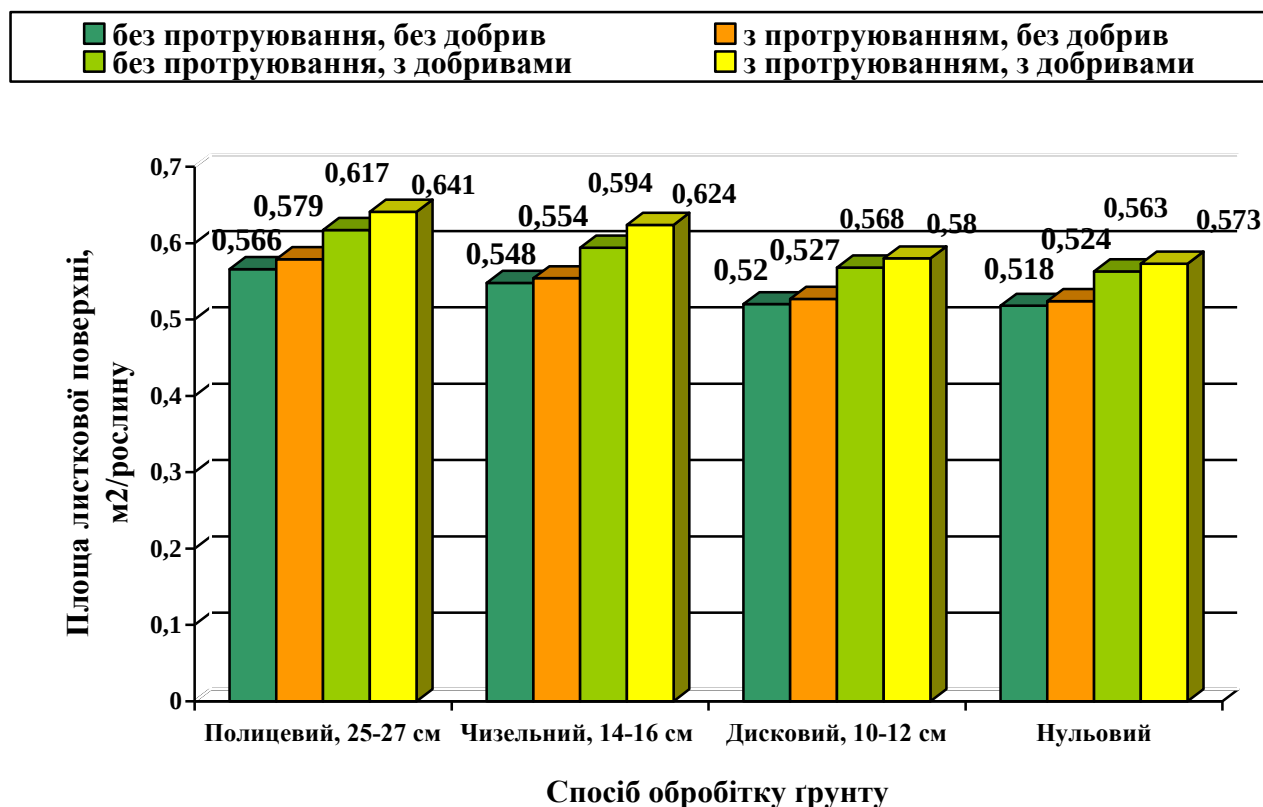


Рис. 6.9 Площа листкової поверхні кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Найменша площа листкової поверхні отримана за нульового (No-till) обробітку ґрунту – 0,518 м²/рослину без передпосівного протруювання і без внесення добрив та 0,573 м²/рослину за передпосівного протруювання насіння і внесення N₄₅P₄₅K₄₅. Водночас навіть у системі No-till позитивний ефект передпосівного протруювання насіння був очевидним – приріст площі листкової поверхні кукурудзи становив у середньому 0,006–0,010 м²/рослину, що перевищує поріг істотності.

6.4 Залежність густоти стеблостою в посівах кукурудзи за різних елементів агротехніки

На густоту стеблостою кукурудзи впливало декілька факторів. По-перше, передпосівне протруювання насіння, як це зазначалось раніше, яке

сприяло його захисту після висіву в полі, і, тим самим, зберігаючи його від випадіння. По–друге, внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та їх позитивний пролонгований ефект протягом вегетації. В–третє, спосіб обробітку ґрунту.

Спостерігалась щорічна тенденція, а саме – зменшення густоти стеблостою з переходом від глибокої зяблевої оранки до нульового (No–till) обробітку ґрунту. Це відбувалося і по причині загибелі проростків кукурудзи внаслідок ураження та пошкодження фітопатогенами і фітофагами, а в окремих випадках із–за великої щільності ґрунту і нездатності проростків нормально розвивати свою кореневу систему в таких умовах. Густота стояння рослин кукурудзи відображає рівень польової схожості і виживання рослин упродовж вегетації, тому цей показник тісно пов'язаний із способом обробітку ґрунту та фітосанітарним станом посівів. Найвищу густоту стеблостою кукурудзи забезпечував полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см, де значення цього показника без передпосівного протруювання насіння становило 50,4–52,7 тис. рослин/га, тоді як при передпосівному протруєнні – 51,6–54,1 тис. рослин/га, що на 1,4 тис. рослин/га більше (табл. 6.7).

Дещо нижчі результати отримано за чизельного обробітку ґрунту (14–16 см), де густота стеблостою кукурудзи становила 49,6–52,5 тис. рослин/га без передпосівного протруювання і 51,3–53,9 тис. рослин/га при передпосівному протруюванні насіння.

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) густота стеблостою кукурудзи знизилась до 48,7–51,8 тис. рослин/га без передпосівного протруювання і не перевищувала 49,2–53,0 тис. рослин/га при застосуванні протруювання насіння.

Найнижчі показники густоти стеблостою кукурудзи отримано при нульовому (No–till) обробітку ґрунту, де без передпосівного протруювання густота стеблостою кукурудзи становила лише 49,4 тис. рослин/га, а з застосуванням хімічного захисту насіння – 51,7 тис. рослин/га, що на 2,3 тис. рослин/га більше.

Таблиця 6.7

Густота стеблостою кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* на природному фоні (перед збиранням урожаю), тис. рослин/га

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	52,7	50,4	52,5	51,7	50,4
	з протруюванням	54,1	51,9	53,8	52,9	51,6
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	52,5	49,8	51,7	51,0	49,6
	з протруюванням	53,9	51,5	53,8	52,7	51,3
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	51,8	49,2	50,9	50,5	48,7
	з протруюванням	55,2	50,9	53,0	52,1	49,2
Нульовий	без протруювання	52,6	47,7	50,4	50,8	45,6
	з протруюванням	54,8	50,6	52,5	52,8	48,0
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		1,2	1,5	0,8	0,5	0,4
для фактора В (обробітку)		0,4	0,3	0,6	0,3	0,3

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Передпосівне протруювання насіння частково компенсувало ці недоліки, підвищуючи схожість та виживаність рослин, однак не забезпечувало рівня, досягнутого за глибших систем обробітку. Передпосівне протруювання насіння позитивно вплинуло у всіх варіантах, забезпечуючи густоту посівів кукурудзи у межах 1,4–2,3 тис. рослин/га, або на 2,5–4,7 %.

Полицевий обробіток ґрунту (25–27 см), передпосівне протруювання насіння забезпечили максимальну густоту стеблостою кукурудзи – 52,9 тис. рослин/га. За нульового обробітку ґрунту без хімічного захисту насіння отримано 49,4 тис. рослин/га, що на 3,5 тис. рослин/га менше порівняно з найкращим варіантом, або на 6,6 % (рис. 6.10).

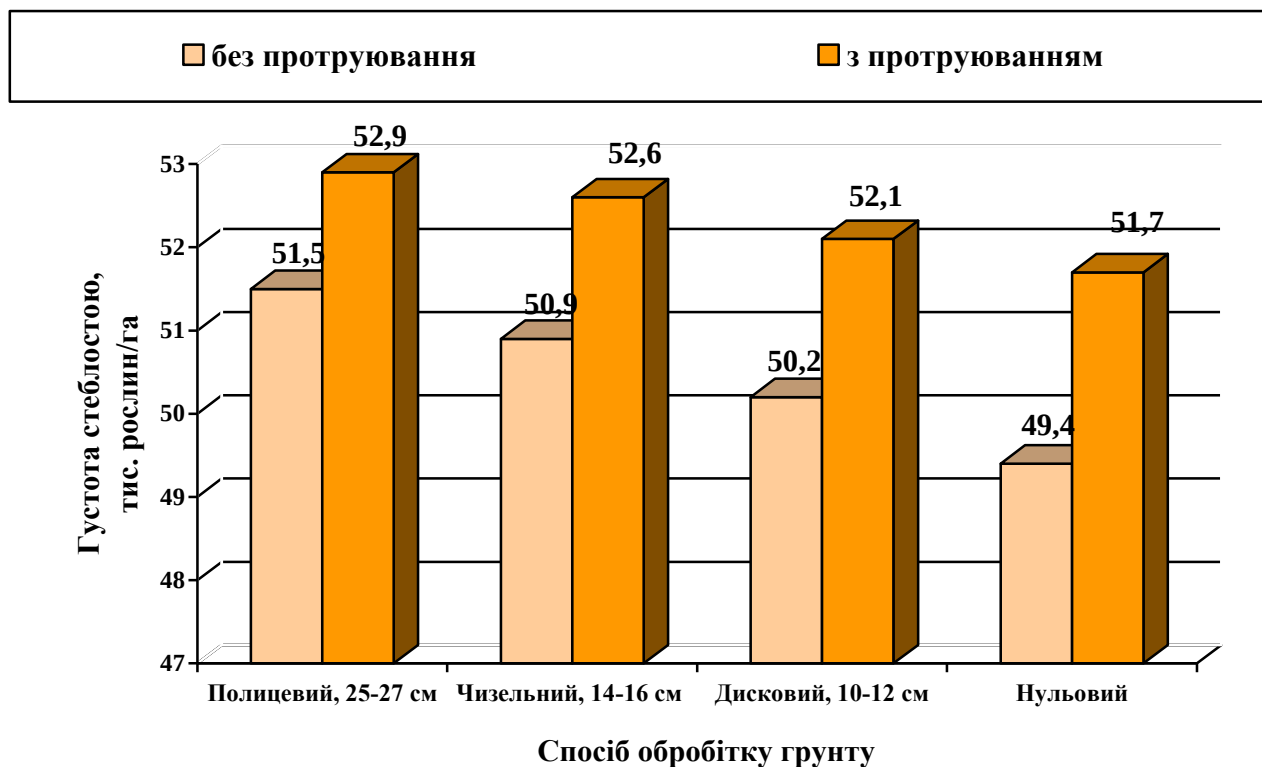


Рис 6.10 Густота стеблостою кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому за 2016–2020 рр.

Передпосівне протруювання насіння стабільно підвищує густоту посівів на 1,4–2,3 тис. рослин/га, або 3–5 %, завдяки покращенню схожості й зниженню ураження проростків патогенами.

Згідно середніх даних за 2016–2020 рр., різниця між варіантами була достовірною, а збільшення густоти на удобреному фоні у середньому 1,3–2,0 тис. рослин/га порівняно з варіантами без внесення добрив.

На удобреному фоні найвищу густоту стеблостою забезпечував полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см, де без передпосівного протруювання насіння густота становила 51,2–53,7 тис. рослин/га, тоді як хімічний захист насіння забезпечував стеблестой в межах 53,5–56,0 тис. рослин/га, що на 2,3 тис. рослин/га більше (табл. 6.8).

Таблиця 6.8

Густота стеблостою кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив** (перед збиранням урожаю), тис. рослин/га

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	53,7	51,4	53,3	52,6	51,2
	з протруюванням	56,0	53,6	55,6	54,8	53,5
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	53,3	51,0	53,2	52,2	50,9
	з протруюванням	54,7	52,5	54,4	53,6	52,3
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	51,6	49,4	51,3	50,4	49,1
	з протруюванням	54,5	52,3	54,2	53,4	52,0
Нульовий	без протруювання	52,4	47,7	50,3	50,5	45,4
	з протруюванням	53,0	49,5	52,3	51,8	49,1
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,6	1,5	1,1	1,2	1,4
для фактора В (обробітку)		1,2	1,1	0,9	1,2	1,1

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

За рахунок внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅ густота збільшилася порівняно з варіантом без удобрення (51,5–52,9 тис. рослин/га) на 0,9–1,8 тис. рослин/га, або на 3–4 %, що перевищує межу істотності.

За чизельного обробітку ґрунту (14–16 см) отримано густоту стеблостою 50,9–53,3 тис. рослин/га без передпосівного протруювання та 53,5 тис. рослин/га за його застосування, з істотною різницею агроприйому 1,4 тис. рослин/га.

Внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ сприяло підвищенню густоти стеблостою в середньому на 1,0–1,5 тис. рослин/га порівняно з варіантами без удобрення.

При дисковому обробітку ґрунту (10–12 см) густота стеблостою без хімічного захисту на 2,9 тис. рослин/га була меншою (50,4 тис. рослин/га) за

варіант із передпосівною обробкою насіння (53,3 тис. рослин/га). Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищило густоту стеблостою кукурудзи приблизно на 0,9–1,7 тис. рослин/га порівняно з бездобривним фоном.

Найменші показники густоти стеблостою спостерігалися за нульового (No-till) обробітку ґрунту. Без передпосівного протруювання насіння густота стеблостою не перевищувала 45,4–52,4 тис. рослин/га, а при передпосівному протруєнні насіння – 49,1–53,0 тис. рослин/га з достовірною різницею застосування агроприйому 1,8 тис. рослин/га.

У середньому за роки досліджень внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло збільшенню густоти стеблостою кукурудзи на 1,2–2,0 тис. рослин/га, або 2,5–4,0 %, а передпосівне протруювання насіння забезпечувало додаткове підвищення на 1,4–2,9 тис. рослин/га (3–5 %) (рис. 6.11).

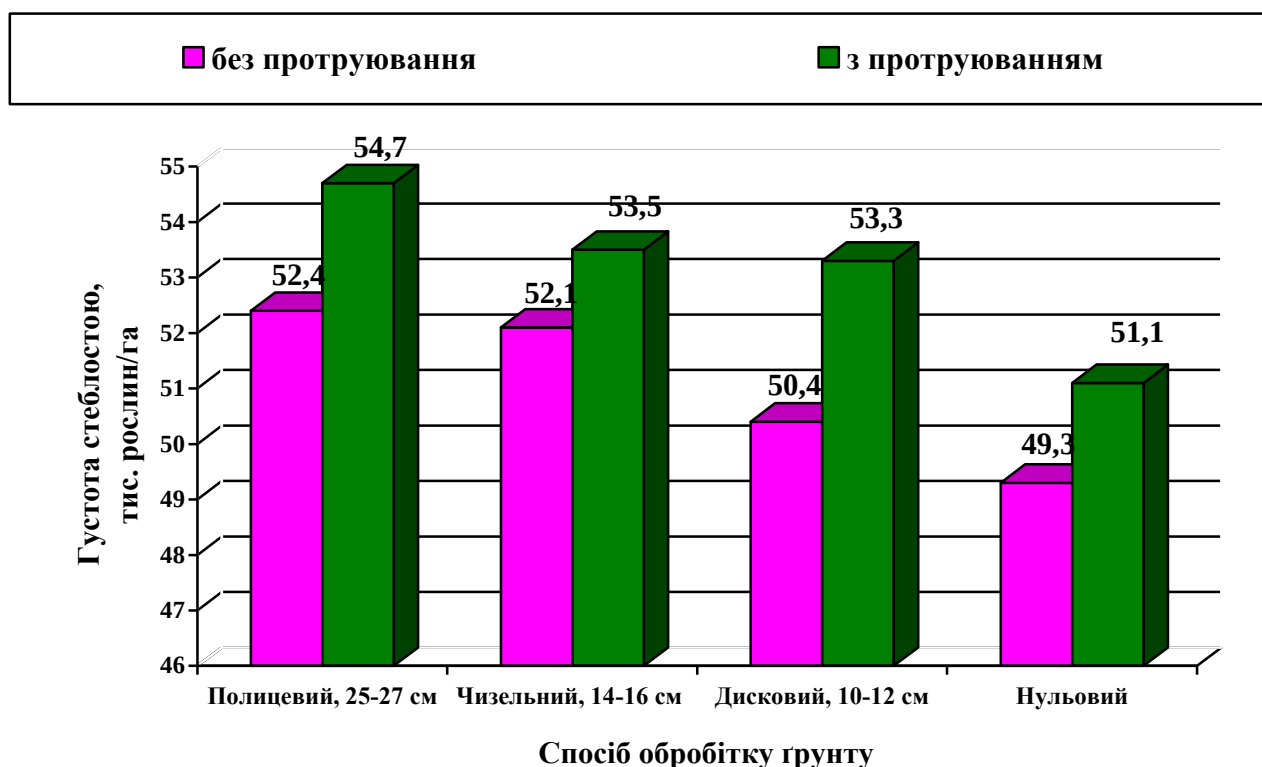


Рис. 6.11 Густота стеблостою кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Найкращі результати отримано в агротехнологічному комплексі, який включав полицевий обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння і внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 54,7 тис. рослин/га, а найнижчі – за нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння – 49,3 тис. рослин/га. Різниця між цими крайніми варіантами становила 5,4 тис. рослин/га, що дорівнює приблизно 10,9 % і є статистично достовірним.

Порівняльний аналіз середніх даних за 2016–2020 рр. свідчить, що найвищу густоту стеблостою забезпечували варіанти з глибшим і якіснішим обробітком ґрунту, в агротехнологічному комплексі з передпосівним протруюванням насіння та внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$, тоді як при мінімальних та нульових системах обробітку ґрунту формувалися нижчі показники.

За полицевого обробітку ґрунту (25–27 см) на природному фоні густота стеблостою кукурудзи становила 51,5 тис. рослин/га і 52,9 тис. рослин/га без передпосівного протруювання та при його застосуванні; на удобреному фоні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) 52,4 і 54,7 тис. рослин/га, відповідно. Збереженість рослин у результаті внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ склала у середньому 0,9–1,8 тис. рослин/га (2–3 %), тоді як передпосівне протруювання насіння забезпечувало густоту стеблостою ще на 1,4–2,3 тис. рослин/га (3–5 %) (рис. 6.12, додаток І.4).

При чизельному обробітку (14–16 см) спостерігалась подібна тенденція, хоча показники були дещо нижчими: на природному фоні густота становила 50,9 тис. рослин/га без передпосівного протруювання та 52,6 тис. рослин/га з проведенням цього агроприйому, тоді як внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало формування стеблостою на рівні 52,1 і 53,5 тис. рослин/га, відповідно. Це свідчить, що внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало підвищення густоти стояння рослин в межах 0,2–0,9 тис. рослин/га, а передпосівне протруювання насіння кукурудзи – 1,5–2,4 тис. рослин/га.

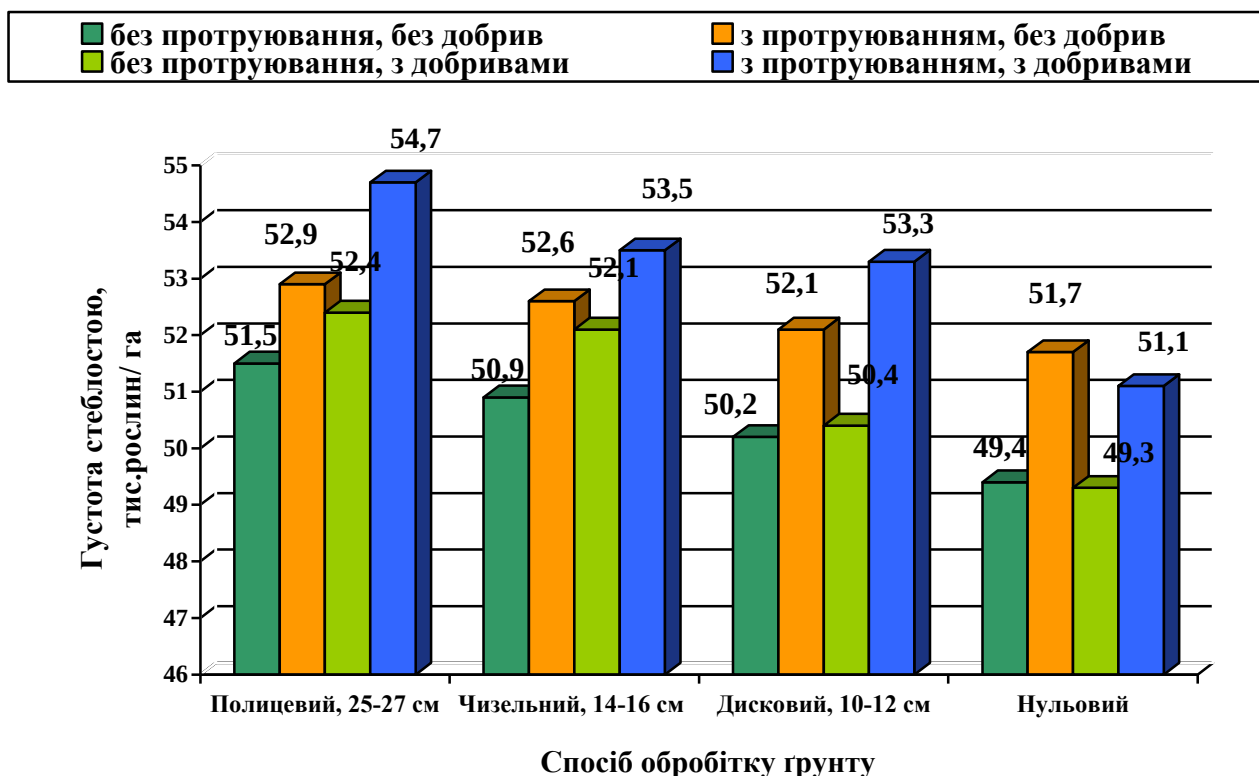


Рис. 6.12 Густота стеблостою кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

За дискового обробітку (10–12 см) густота стеблостою була ще нижчою, однак внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ і передпосівне протруювання насіння також мали позитивний ефект. Без внесення добрив густота становила 50,2 тис. рослин/га у варіанті без передпосівного протруювання і 52,1 тис. рослин/га з передпосівним протруюванням насіння; та 50,4 і 53,3 тис. рослин/га при внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, відповідно. Збереження рослин у результаті застосування протруйників складало у середньому 1,7–2,9 тис. рослин/га, що перевищувало межу істотності, а внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло додатковому підвищенню на 0,2–1,2 тис. рослин/га.

Найнижчі показники густоти стеблостою отримано за нульового (No-till) обробітку ґрунту. Без внесення добрив густота стеблостою становила 49,4 тис. рослин/га без передпосівного протруювання насіння і 51,7 тис. з передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) на

рівні 49,3 і 51,1 тис. рослин/га. Хоча обидва фактори сприяли підвищенню густоти на 1,8–2,3 тис. рослин/га, їхній вплив не зміг повністю компенсувати негативні наслідки ущільнення поверхневого шару.

Отже, залежно від системи обробітку ґрунту, густина стеблостою змінювалась від 49,3 до 54,7 тис. рослин/га, що свідчить про істотну роль технологічних факторів у формуванні посівів. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищує густоту посівів у середньому на 2–3 %, передпосівне протруювання насіння – на 3–5 %, а їх поєднання дає сумарний ефект до 8 %.

Таким чином, максимальна густина стеблостою кукурудзи досягається за умов глибокого полицевого або чизельного обробітку ґрунту з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ та застосуванні передпосівного протруювання насіння, що забезпечує дружні, рівномірні сходи й формування продуктивного агроценозу – передумову високої врожайності кукурудзи у степових умовах України.

6.5 Вплив агротехнологічних прийомів на формування маси тисячі зерен кукурудзи

За результатами багаторічних спостережень (2016–2020 рр.) встановлено, що маса тисячі зерен кукурудзи істотно залежить від способу основного обробітку ґрунту та передпосівного протруювання насіння. Цей показник є одним із найважливіших елементів структури врожаю, який характеризує виповненість зерна, рівень нагромадження сухих речовин та здатність рослин кукурудзи забезпечувати ефективний фотосинтетичний процес у період наливу. Отримані результати свідчать про достовірний вплив як технологічних, так і біологічних чинників на формування маси зерна, зокрема на фоні різних систем обробітку ґрунту.

Найвищу масу тисячі зерен забезпечував полицевий обробіток ґрунту на глибину 25–27 см – 256,8–266,6 г без хімічного захисту насіння, тоді як із

передпосівним протруюванням насіння на рівні 260,6–266,6 г, тобто приріст сягав 2,8 г (табл. 6.9).

Таблиця 6.9

Маса тисячі зерен кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* на природному фоні, г

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	266,6	258,7	261,2	263,6	256,8
	з протруюванням	267,4	261,3	264,9	266,7	260,6
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	258,5	243,8	252,4	255,7	238,3
	з протруюванням	257,2	250,6	252,1	256,3	245,0
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	247,8	230,2	237,4	248,3	229,5
	з протруюванням	251,4	242,5	243,9	249,6	234,8
Нульовий	без протруювання	240,8	232,6	234,3	238,5	227,5
	з протруюванням	244,8	233,7	236,5	241,2	231,6
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,8	1,1	1,7	0,6	2,8
для фактора В (обробітку)		3,5	2,2	1,9	4,6	3,2

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Дещо нижчі показники маси зерна кукурудзи спостерігалися за чизельного обробітку ґрунту (14–16 см), залежно від погодних умов року: 238,3–258,5 г без передпосівного протруювання насіння і 245,0–257,2 г із передпосівним протруюванням насіння. Порівняно з полицевою системою різниця становила 9–12 г, або 4–5 %. Застосування протруювання насіння забезпечувало збільшення маси зерна у 2,5 г, що перевищує межу істотності

За дискового обробітку (10–12 см) маса тисячі зерен була значно меншою – 229,5–247,8 г без передпосівного протруювання та 234,8–251,4 г із застосуванням хімічної обробки насіння. Передпосівне протруювання насіння,

однак, покращувало стан рослин у ранній період вегетації, що сприяло збільшенню маси зерна на 5,8 г, або на 2,4 %, що є достовірною різницею.

Найнижчі показники маси тисячі зерен отримано при нульовому (No-till) обробітку ґрунту: 227,5–240,8 г без передпосівної обробки і при передпосівному протруєнні насіння 231,6–244,8 г. Хоча передпосівне протруювання позитивно вплинуло на показники (2,9 г), воно не змогло повністю компенсувати структурні недоліки нульової технології.

У середньому по роках різниця між полицевим і нульовим обробітком ґрунту становила 26,7–29,5 г, або близько 11–12 %. Передпосівне протруювання насіння стабільно підвищувало цей показник у всіх системах – у межах 2,5–5,8 г, або 1–2,5 % (рис. 6.13).

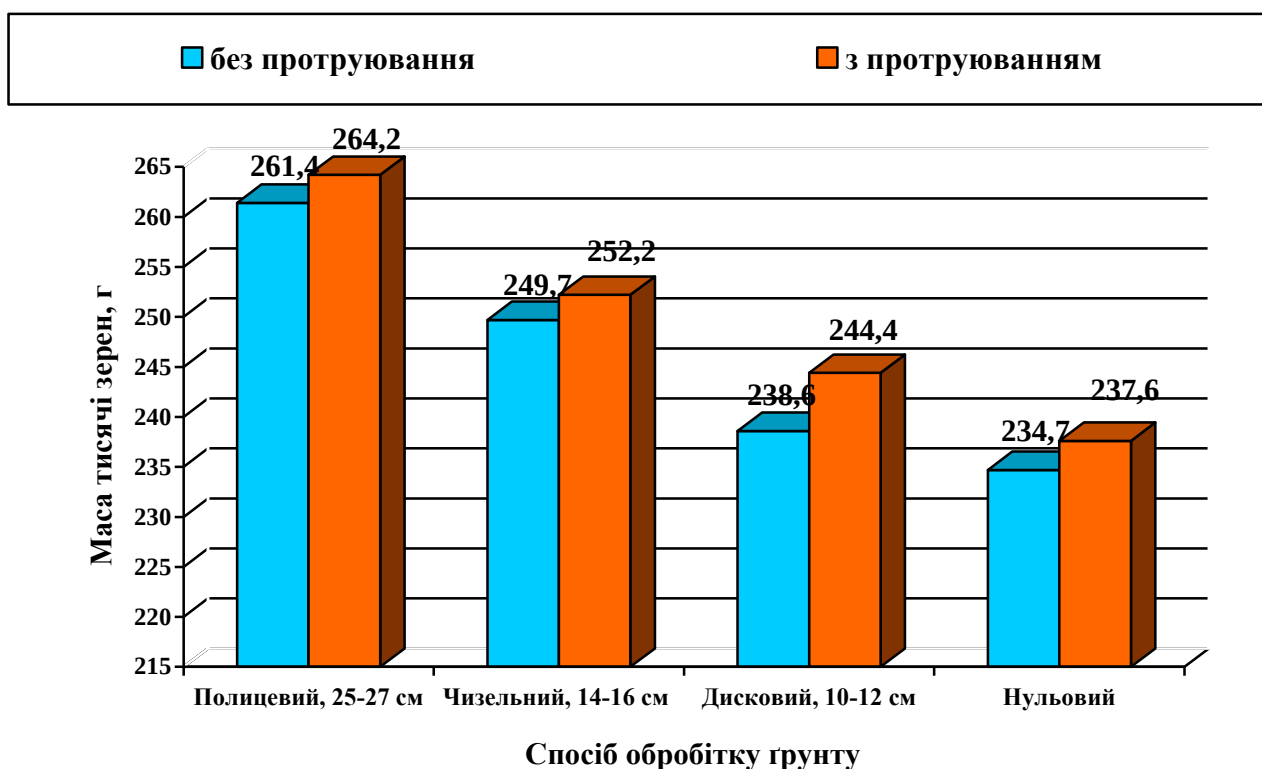


Рис. 6.13 Маса тисячі зерен кукурудзи на природному фоні залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння в середньому за 2016–2020 рр.

Найбільшу масу зерна кукурудзи забезпечує полицевий обробіток ґрунту 25–27 см, який створює найсприятливіші умови для росту рослин. Передпосівне протруювання насіння стабільно підвищує масу тисячі зерен у межах 2,5–5,8 г, або 1–2,5 %, завдяки покращенню польової схожості, зменшенню ураженості фітопатогенами та фітофагами.

На фоні внесення мінеральних добрив ($N_{45}P_{45}K_{45}$) маса тисячі зерен кукурудзи зросла в усіх системах основного обробітку ґрунту. Так, у середньому по роках (2016–2020 рр.) збільшення маси тисячі зерен кукурудзи за рахунок внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ становив 6–12 г, або 2,5–5 % порівняно з варіантами без удобрення, а дія передпосівного протруювання насіння підсилювала цей ефект додатково на 2–3 г.

Полцевий обробіток ґрунту (25–27 см) забезпечив найвищі показники маси зерна: в межах 258,6–268,5 г без хімічного захисту насіння, а при його застосуванні – 260,2–270,4 г, що перевищувало варіанти без внесення добрив (261,4–264,2 г) на 2,4–3,0 г.

В агротехнологічному комплексі передпосівне протруювання насіння та внесення мінеральних добрив забезпечили приріст маси зерна на 4,4 г (1,6 %) порівняно з варіантами без передпосівного протруювання насіння.

При чизельному обробітку ґрунту (14–16 см) маса тисячі зерен становила 246,9–257,7 г без передпосівного протруювання та 248,3–261,1 г із передпосівним протруюванням насіння, що перевищувало відповідні варіанти без внесення добрив (249,7–252,2 г) у середньому на 2–3 г. Дія протруювання насіння була достовірною: приріст у межах 3,1 г свідчить про позитивний вплив захисту насіння навіть за менш інтенсивних систем обробітку ґрунту.

Дисковий обробіток (10–12 см) характеризувався нижчими показниками маси тисячі зерен, однак внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ суттєво підвищувало результат: 231,3–247,0 г без передпосівного протруювання та 233,8–250,9 г із передпосівним протруюванням насіння.

Порівняно з аналогічними варіантами без внесення добрив (238,6–244,4 г) спостерігалось збільшення на 2,4–3,0 г. Передпосівне протруювання

підвищувало масу тисячі зерен на 2,8 г (1,2 %), хоча вплив був слабшим, ніж при глибших системах обробітку ґрунту (табл. 6.10).

Таблиця 6.10

Маса тисячі зерен кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**, г

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	268,5	264,7	261,4	265,7	258,6
	з протруюванням	270,4	266,6	264,1	267,9	260,2
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	257,7	251,8	245,8	253,6	246,9
	з протруюванням	261,1	252,5	254,6	255,2	248,3
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	247,0	237,4	242,7	244,5	231,3
	з протруюванням	250,9	240,6	245,3	248,3	233,8
Нульовий	без протруювання	243,4	232,3	237,6	241,8	229,5
	з протруюванням	241,3	233,7	236,2	235,0	229,1
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		2,1	0,7	1,2	1,5	0,4
для фактора В (обробітку)		3,4	3,8	3,1	2,5	1,6

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Найменшу масу тисячі зерен отримано за нульового (No-till) обробітку ґрунту, де показники становили 229,5–243,4 г без передпосівного протруювання і 229,1–241,3 г із передпосівним протруюванням насіння.

Загалом, внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ сприяло покращенню виповненості зерна у всіх системах, підвищуючи масу тисячі зерен у середньому на 2,5–4,0 г, або 1–2 %. Передпосівне протруювання насіння посилювало дію добрив, забезпечуючи додатковий приріст на 2–3 г.

Найкращі результати одержано за агротехнологічного комплексу: полицевий обробіток, передпосівне протруювання насіння і внесення добрив

$N_{45}P_{45}K_{45}$ – 265,8 г, що на 30,7 г (13 %) більше, ніж у найгіршому варіанті (No-till технологія без передпосівного протруювання насіння 235,1 г) (рис. 6.14).

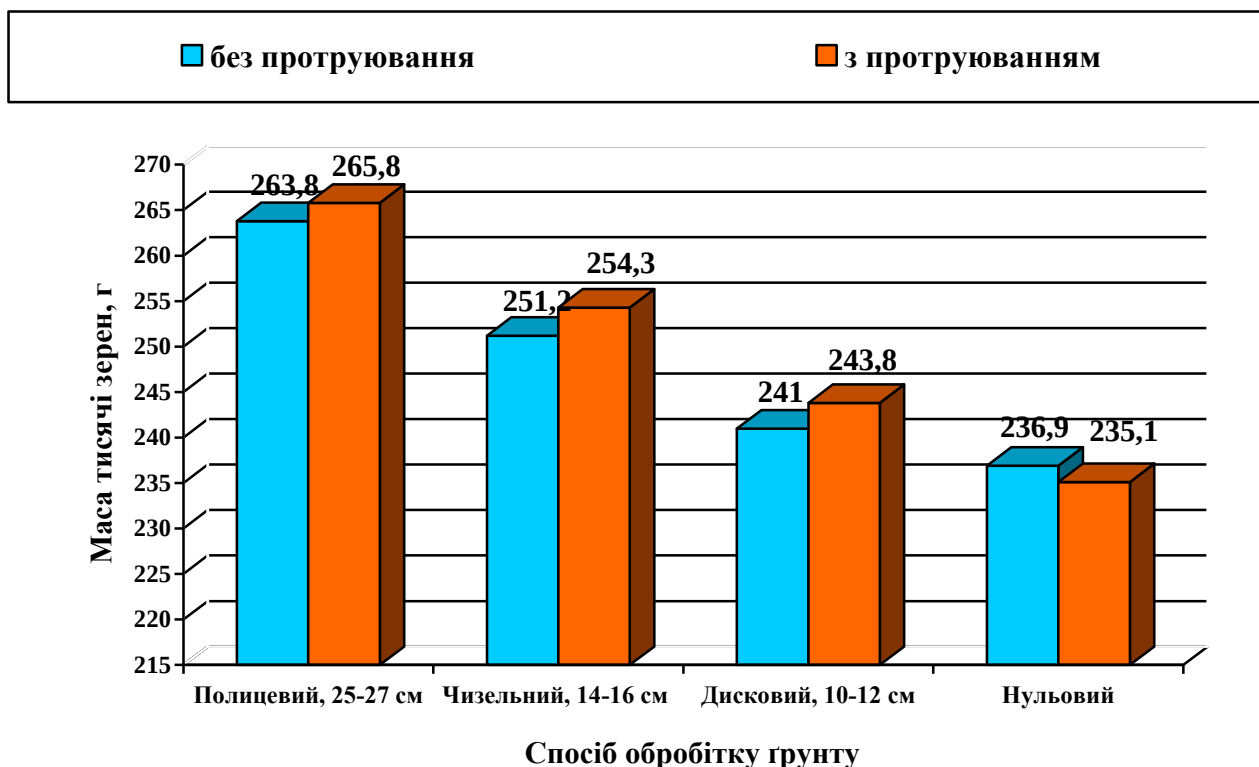


Рис. 6.14 Маса тисячі зерен кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Порівняльний аналіз середніх даних за 2016–2020 рр. показав, що найвищі показники маси тисячі зерен отримано за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см: без внесення добрив маса тисячі зерен становила 261,4 г у варіанті без передпосівного протруювання та 264,2 г у варіанті з його застосуванням. На фоні внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ цей показник збільшився відповідно до 263,8 і 265,8 г (рис. 6.15, додаток І.5).

При чизельному обробітку ґрунту (14–16 см) на природному фоні (без внесення мінеральних добрив) маса тисячі зерен кукурудзи становила 249,7 г без передпосівного протруювання і 252,2 г з хімічною обробкою насіння, а з внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 251,2 та 254,3 г, відповідно.

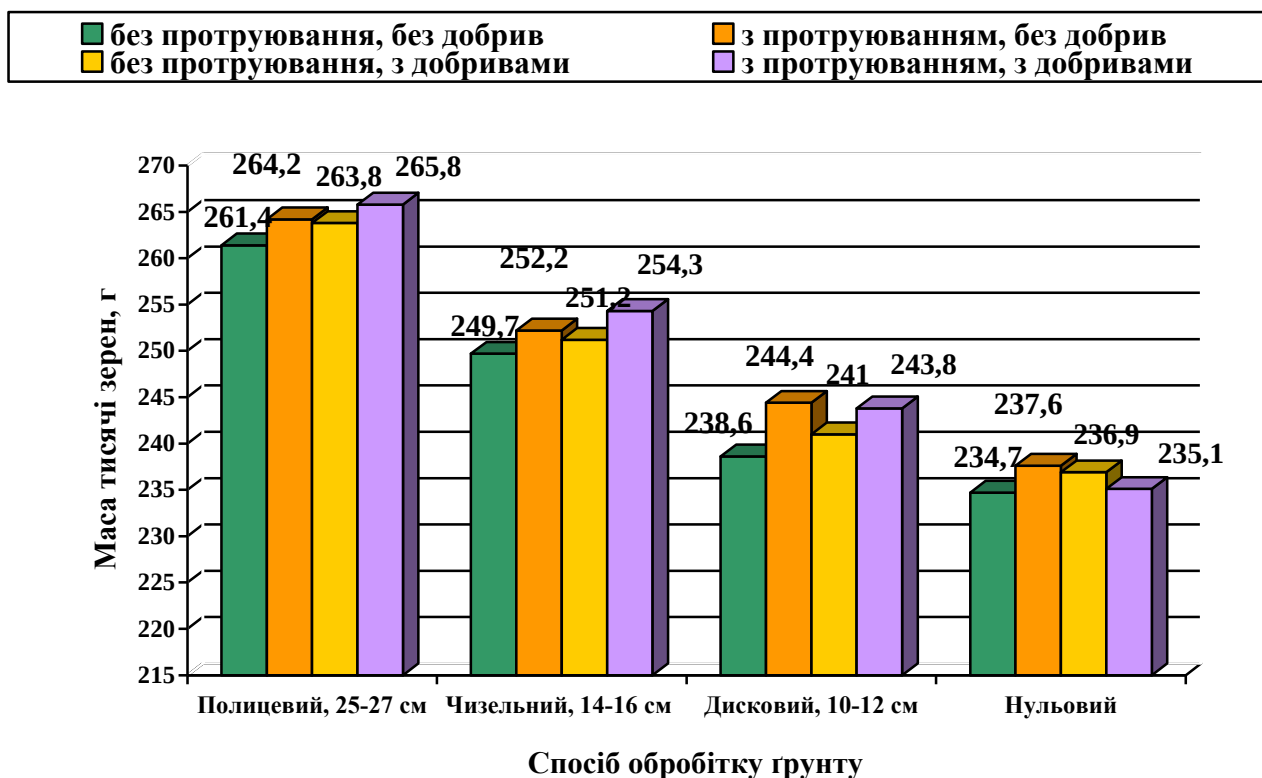


Рис. 6.15 Маса тисячі зерен кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ в цьому варіанті забезпечувало підвищення маси тисячі зерен кукурудзи на 1,5–2,1 г, а передпосівне протруювання насіння – на 2,5–3,1 г, що перевищувало межу істотності.

За дискування ґрунту на глибину 10–12 см маса тисячі зерен істотно знижувалася – 238,6 г без передпосівного протруювання і 244,4 г з передпосівним протруюванням на фоні без внесення добрив, тоді як при внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 241,0 та 243,8 г, відповідно. Внесення мінеральних добрив забезпечувало збільшення показника маси зерен на 2–3 г, а застосування протруювання насіння на 4–6 г.

Мінімальну масу тисячі зерен кукурудзи отримано при нульовому (No-till) обробітку ґрунту. Без внесення добрив маса тисячі зерен становила 234,7 г без хімічного захисту насіння і 237,6 г із передпосівним протруюванням насіння, а на удобреному фоні – 236,9 г і 235,1 г, відповідно.

У середньому по досліді найвищий показник маси тисячі зерен кукурудзи отримано за комплексу агроприйомів з полицевим обробітком, передпосівним протруюванням насіння і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (265,8 г), тоді як найнижчий – за No-till технології без передпосівного протруювання насіння (234,7 г). Різниця між цими крайніми варіантами становила 31,1 г, або 13,3 %, що є статистично достовірним. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало підвищення маси тисячі зерен кукурудзи в середньому на 2–3 г (1–2 %), в той час як передпосівне протруювання насіння забезпечувало приріст 3–5 г (1,5–2,5 %), особливо у варіантах із глибшим обробітком ґрунту.

Висновки до розділу 6

Вплив агротехнологічних прийомів на формування морфометричних показників кукурудзи є одним із ключових чинників, що визначає продуктивність культури в умовах Степу України. .

Лінійний приріст рослин кукурудзи становив 5,20–6,14 см/добу, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 0,58–0,94 см. Передпосівне протруювання насіння сприяло зростанню лінійного приросту на 0,20–0,50 см/добу, забезпечуючи показники 5,70–6,34 см/добу завдяки зменшенню ураженості проростків фітопатогенами й фітофагами, швидшому стартовому розвитку. Внесення мінеральних добрив підвищувало лінійний приріст ще на 0,20–0,56 см/добу, формуючи рівень 5,40–6,46 см/добу, що пов'язано з покращеним живленням рослин і більш інтенсивним ростом у період 10–12 листків.

Висота рослин кукурудзи становила 212,0–218,0 см, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 3,4–6,0 см. Передпосівне протруювання насіння сприяло підвищенню висоти рослин кукурудзи на 1,8–4,8 см, формуючи рівень 213,8–222,8 см. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало додаткове збільшення висоти рослин кукурудзи на 4,0–10,6 см, доводячи її до 220,2–228,0 см.

Площа листової поверхні кукурудзи становила 0,518–0,566 м²/рослину, змінюючись під впливом способу обробітку ґрунту на 0,018–0,048 м²/рослину. Передпосівне протруювання насіння сприяло збільшенню площі листової поверхні на 0,006–0,013 м²/рослину, формуючи рівень 0,524–0,579 м²/рослину. Внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ забезпечувало розширення листової поверхні на 0,045–0,051 м²/рослину, підвищуючи її до 0,563–0,617 м²/рослину.

Передзбиральна густина стеблостою кукурудзи становила 49,4–51,5 тис рослин/га, залежно від способу обробітку ґрунту на 0,6–2,1 тис рослин/га внаслідок різної структури посівного шару та умов для проростання насіння. Передпосівне протруювання насіння сприяло підвищенню густоти стеблостою на 1,4–2,3 тис рослин/га, формуючи рівень 51,7–52,9 тис рослин/га. Внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ додатково стабілізувало показник на 0,1–0,9 тис рослин/га, забезпечуючи 49,3–52,4 тис рослин/га.

Маса тисячі зерен кукурудзи становила 234,7–261,4 г, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 11,7–26,7 г, що зумовлено різними умовами живлення та водозабезпечення рослин у період наливу зерна. Передпосівне протруювання насіння забезпечувало додаткове збільшення показника на 2,5–5,8 г, формуючи рівень 237,6–264,2 г завдяки зниженню ураженості рослин у ранні фази. Внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ підвищувало масу тисячі зерен ще на 1,5–2,4 г, доводячи її до 236,9–263,8 г.

Найвищий ефект у формуванні морфометричних показників кукурудзи забезпечувало внесення мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅ та передпосівне протруювання насіння, який забезпечив лінійний приріст – до 58,1–66,2 см, висота рослин – до 220,2–230,6 см, площа листової – 0,573–0,641 м² на рослину, передзбиральна густина 51,1–54,7 тис рослин/га. Маса тисячі зерен досягала 235,1–265,8 г, що свідчить про формування повноцінного зерна та оптимальні умови росту. Інтегроване застосування раціонального обробітку ґрунту, протруювання насіння і мінерального живлення N₄₅P₄₅K₄₅ є базовою передумовою формування оптимальних морфометричних параметрів кукурудзи, що визначають рівень урожайності в умовах степової зони України.

РОЗДІЛ 7

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ВПЛИВУ АГРОТЕХНОЛОГІЙ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУКУРУДЗИ

7.1 Вплив агроприйомів на урожайність кукурудзи

Головним завданням мінімізації обробітку ґрунту є зниження енергетичних витрат і матеріальних ресурсів, дозована мобілізація родючості ґрунтів, попередження розвитку ерозійних процесів.

Як правило, зниження інтенсивності розпушення ґрунту поступається традиційній оранці за рівнем урожайності, тому завдання технологічного балансу полягає в тому, наскільки заміна глибокої оранки на енергозберігаючі способи обробітку ґрунту виправдані з економічної та екологічної позиції.

За тривалого впровадження мінімальних способів основного обробітку ґрунту чорнозем з часом набуває більш ущільненого стану (використання в системі мінімального обробітку ґрунту посівної і збиральної техніки, агрегатів для захисту рослин), тому потребує періодичного інтенсивного розпушення за допомогою полицевої оранки.

Складність ситуації полягає в тому, що при відмові від оранки з одного боку зростає фітопатогенна та ентомологічна небезпека та ступінь забур'яненості, а з іншого в обмеженні способів і засобів боротьби з шкочинними об'єктами. Тобто, ці два процеси підсилюють небезпеку втрати врожаю.

Результати багаторічних досліджень (2016–2020 рр.) свідчать, що спосіб основного обробітку ґрунту та передпосівне протруювання насіння мали достовірний вплив на формування врожайності.

Найвищу урожайність отримано за полицевого обробітку ґрунту на глибину 25–27 см. У цьому варіанті за п'ять років урожайність зерна кукурудзи на природному фоні без передпосівного протруювання становила 4,11–

5,17 т/га, а при передпосівному протруєнні насіння – 4,22–5,27 т/га, що в середньому на 0,10 т/га більше. Передпосівне протруювання насіння посилювало цей ефект завдяки зниженню ураженості проростків кукурудзи фітопатогенами та фітофагами і підвищенню життєздатності сходів, що сприяло збільшенню густоти продуктивного стеблостою (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Урожайність кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* на природному фоні, т/га

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	6,24	4,14	5,18	6,20	4,11
	з протруюванням	6,33	4,26	5,24	6,28	4,22
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	5,88	3,80	4,76	5,83	3,78
	з протруюванням	6,01	3,94	4,91	5,97	3,81
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	5,70	3,68	4,64	5,67	3,60
	з протруюванням	5,92	3,85	4,81	5,88	3,77
Нульовий,	без протруювання	5,69	3,63	4,52	5,64	3,56
	з протруюванням	5,84	3,79	4,67	5,73	3,65
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,18	0,10	0,07	0,09	0,03
для фактора В (обробітку)		0,08	0,04	0,10	0,03	0,04

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т.

Дещо нижчі показники урожайності кукурудзи отримано при чизельному обробітку ґрунту (14–16 см): 3,78–5,88 т/га без передпосівного протруювання та 3,81–6,01 т/га з його застосуванням. Відмінність між варіантами становила 0,12 т/га, що перевищує межу істотності.

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) урожайність культури залежно від погодних умов року не перевищувала 3,60–5,70 т/га без хімічного захисту насіння та 3,77–5,92 т/га з передпосівним протруюванням насіння, що свідчить про позитивний ефект обробки насіння (0,19 т/га).

Найменшу урожайність отримано при нульовому (No-till) обробітку ґрунту – 3,56–5,69 т/га без передпосівного протруювання і 3,65–5,84 т/га при передпосівному протруєнні насіння. Відсутність розпушення призводила до надмірного ущільнення поверхневого шару, погіршення аерації, повільного прогрівання ґрунту навесні та гальмування розвитку кореневої системи. Хоча протруювання частково компенсувало ці негативні явища (прибавка на 0,13 т/га).

У середньому по досліді спостерігалася чітка закономірність: зі зменшенням глибини основного обробітку врожайність кукурудзи знижувалася. Полицевий обробіток ґрунту мав перевагу над чизельним у середньому на 0,34–0,36 т/га, над дисковим – на 0,50–0,61 т/га, а над нульовим – на 0,53–0,66 т/га (рис. 7.1).

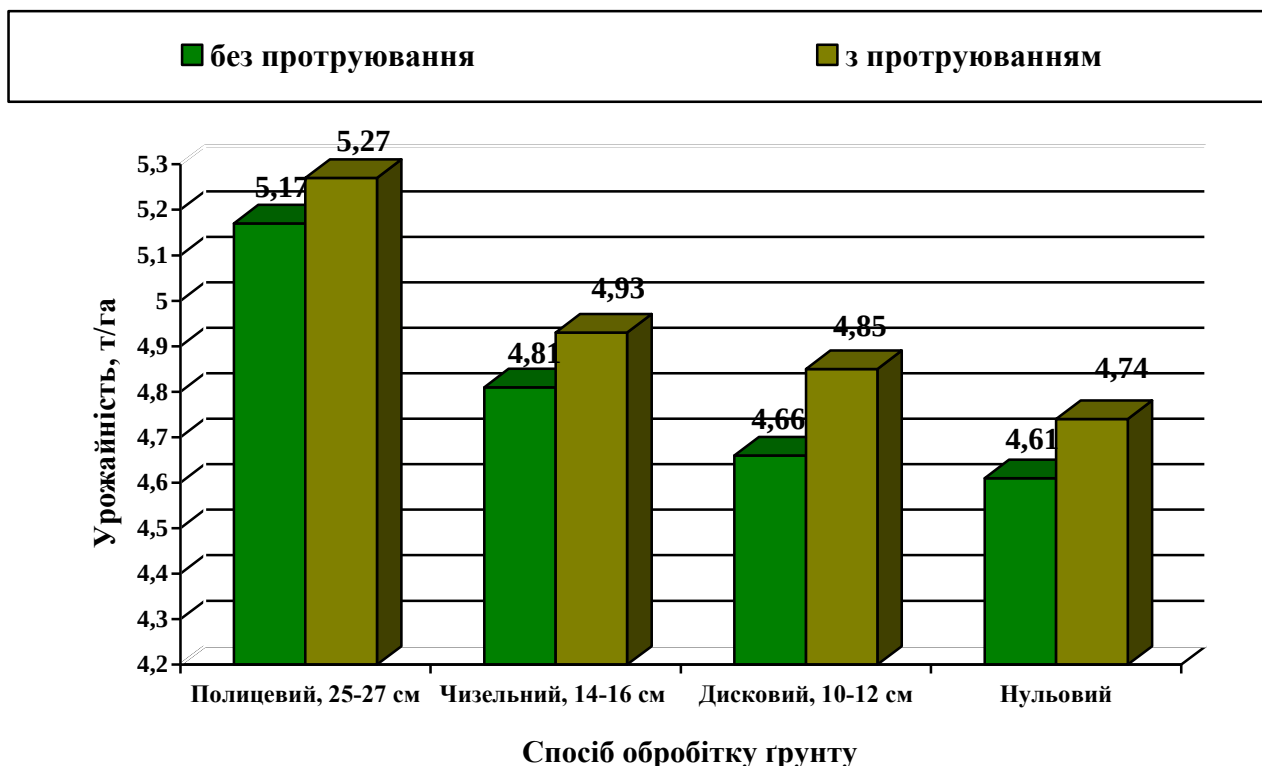


Рис. 7.1 Урожайність кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння на природному фоні в середньому 2016–2020 рр.

Передпосівне протруювання насіння стабільно підвищувало врожайність у межах 0,10–0,19 т/га (2–4 %), незалежно від способу обробітку ґрунту, що свідчить про його ефективність як універсального агрозаходу.

Найвищу середню врожайність – 5,27 т/га – забезпечив полицевий обробіток ґрунту із застосуванням передпосівного протруювання насіння, який поєднував глибоке розпушення, оптимальні агрофізичні умови і належний фітосанітарний стан посівів. Найнижчий показник – 4,61 т/га – спостерігався за нульового обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння, де через ущільнення та недостатнє живлення формувалися дрібні качани з неповноцінним зерном.

Отже, урожайність кукурудзи істотно залежить від глибини та способу основного обробітку ґрунту, а також від стану насіння. Найвищі показники забезпечує полицевий обробіток ґрунту (25–27 см) із передпосівним протруюванням насіння, який створює оптимальні умови для росту та наливу зерна. Чизельний обробіток є ефективною альтернативою оранці, зберігаючи стабільність урожайності на рівні 94–96 % від контрольного варіанту. Дисковий і нульовий способи обробітку призводять до зниження урожайності на 6–12 %. Передпосівне протруювання насіння стабільно підвищує урожайність на 0,1–0,2 т/га, покращуючи схожість, стійкість рослин до патогенів і рівномірність стеблостою.

7.2 Роль мінеральних добрив у формуванні продуктивності кукурудзи за різних агротехнологічних прийомів

Мінеральне живлення і його оцінка є важливим з точки зору регулювання продуктивності кукурудзи, окупності залежно від обробітку ґрунту. Позитивна роль мінеральних добрив як стимулятора ростових процесів проявилася в дослідях на всіх способах обробітку ґрунту.

Порівняльний аналіз середніх даних за 2016–2020 рр. показав, що урожайність кукурудзи істотно залежала від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив.

На удобреному фоні ($N_{45}P_{45}K_{45}$) усі варіанти забезпечували достовірне підвищення врожайності, що підтверджується величиною НІР (додаток К). Ефект мінерального живлення посилювався передпосівним протруюванням насіння, яке забезпечувало додатковий приріст урожаю за рахунок поліпшення польової схожості насіння, підвищення стійкості рослин до хвороб і шкідників та формування вирівняного стеблостою. Загалом урожайність на фоні внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ зросла на 0,8–1,0 т/га (13–16 %) порівняно з варіантами без удобрення.

Найвищі показники отримано при полицевому обробітку ґрунту на глибину 25–27 см. У цьому варіанті середня врожайність становила 5,08–7,25 т/га без передпосівного протруювання і 5,23–7,38 т/га при застосуванні протруйників, що свідчить про збільшення на 0,14 т/га або 2,3 %. У порівнянні з неудобреним фоном (5,17–5,27 т/га) приріст урожаю від внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ на оранці становив 0,99–1,03 т/га, тобто понад 15 % (табл. 7.2).

При чизельному обробітку ґрунту (14–16 см) урожайність становила 4,26–6,40 т/га без передпосівного протруювання та 4,26–6,40 т/га із передпосівним протруюванням насіння, що лише на 0,10 т/га нижче, ніж при оранці. Різниця між показниками з протруюванням насіння і без застосування хімічного захисту склала 0,1 т/га, а ефект від внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ порівняно з безудобреним фоном (4,81–4,93 т/га) становив 0,52–0,60 т/га, або 10–12 %.

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) урожайність без передпосівного протруювання становила 4,07–6,27 т/га, а з передпосівним протруюванням насіння – 4,21–6,37 т/га, тобто підвищення на 0,09 т/га або близько 1,7 %. У порівнянні з неудобреними варіантами (4,66–4,85 т/га) спостерігалось зростання врожайності на 0,43–0,54 т/га.

Таблиця 7.2

Урожайність кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**, т/га

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Роки				
		2016	2017	2018	2019	2020
Полицевий, 25–27см	без протруювання	7,25	5,18	6,12	7,15	5,08
	з протруюванням	7,38	5,33	6,27	7,31	5,23
Чизельний, 14–16см	без протруювання	6,40	4,32	5,29	6,37	4,26
	з протруюванням	6,51	4,40	5,46	6,41	4,37
Дисковий, 10–12см	без протруювання	6,27	4,22	5,14	6,19	4,07
	з протруюванням	6,37	4,28	5,24	6,32	4,21
Нульовий	без протруювання	6,18	4,12	5,10	6,15	4,13
	з протруюванням	6,28	4,24	5,19	6,26	4,21
НІР ₀₅ для фактора А (протруювання)		0,10	0,05	0,09	0,04	0,08
для фактора В (обробітку)		0,09	0,04	0,03	0,04	0,06

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Найнижчі показники урожайності отримано при нульовому (No-till) обробітку ґрунту – 4,13–6,18 т/га без передпосівного протруювання та 4,21–6,28 т/га з застосуванням протруйників. Внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅ сприяло підвищенню урожайності на 0,53–0,60 т/га порівняно з варіантами без удобрення (4,61–4,74 т/га), однак ефективність системи залишалася найнижчою.

В середньому по досліді, урожайність кукурудзи на удобреному фоні зросла в усіх варіантах систем обробітку на 10–16 %, що свідчить про високу ефективність мінерального живлення. Передпосівне протруювання насіння забезпечувало додаткове підвищення врожайності на 0,09–0,14 т/га (1,5–3 %), незалежно від способу обробітку, за рахунок підвищення схожості та стійкості рослин до патогенів.

Найвищий показник урожайності отримано в агрокомплексі при проведенні полицевої оранки, передпосівного протруювання насіння і внесення

добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 6,30 т/га; цей варіант перевищував чизельний на 0,87 т/га (16 %), дисковий – на 1,02 т/га (19 %), а нульовий – на 1,16 т/га (22 %) (рис. 7.2).

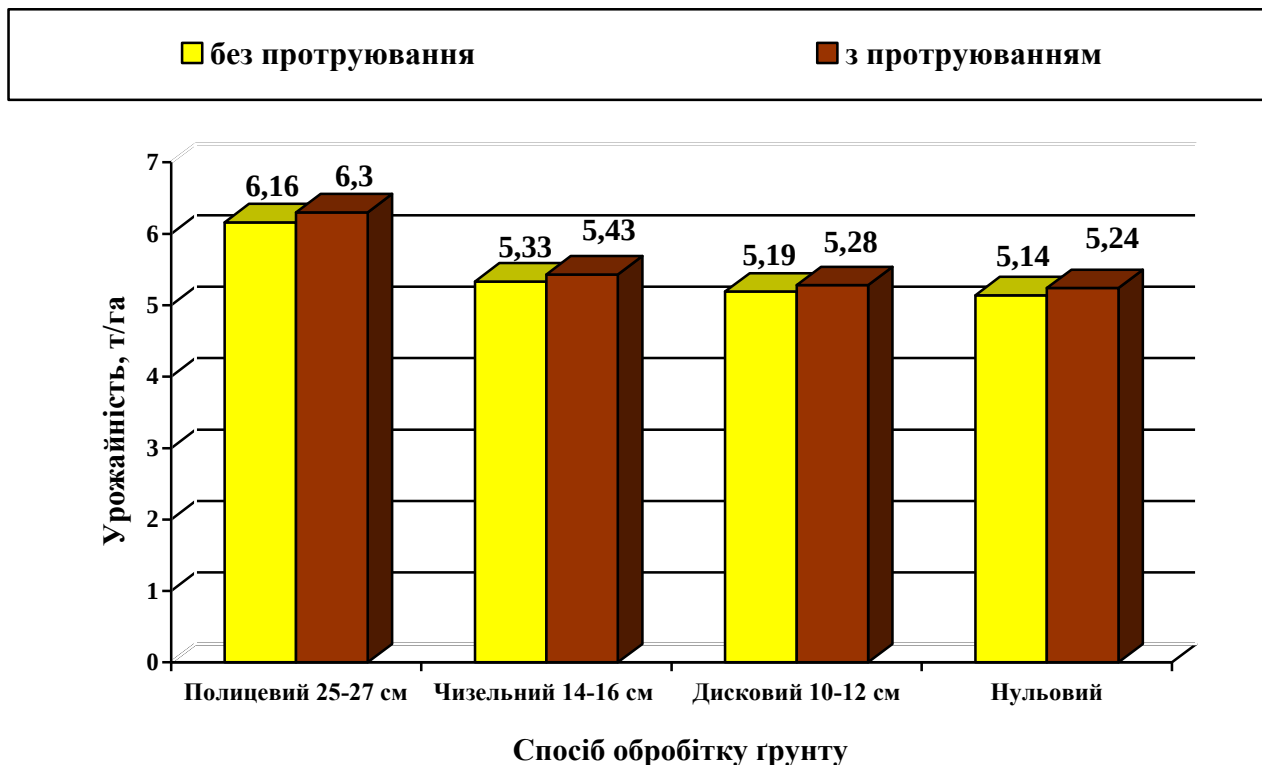


Рис. 7.2 Урожайність кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту і передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому 2016–2020 рр.

Мінімізація обробітку ґрунту без супровідних компенсуючих заходів (внесення добрив, передпосівне протруювання насіння) призводить до зниження урожайності кукурудзи через ущільнення ґрунту, слабшу аерацію та гірше забезпечення вологою рослин.

Порівняльна оцінка середніх даних за 2016–2020 рр. показала, що найвищі показники отримано при полицевому (орному) обробітку ґрунту на глибину 25–27 см, який забезпечив найсприятливіші умови для росту й розвитку рослин кукурудзи. Без внесення добрив урожайність кукурудзи становила 5,17 т/га без передпосівного протруювання і 5,27 т/га при його

проведенні, тоді як на удобреному фоні $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 6,16 і 6,30 т/га, відповідно. Таким чином, внесення добрив забезпечило збільшення врожайності кукурудзи на 0,99–1,03 т/га, або на 19,2 %, а передпосівне протруювання насіння дало додатковий приріст 0,10–0,14 т/га (2,0–2,3 %) (додаток К).

Дещо нижчі показники урожайності відзначено при чизельному обробітку ґрунту (14–16 см): 4,81 т/га без хімічної обробки насіння перед висівом і 4,93 т/га з передпосівним протруюванням насіння на неудобреному фоні та 5,33 і 5,43 т/га відповідно на удобреному ($N_{45}P_{45}K_{45}$). Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувало врожайність кукурудзи у середньому на 0,50–0,52 т/га (10,5 %), а передпосівне протруювання насіння – на 0,12 т/га.

За дискового обробітку ґрунту (10–12 см) урожайність була нижчою, але загальна тенденція зберігалася: 4,66–4,85 т/га без внесення добрив і 5,19–5,28 т/га з добривами $N_{45}P_{45}K_{45}$ (рис. 7.3).

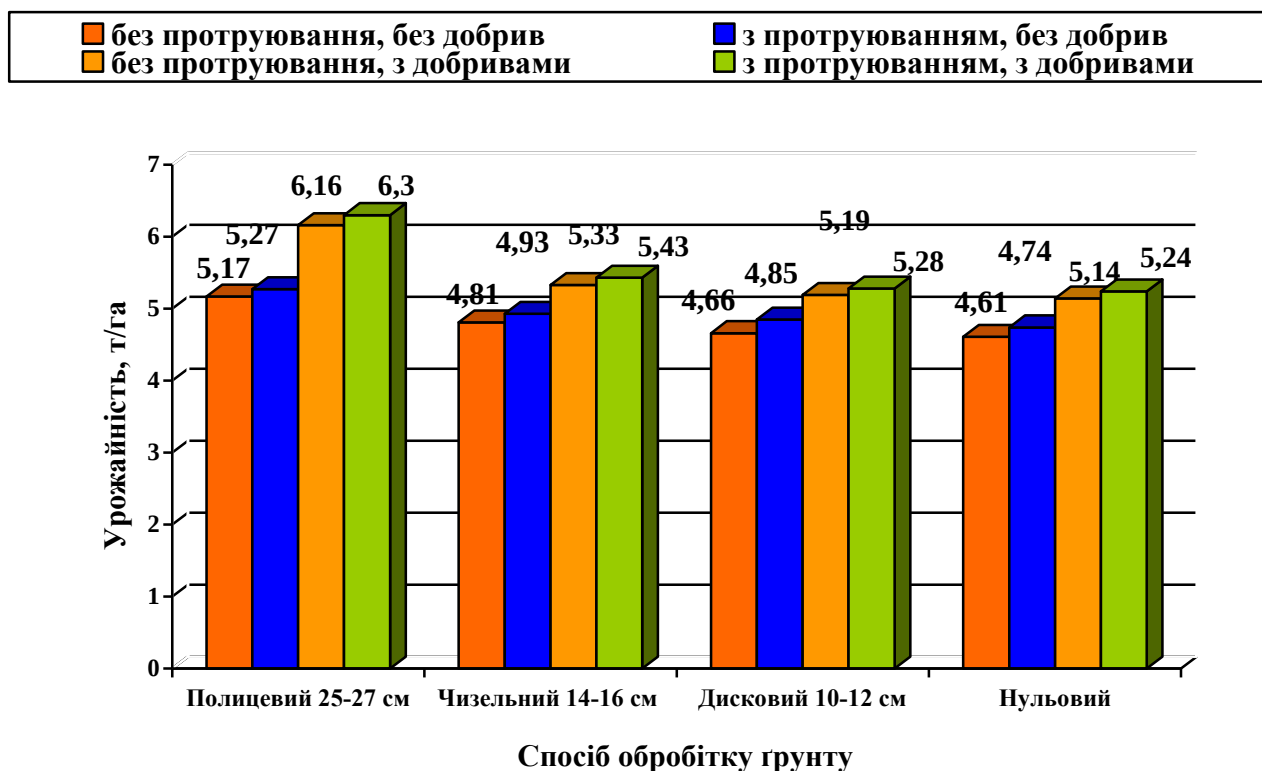


Рис. 7.3 Урожайність кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння і внесення добрив в середньому за 2016–2020 рр.

Приріст від внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ становив у середньому 0,52–0,53 т/га, а від передпосівного протруювання насіння кукурудзи – 0,19–0,09 т/га залежно від фону.

Найнижчі показники урожайності кукурудзи отримано за нульового (No-till) обробітку ґрунту – 4,61 т/га без передпосівного протруювання і 4,74 т/га з хімічним захистом насіння без внесення добрив, а при внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 5,14 і 5,24 т/га відповідно. Порівняно з полицевою системою різниця сягала 1,0–1,1 т/га, або близько 18 %.

У цілому встановлено, що ефективність факторів проявлялася у такій закономірності: полицевий > чизельний > дисковий > нульовий обробіток. Кількісна оцінка результатів показує: середній приріст урожайності за рахунок внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ становив 0,85–1,0 т/га (15–20 %); ефект передпосівного протруювання насіння – 0,1–0,2 т/га (2–4 %); найвищий результат отримано при полицевому обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 6,30 т/га, найнижчий – при No-till технології без передпосівного протруювання насіння і внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 4,61 т/га.

Таким чином, різниця між найкращим і найгіршим варіантом становила 1,69 т/га (36,7 %), що свідчить про визначальний вплив глибини й типу обробітку на продуктивність кукурудзи. Найвищу врожайність кукурудзи формує комплекс агротехнологічних прийомів: глибокий полицевий або чизельний обробіток ґрунту, передпосівне протруювання насіння та внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$. Мінімізація або відмова від обробітку ґрунту без компенсаційних заходів призводить до суттєвого зниження урожайності кукурудзи через погіршення агрофізичних і фітосанітарних умов ґрунту і посівів. Передпосівне протруювання насіння слід розглядати як обов'язковий елемент технології вирощування кукурудзи, що стабілізує врожайність культури навіть у менш сприятливих умовах.

У виробництві варто застосовувати глибоку оранку з комплексом агротехнічних заходів, включаючи передпосівне протруювання насіння та

збалансоване удобрення ($N_{45}P_{45}K_{45}$), а за використання мінімального чи нульового обробітку ґрунту компенсувати врожайні втрати підвищеним рівнем живлення й захисту рослин кукурудзи.

Висновки до розділу 7

Польові дослідження показали, що урожайність зерна кукурудзи істотно залежала від комплексу агротехнологічних прийомів – системи основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив.

Урожайність зерна кукурудзи становила 4,61–5,17 т/га, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 0,36–0,56 т/га через відмінності у структурі орного шару ґрунту, вологоутриманні та забезпеченні кореневої системи рослин. Передпосівне протруювання насіння підвищувало врожайність кукурудзи на 0,10–0,19 т/га, формуючи рівень 4,74–5,27 т/га завдяки зменшенню ранньої ураженості проростків фітопатогенами і фітофагами і поліпшенню стартового розвитку рослин. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало найбільший приріст – 0,33–0,53 т/га, підвищуючи врожайність до 5,14–6,16 т/га. Комплекс агротехнологічних прийомів – передпосівне протруювання та внесення мінеральних добрив – забезпечували максимальні показники врожайності 5,24–6,30 т/га залежно від способу обробітку ґрунту.

РОЗДІЛ 8

ЕКОНОМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ОЦІНКИ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ

Економічна ефективність є одним із головних критеріїв оцінки доцільності впровадження агротехнологічних систем у виробництво зерна кукурудзи. В умовах Степу України, де вирішальне значення мають енергозбереження, вологозабезпечення та адаптація до кліматичних коливань, комплекс агротехнологічних прийомів – спосіб основного обробітку ґрунту, передпосівне протруювання насіння і внесення добрив – виступає ключовим чинником стабільності виробництва та прибутковості культури.

Метою проведених розрахунків було визначити оптимальне співвідношення між рівнем урожайності, виробничими витратами, собівартістю, прибутком і рентабельністю вирощування кукурудзи на зерно залежно від технологічних прийомів, що забезпечують не лише високу врожайність, а й раціональне використання матеріально–технічних ресурсів.

Економічні розрахунки проводилися за результатами багаторічних (2016–2020 рр.) польових експериментів, у яких досліджувалися чотири системи основного обробітку ґрунту з наявністю післяжнивних решток попередника (пшениця озима): полицевий (25–27 см), чизельний (14–16 см), дисковий (10–12 см) та нульовий (No–till). У межах кожної системи вивчали два варіанти передпосівного протруювання насіння (без протруювання та з протруюванням) і два рівні удобрення (без внесення добрив та із застосуванням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$).

Проведені розрахунки економічної ефективності підтверджують суттєвий вплив системи основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння та застосування мінеральних добрив на рівень урожайності, структуру виробничих витрат, собівартість продукції, прибутковість і рентабельність вирощування кукурудзи на зерно. Виявлено чітку залежність економічних

показників від інтенсивності технології, зокрема від агротехнологічного комплексу з глибоким полицевим обробітком ґрунту, передпосівним протруюванням насіння, внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$.

В ряду наших досліджень просліджується тенденція до зниження рентабельності виробництва зерна кукурудзи при застосуванні мінеральних добрив. Тому постає питання: чи варто застосовувати добрива, одночасно підтримуючи родючість ґрунту?

На природному фоні урожайність кукурудзи змінювалась у межах від 4,61 т/га при нульовому обробітку ґрунту без передпосівного протруювання до 5,27 т/га при полицевому обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння. Внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечило істотне підвищення врожайності у всіх варіантах: від 5,14–5,24 т/га при нульовому (No-till) обробітку ґрунту до 6,16–6,30 т/га при полицевій системі. Застосування мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло приросту врожайності кукурудзи в середньому на 0,9–1,1 т/га, що підтверджує високу ефективність мінерального живлення у системі інтенсивних технологій. Передпосівне протруювання насіння підвищувало урожайність кукурудзи на 0,10–0,18 т/га в усіх варіантах, що свідчить про його стабільний позитивний вплив (табл. 8).

Найнижчі виробничі витрати на вирощування кукурудзи отримали у варіанті дискового (7270–10445 грн/га) та нульового (7180–10143 грн/га) обробітку ґрунту, що пояснюється меншою енергоємністю і скороченням витрат на паливо. Полицевий обробіток ґрунту, навпаки, характеризувався найбільшими витратами (8435–11972 грн/га), однак високі врожаї компенсували ці витрати за рахунок вищого прибутку. Чизельна система займала проміжне положення (7548–11091 грн/га).

Собівартість однієї тонни зерна найнижча при дисковому обробітку ґрунту без внесення добрив (1560 грн/т), що свідчить про енергоощадність цього способу за мінімального рівня витрат.

Таблиця 8

Економічна ефективність способів основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив при вирощуванні кукурудзи на зерно в середньому 2016–2020 рр.**

Спосіб обробітку ґрунту	Передпосівне протруювання насіння	Урожайність, т/га		Виробничі витрати, грн/га		Собівартість виробництва, грн/т		Прибуток, грн/га		Рівень рентабельності, %	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	5,17	6,16	8435	11887	1632	1900	13986	14788	165,8	124,4
	з протруюванням	5,27	6,30	8596	11972	1631	1929	14236	15346	165,6	128,2
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	4,81	5,33	7548	10886	1569	2039	13278	12203	175,9	112,1
	з протруюванням	4,93	5,43	7727	11091	1567	2042	13623	12459	176,3	112,5
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	4,66	5,18	7270	10133	1560	1956	12915	12100	177,7	119,4
	з протруюванням	4,85	5,28	7699	10445	1587	1978	13299	13187	172,7	126,2
Нульовий	без протруювання	4,61	5,14	7180	9625	1558	1874	12632	12449	175,9	129,3
	з протруюванням	4,74	5,24	7571	10143	1612	1926	12655	12420	167,2	122,4

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350FS, 7 л/т, ** – економічна ефективність розраховувалась за цінами 2016–2020 рр.; 1 – на природному фоні; 2 – при внесенні мінеральних добрив N₄₅P₄₅K₄₅

Однак при внесенні добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ собівартість виробництва зерна кукурудзи у цьому варіанті зростала до 1956–1978 грн/т, що дещо зменшувало економічну перевагу.

Найвища собівартість виробництва зерна кукурудзи отримана у варіантах з глибоким полицевим обробітком ґрунту і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (1900–1929 грн/т), що зумовлено більшими енергозатратами.

Прибутковість вирощування кукурудзи мала тенденцію до зростання з підвищенням урожайності, однак економічна ефективність визначалась не лише врожайністю, а й рівнем витрат. Найбільший прибуток забезпечили полицеві варіанти: 13986–15346 грн/га за рахунок вищої урожайності. Дещо нижчі показники прибутку отримано при чизельному (12203–13623 грн/га) і дисковому обробітку ґрунту (12100–13299 грн/га), тоді як найменші – при нульовому (12420–12449 грн/га). Водночас співвідношення між прибутком і витратами свідчить, що максимальний рівень рентабельності (тобто ефективність кожної вкладеної гривні) досягався не за найвищої урожайності кукурудзи, а при оптимальному балансі витрат і виходу продукції.

Абсолютну перевагу за рівнем рентабельності отримано за дискового обробітку ґрунту без внесення добрив (177,7 %), що перевищує інші системи на 10–15 %. Висока економічна віддача цього варіанту зумовлена низькими виробничими витратами при стабільній урожайності кукурудзи понад 4,6 т/га. Також високий рівень рентабельності мав чизельний обробіток ґрунту без внесення добрив (175,9–176,3 %) завдяки помірним витратам та відносно високому прибутку. Полицевий обробіток ґрунту характеризувався рентабельністю 165,6–165,8 % без внесення добрив і 124,4–128,2 % із внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, що свідчить про високу ефективність глибокої оранки лише за умов оптимальних затрат і правильного застосування агрозаходів.

Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ у всіх варіантах знижувало показники рентабельності через підвищення витрат, хоча загальний прибуток при цьому зростав. Наприклад, при дисковому обробітку ґрунту рентабельність знизилась

із 177,7 до 126,2 %, а при чизельному – з 176,3 до 112,5 %, однак економічна віддача залишалася позитивною.

Передпосівне протруювання насіння кукурудзи мало позитивний економічний ефект, хоча його вплив проявлявся більше у стабілізації прибутку і зниженні ризиків, ніж у різкому підвищенні рентабельності. Зокрема, у варіантах полицевого обробітку ґрунту воно забезпечило додатковий прибуток у межах 250–560 грн/га, у чизельному – 345–500 грн/га, у дисковому – 384–1075 грн/га, а в нульовому – 23–180 грн/га.

Найвищу економічну ефективність у середньому за 2016–2020 рр. забезпечив дисковий обробіток ґрунту без внесення добрив (рентабельність 177,7 %) – оптимальне співвідношення між низькими витратами, прийнятною урожайністю кукурудзи та стабільним прибутком. Найкращий варіант із погляду абсолютного прибутку – полицевий обробіток ґрунту при застосуванні передпосівного протруювання насіння і внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (прибуток 15346 грн/га). Найгіршим за ефективністю слід вважати нульовий обробіток ґрунту без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив (прибуток 12632 грн/га, урожайність кукурудзи 4,61 т/га).

Порівнюючи всі системи в комплексі, можна констатувати, що дисковий і чизельний обробіток ґрунту забезпечують найбільш збалансований економічний ефект: вони поєднують високу рентабельність, помірну урожайність і стабільний прибуток.

У виробничих умовах господарств степової зони саме ці системи доцільно використовувати як базові для сталого вирощування кукурудзи на зерно.

Висновки до розділу 8

Середня урожайність кукурудзи за п'ятирічний період змінювалась від 4,61 т/га при нульовому обробітку ґрунту без передпосівного протруювання до

6,30 т/га при полицевій системі з передпосівним протруюванням насіння і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$.

Внесення добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувало урожайність кукурудзи у межах 0,9–1,1 т/га, а передпосівне протруювання насіння – у середньому на 0,10–0,18 т/га, що свідчить про синергічний ефект обох факторів. Серед способів обробітку найвищі показники стабільно давала оранка (5,17–6,30 т/га), тоді як мінімальні – технологія No-till (4,61–5,24 т/га).

Виробничі витрати зростали пропорційно до енергоємності способу обробітку ґрунту. Найменші витрати отримано при нульовому (7180–10143 грн/га) і дисковому (7270–10445 грн/га) способах обробітку ґрунту, що зумовлюється зменшенням кількості технологічних операцій і економією пального. Найвищі витрати спостерігалися при полицевому обробітку ґрунту (8435–11972 грн/га), де виконувалося більше механічних операцій. Чизельний обробіток ґрунту займав проміжне положення (7548–11091 грн/га).

Собівартість однієї тонни зерна кукурудзи змінювалась в межах 1558–2042 грн/т, найнижча при No-till без передпосівного протруювання і без застосування добрив (1558 грн/т), а найвища – при чизельній системі з передпосівним протруєнням насіння і внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (2039–2042 грн/т). Це свідчить, що енергоощадні технології мають перевагу за рахунок зменшення собівартості виробництва навіть за трохи нижчої урожайності кукурудзи.

Рівень прибутку на гектар визначався балансом урожайності та витрат. Абсолютно найвищий прибуток отримано при полицевій системі з передпосівним протруюванням насіння і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 15346 грн/га, де поєдналися високі врожаї і стабільність виробництва. Дещо нижчі, але близькі за значеннями показники характерні для чизельного (13623–12459 грн/га) та дискового (13299–13187 грн/га) способів обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння. Найменший прибуток – при нульовому обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння і внесенням добрив

$N_{45}P_{45}K_{45}$ (12420 грн/га), що свідчить про обмежену економічну ефективність даної системи у посушливих умовах зони Степу України.

Найвищий рівень рентабельності виявлено при дисковому обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння і без внесення добрив (177,7 %), що пояснюється поєднанням низьких витрат і задовільної урожайності кукурудзи. При чизельному способі обробітку ґрунту отримано аналогічно високі показники рентабельності без внесення добрив (175,9–176,3 %), що підтверджує її ефективність у системі ресурсозбереження. При впровадженні полицевої системи обробітку ґрунту рентабельність була в межах 165,6–165,8 % без внесення добрив і 124,4–128,2 % з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$, що відображає підвищення витрат при високій енергоємності процесу. Найнижчу рентабельність отримано при чизельному та нульовому обробітку ґрунту з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (112–122 %).

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі виконано теоретичне узагальнення та запропоновано вирішення наукової проблеми, що стосується обґрунтування оптимальних параметрів взаємодії природних і техногенних комплексів у рослинництві. Розкрито ефективність сучасних агротехнологічних прийомів за наявності післяжнивних решток попередника сівозміни і принципів мінімізації обробітку ґрунту з урахуванням змін у видовій структурі шкодочинного комплексу кукурудзи, а також економічна оцінка відповідних агроприйомів. На основі отриманих результатів сформульовано такі висновки:

1. Динаміка складення ґрунту підтвердила системне зміщення профілю впродовж сезону: твердості – з 14,5 (полицевий обробіток ґрунту) і 20,1–28,8 кг/см² (мілкий обробіток ґрунту) перед сівбою до 31,0 кг/см² і 37,5–41,4 кг/см² – при повній стиглості; і щільності – з 1,17 (полицевий обробіток ґрунту) і 1,26–1,31 г/см³ (мілкий обробіток ґрунту) перед сівбою до 1,30 (полицевий обробіток ґрунту) і 1,34–1,40 г/см³ (мілкий обробіток ґрунту) при повній стиглості зерна кукурудзи.

2. Водний режим є важливим чинником фітосанітарних змін. У шарі 0–150 см перед сівбою запаси доступної вологи становили на оранці 196 мм і 187–183–180 мм залежно від мілкового обробітку ґрунту і скорочувались до 17 мм і 23–20–18 мм, відповідно, при повній стиглості зерна кукурудзи.

3. Дослідженнями встановлено достовірний вплив агротехнологічних прийомів з урахуванням фітосанітарного стану посівів на польову схожість, морфометричні показники та урожайність кукурудзи. Польова схожість насіння кукурудзи у середньому за 2016–2020 рр. становила 72,0–87,2 %, істотно змінюючись під впливом способу обробітку і варіабельністю показника на рівні 1,6–15,2 %. Передпосівне протруювання (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т) підвищувало польову схожість насіння кукурудзи до 85,0–90,4 % (на 3,2–13,6 %), забезпечуючи захист насіння і проростків від ґрунтових шкодочинних фітофагів та фітопатогенів. Внесення мінеральних

добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало збільшення польової схожості насіння кукурудзи до 80,0–87,8 % (на 0,6–9,8 %), а в агротехнологічному комплексі з передпосівним протруюванням насіння до 88,0–91,8 %.

4. Ураженість проростків кукурудзи ґрунтовими фітопатогенними організмами в середньому становила 39,8–54,4 %, а інтенсивність ураження – 21,5–32,8 %. Різниця між способами обробітку ґрунту досягала 4,0–14,6 %, що супроводжувалося зростанням інтенсивності ураження на 5,4–11,3 %. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) знижувало ураженість на 5,4–13,8 %, забезпечуючи рівень 34,4–40,6 %, а інтенсивність – на 7,8–10,2 % (12,3–25,0 %). За внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ ураженість проростків фітопатогенною ґрунтовою інфекцією зменшувалася з 39,8–54,4 % до 36,6–47,0 % (на 3,2–7,4 %), а при застосуванні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ в агрокомплексі з передпосівним протруюванням насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) – до 32,0–37,2 %.

5. Змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту (на 4,6–10,4 %), пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками сягала 43,2–53,2 %. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) знижувало пошкодженість до 19,0–23,4 % (24,2–29,8 % у відносному вираженні). Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками при внесенні мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ була на рівні 29,2–48,6 %, що на 4,6–14,0 % нижче за неудобрений фон (43,2–53,2 %). Комплексна дія мінеральних добрив та передпосівного протруювання насіння мала найвищий біологічний ефект – 14,6–24,2 %.

6. Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою загалом була в межах 24,8–33,6 %, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 3,6–8,8 %. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) знижувало рівень пошкодження лише на 0,2–2,0 %, забезпечуючи 24,6–33,0 %. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ сприяло зменшенню пошкодженості качанів бавовниковою совкою на 1,9–8,7 %, тобто

до 22,9–24,9 % (24,8–33,6 % – без внесення), а у комплексі мінеральні добрива та передпосівне протруювання насіння формуючи рівень 22,7–24,8 %.

7. Змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 1,9–2,8 %, пошкодженість рослин кукурудзи кукурудзяним метеликом не перевищувала 3,1–5,9 %. Передпосівне протруювання насіння знижувало пошкодженість на 0,3–0,6 % (3,1–5,3 %). На фоні удобрення пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом зменшувалася до 3,0–5,4 %, тобто на 0,1–1,4 %, порівняно з неудобреними ділянками, а в варіантах з комплексною дією мінеральних добрив і передпосівного протруювання насіння до 2,7–4,6 %, залежно від способу обробітку ґрунту.

8. Ураженість качанів кукурудзи хворобами становила 9,4–11,6 %, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 0,4–2,2 %. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) знижувало ураженість лише на 0,1–0,5 %, формуючи рівень 9,5–11,1 %. Позитивна дія від внесення $N_{45}P_{45}K_{45}$ також проявлялася і в зменшенні ураженості качанів хворобами до 9,7–11,5 % (на 0,1–0,3 %), та до 9,4 –11,3 % ще і при застосуванні передпосівного протруювання насіння.

9. За роки досліджень в посівах кукурудзи було ідентифіковано основних шкодочинних близько 10 видів бур'янів, 15 фітофагів і 12 збудників хвороб.

Фітоценоз бур'янів кукурудзи був представлений: мишій зелений (*Setaria viridis*) і сизий (*Setaria pumila*), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli*), щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*), лобода біла (*Chenopodium album*), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*), гірчак перцевий (*Polygonum/Amaranthus*), осот рожевий (*Cirsium arvense*), берізка польова (*Convolvulus arvensis*), пирій повзучий (*Elytrigia repens*), ваточник звичайний (*Asclepias syriaca*).

Шкоду посівам кукурудзи наносили личинки коваликів (дротяники) (*Elateridae*) і чорнишів (несправжні дротяники) (*Tenebrionidae*), гусениці озимої і підгризаючих совок (*Lepidoptera*), бавовникової совки (*Helicoverpa armigera*),

лучного (*Margaritia sticticalis*) і кукурудзяного (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) метеликів, південний сірий довгоносик (*Tanymecus dilaticollis*) та інші.

З хвороб кукурудзи домінували наступні збудники: пліснявіння насіння і проростків кукурудзи (*Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Alternaria* spp., *Cladosporium* spp.), пухирчаста (*Ustilago zae*) і летюча (*Sorosporium reilianum* (Kuhn) McAlp.) сажки, кореневі і стеблові гнилі (*Fusarium* spp.), нігроспоріоз (*Nigrospora oryzae*), бактеріоз (*Bacillus mesentericus-vulgatus*).

10. Одним із ефективних способів утримання шкодочинного комплексу кукурудзи на допороговому рівні є використання стійких гібридів. Високу стійкість на природному інфекційному фоні мали такі гібриди кукурудзи: ДН Пивиха, ДН Страйд, ДН Світязь, ДН Галатея, ДН Джулія, ДН Рава, пошкодженість яких не перевищувала 10–13 %. Середню стійкість мали гібриди кукурудзи ДН Хортиця, ДН Корунд, ДК Велес, ДН Деметра, пошкодженість яких фітопатогенними та шкодочинними фітофагами становила 20,0–26,0 %.

11. За ранніх строків сівби, вже наприкінці вегетації, отримано сильне ураження кукурудзи хворобами качанів (28,7 і 64,6 %) та пошкодження бавовникою совкою (31,4 і 17,3 %) гібридів Ушицький 167 СВ і Соколов 407 МВ. При зміщенні строків сівби від ранніх до пізніх, на гібриді кукурудзи Соколов 407 МВ, також відбувалося зростання ураженості рослин пухирчастою сажкою (з 3,5 до 18,4 %) та пошкодженості рослин кукурудзяним метеликом (з 1,9 до 6,7 %). Менше ураження і пошкодження рослин кукурудзи шкодочинними об'єктами було за оптимального строку сівби.

12. Запізнення зі збиранням врожаю кукурудзи призводило до динамічного зростання відсотка ураженості фітопатогенами і пошкодженості фітофагами: гібрид Соколов 407 МВ – ураженість качанів кукурудзи хворобами зростала з 35,5 до 56,7 %, пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом – з 3,5 до 4,6 %; гібридів Ушицький 167 СВ – з 28,7 до 33,1 % і з 18,2 до 19,9 %, відповідно ураження качанів хворобами і пошкодження бавовниковою совкою. Найменший їх розвиток отримали на гібриді Моніка 350 МВ, де ураженість

качанів хворобами за ранніх строків збирання становила 21,9 %, а пошкодженість качанів бавовниковою совкою була в межах 10,8–12,2 %.

13. Лінійний приріст рослин кукурудзи становив 5,20–6,14 см/добу, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 0,58–0,94 см/добу. Передпосівне протруювання (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) сприяло збільшенню приросту на 0,2–0,5 см/добу, забезпечуючи показники 5,70–6,34 см/добу. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувало лінійний приріст ще на 0,20–0,56 см/добу, формуючи рівень 5,40–6,46 см/добу. Максимальні показники лінійного приросту забезпечував комплекс агроприйомів з передпосівного протруювання насіння та внесення мінеральних добрив 5,81–6,62 см/добу, залежно від способу обробітку ґрунту.

14. Висота рослин кукурудзи становила 212,0–218,0 см, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 3,4–6,0 см. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) підвищувало висоту на 1,8–4,8 см, формуючи рівень 213,8–222,8 см. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало додаткове збільшення висоти на 4,0–10,6 см, доводячи її до 216,0–228,0 см. Найвищий показник висоти рослин забезпечував комплекс агроприйомів: передпосівне протруювання насіння та внесення добрив на оранці –230,6 см.

15. Площа листової поверхні кукурудзи становила 0,518–0,566 м²/рослину, змінюючись під впливом способу обробітку ґрунту на 0,018–0,048 м²/рослину. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) сприяло збільшенню листової площі на 0,006–0,013 м²/рослину, формуючи рівень 0,524–0,579 м²/рослину. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало збільшення показників площі листової поверхні на 0,045–0,051 м²/рослину, підвищуючи її до 0,563–0,617 м²/рослину.

16. Густота стеблостою кукурудзи становила 49,4–51,5 тис. рослин/га, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 0,6–2,1 тис. рослин/га. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т +

Круізер 350 FS, 7 л/т) підвищувало густоту на 1,4–2,3 тис. рослин/га, формуючи рівень 51,7–52,9 тис. рослин/га. Внесення мінеральних добрив додатково формувало показник на 0,1–0,9 тис. рослин/га, забезпечуючи 49,3–52,4 тис. рослин/га, а у в агротехнологічному комплексі з передпосівним протруюванням 51,1–54,7 тис. рослин/га.

17. Маса тисячі зерен кукурудзи становила 234,7–261,4 г, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 11,7–26,7 г. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) забезпечувало додаткове збільшення показника на 2,5–5,8 г, формуючи рівень 237,6–264,2 г. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ підвищувало масу тисячі зерен ще на 1,5–2,4 г (236,9–263,8 г). Найвищий ефект комплексного застосування передпосівного протруювання та внесення мінеральних добрив отримано на полицевому обробітку ґрунту 265,8 г (за мінімальних способів обробітку ґрунту 235,1–254,3 г).

18. Урожайність зерна кукурудзи становила 4,61–5,17 т/га, змінюючись залежно від способу обробітку ґрунту на 0,36–0,56 т/га. Передпосівне протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т) підвищувало врожайність на 0,10–0,19 т/га, формуючи рівень 4,74–5,27 т/га. Внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ забезпечувало найбільший приріст – 0,33–0,53 т/га, підвищуючи врожайність до 5,14–6,16 т/га. Комплекс агротехнологічних прийомів – передпосівне протруювання та внесення мінеральних добрив – забезпечували максимальні показники врожайності 5,24–6,30 т/га залежно від способу обробітку ґрунту.

19. Найменші виробничі витрати отримано при нульовому (7180–10143 грн/га) і дисковому (7270–10445 грн/га) способах обробітку ґрунту. Найвищі витрати спостерігалися при полицевому обробітку ґрунту (8435–11972 грн/га).

20. Собівартість однієї тонни зерна кукурудзи змінювалась в межах 1558–2042 грн/т, найнижча при No-till без передпосівного протруювання насіння і без застосування мінеральних добрив (1558 грн/т), а найвища – при

чизелюванні з передпосівним протруюванням насіння з внесенням $N_{45}P_{45}K_{45}$ (2039–2042 грн/т).

21. Абсолютно найвищий прибуток отримано при полицевій системі обробітку ґрунту при застосуванні передпосівного протруювання насіння (Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т) і внесенням добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ – 15346 грн/га; для чизельного 12459–13623 грн/га та дискового 13187–13299 грн/га способах обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння. Найменший прибуток – при нульовому обробітку ґрунту з передпосівним протруюванням насіння і внесенням мінеральних добрив (12420 грн/га).

22. Найвищий рівень рентабельності виявлено при дисковому обробітку ґрунту без передпосівного протруювання насіння і без внесення мінеральних добрив (177,7 %). За чизелювання отримано високі показники без внесення мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ (175,9–176,3 %), що підтверджує її ефективність у системі ресурсозбереження. Полицева система мала рентабельність 165,6–165,8 % без внесення мінеральних добрив і 124,4–128,2 % з мінеральними добривами ($N_{45}P_{45}K_{45}$). Найнижчу рентабельність отримано при чизельному та нульовому обробітках ґрунту з внесенням мінеральних добрив (112,1–122,4 %).

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення високої врожайності кукурудзи, зниження шкодочинності і втрат врожаю від шкодочинних об'єктів, скорочення енергетичних витрат на виробництві продукції необхідно провести комплекс заходів і впровадити в систему агротехнологій в зоні Степу України:

1. Для отримання стабільної урожайності кукурудзи та високої рентабельності оптимальним є застосування чизельного або дискового обробітку ґрунту, оскільки він забезпечує економію пального та збереження вологи в ґрунті.

2. Вирощувати гібриди кукурудзи, стійкі до основних фітопатогенів та шкодочинних фітофагів (ДН Пивиха, ДН Страйд, ДН Світязь, ДН Джулія) із мінімальним рівнем ураження і пошкодження.

3. Обов'язково проводити передпосівне протруювання насіння кукурудзи, особливо при мінімальних способах обробітку ґрунту, що підвищує схожість і захищає насіння і проростки на ранніх етапах розвитку від шкодочинного комплексу, баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) з препаратом Круїзер 350 FS (5–7 л/т).

4. Застосовувати мінеральні добрива $N_{45}P_{45}K_{45}$ у поєднанні з оптимальним строком сівби для максимального використання весняної вологи, що забезпечує підвищення врожайності на 0,33–0,53 т/га.

5. Збирання врожаю кукурудзи здійснювати у повній стиглості зерна, щоб уникнути вторинного ураження качанів хворобами (фузаріозом) і пошкодження шкідниками (бавовниковою совкою, кукурудзяним метеликом).

Впровадження в систему агротехнологічних прийомів мінімальних способів обробітку ґрунту (чизельного та/або дискового) з внесенням мінеральних добрив $N_{45}P_{45}K_{45}$ із обов'язковим передпосівним протруюванням насіння баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ (2,5 л/т) з препаратом Круїзер 350 FS (5–7 л/т) забезпечує стабільний фітосанітарний стан посівів (при дотриманні сівозміни) і урожайність кукурудзи в зоні Степу 5,28–5,43 т/га.

Впровадження нульового способу обробітку ґрунту, обов'язково з передпосівним протруюванням насіння і внесенням мінеральних добрив, що дозволяє отримувати врожайність кукурудзи 5,24 т/га з високим рівнем рентабельності 122 % і низькою енерговитратністю, але з ретельним контролюванням фітосанітарної ситуації та додатковим хімічним захистом посівів кукурудзи від шкочинного комплексу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Adhikari R. K., Wang T., Jin H., Ulrich–Schad J. D., Sieverding, H. L., & Clay, D. Farmer perceived challenges toward conservation practice usage in the margins of the Corn Belt, USA. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2024. 38. 14. <https://doi.org/10.1017/S1742170523000042>
2. Afaq U., Kumar G., & Siddiqui A. *Zygogramma bicolorata* (Coleoptera: Chrysomelidae): an exotic biocontrol agent of the noxious weed, *Parthenium hysterophorus* (Asteraceae). *The Canadian Entomologist*. 2024. 156. 4. <https://doi.org/10.4039/tce.2023.30>
3. Akhter M. J., Sønderskov M., Loddo D., Ulber L., Hull R., & Kudsk P. Opportunities and challenges for harvest weed seed control in European cropping systems. *European Journal of Agronomy*. 2023. 142. 126639. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2022.126639>
4. Alagbo O., Spaeth M., Saile M., Schumacher M., & Gerhards R. Weed Management in Ridge Tillage Systems—A Review. *Agronomy*. 2022. 12 (4). 910. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040910>
5. Altieri M. A., Nicholls C. I., Dinelli G., & Negri L. Towards an agroecological approach to crop health: reducing pest incidence through synergies between plant diversity and soil microbial ecology. *Sustainable Agriculture*. 2024. 2 (1). 6. <https://doi.org/10.1038/s44264-024-00016-2>
6. Amami R., Ibrahimi K., Sher, F., Milham P. J., Khriji D., Annabi H. A., ... & Chehaibi S. Effects of conservation and standard tillage on soil physico–chemical properties and overall quality in a semi–arid agrosystem. *Soil Research*. 2021. 60 (6). P. 485–496. <https://doi.org/10.1071/SR21011>
7. Anghinoni G., Anghinoni F. B. G., Tormena C. A., Braccini A. L., de Carvalho Mendes I., Zancanaro L., & Lal, R. Conservation agriculture strengthen sustainability of Brazilian grain production and food security. *Land use policy*. 2021. 108. 105591. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105591>

8. Anony Us. A review on tillage system and no-till agriculture and its impact on soil health. *Archives of Agriculture and Environmental Science*. 2024. 9 (3). P. 1–12.
9. Anumudu C. K., & Onyeaka H. A review of the mycotoxin family of fumonisins: Their biosynthesis, metabolism, detection, and effects on humans and animals. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. 26 (1). 184.
10. Anwar M. P., Islam A. M., Yeasmin S., Rashid, M. H., Juraimi A. S., Ahmed S., & Shrestha A. Weeds and their responses to management efforts in a changing climate. *Agronomy*. 2021. 11 (10). 1921. <https://doi.org/10.3390/agronomy11101921>
11. Arabzai M. G., & Gul H. Application techniques of molecular marker and achievement of marker assisted selection (MAS) in three major crops rice, wheat and maize. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*. 2021. 8 (1). P. 82–93. <https://doi.org/10.31033/ijrasb.8.1.10>
12. Arata A. F., et al. of *Fusarium spp.* and mycotoxins at different stages of grain development in maize. *Postharvest Biology and Technology*. 2024 (in press).
13. Aušra S., Vaclovas B., Alfredas S., Vaida S., Lenkis A., & Rasa K. Weed Abundance, Seed Bank in Different Soil Tillage Systems, and Straw Retention. *Agronomy*. 2025. 15 (5). 1105. <https://doi.org/10.3390/agronomy15051105>
14. Balabukh V. O. Yield shortfall of cereals in Ukraine caused by the change in air temperature and precipitation amount. *Agricultural Science and Practice*. 2023. 10 (1). P. 31–53. <https://doi.org/10.15407/agrisp10.01.031>
15. Baliuk S., Vorotyntseva L., Solovei V., & Shymel V. Realities of Ukrainian chornozem: current state, evolution, preservation and sustainable management. *Visnyk agrarnoi nauky*. 2023. 101 (3). P. 5–13. <http://dx.doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-01>
16. Barreto A., Koops D., Fritsch T., Ungu A., Yamati F. I., Paulus S., & Mahlein A. K. Precision weeding in sugar beet farming: UAV monitoring of

robotic systems. In *Precision agriculture*. 2025. 25. P. 657–663.
<http://dx.doi.org/10.25165/j.ijabe.20241705.9019>

17. Bhaskar V., Westbrook A. S., Bellinder R. R., & DiTommaso A. Integrated management of living mulches for weed control: A review. *Weed Technology*. 2021. 35 (5). P. 856–868. <https://doi.org/10.1017/wet.2021.52>

18. Bhattacharyya S. S., Leite F. F. G. D., France C. L., Adekoya A. O., Ros G. H., de Vries W., & Parra–Saldívar R. Soil carbon sequestration, greenhouse gas emissions, and water pollution under different tillage practices. *Science of the Total Environment*. 2022. 826. 154161. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154161>

19. Bian Q., Dong Z., Fu Y., Zhao Y., Feng Y., Wang Z., & Zhu J. Optimizing Irrigation Strategies to Improve Yield and Water Use Efficiency of Drip–Irrigated Maize in Southern Xinjiang. *Plants*. 2024. 13 (24). 3492. <https://doi.org/10.3390/plants13243492>

20. Blanco H., Lal R. Tillage Systems. In: *Soil Conservation and Management*. Springer, Cham. 2023. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-30341-87>

21. Blankson D., et al. Incidence and severity of maize streak disease: The influence of tillage, fertilizer application and maize variety. *African Journal of Agricultural Research*. 2018. 13 (11). P. 559–570.

22. Bogomaz S., Zayka K., Didur I., Mazur O., Mazur O., & Tsyhanskyi V. Effects of plant density and fertilisation on yield structure and yield elements of maize hybrids for biofuel production. *Journal of Ecological Engineering*. 2025. 26 (6). <https://doi.org/10.12911/22998993/202943>

23. Boiko P., Kovalenko N., Yurkevych Y., Albul S., & Valentiuk N. The efficiency of maize production under the conditions of climate change in Ukraine: the use of highly productive hybrids and scientific technologies with elements of biologization. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2024. 30 (4). P. 739–746.

24. Boutagayout A., Bouiamrine E. H., Synowiec A., Oihabi K. E., Romero P., Rhioui W., & Belmalha S. Agroecological practices for sustainable weed management in Mediterranean farming landscapes. *Environment, Development and Sustainability*. 2023. P. 1–55. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-04286-7>
25. Braz G. B., & Takano H. K. Chemical control of multiple herbicide-resistant *Amaranthus*: A review. *Advances in Weed Science*, 2022. P. 40 e0202200062. <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2022;40:Amaranthus 009>
26. Bulgakov V., Gadzalo I., Demydenko O., Rucins A., Kiernicki Z., Holovach I., & Tkachuk V. Investigation of the Formation of Productive Moisture Reserves in the Thickness of Chernozem under the Forest–Steppe Conditions. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. 25 (10). P. 224–238. <https://doi.org/10.12911/22998993/191670>
27. Butenko A., Masyk I., Onychko V., Khomenko L., & Terokhina N. The typicality of hydrothermal conditions of the Forest–Steppe and their influence on the productivity of crops. *Journal of Environmental Research, Engineering and Management*. 2020. 76 (3). P. 84–95. <https://doi.org/10.5755/j01.erem.76.3.25365>
28. Cárceles Rodríguez B., Durán–Zuazo V. H., Soriano Rodríguez M., García–Tejero I. F., Gálvez Ruiz B., & Cuadros Tavira S. Conservation agriculture as a sustainable system for soil health: A review. *Soil Systems*. 2022. 6 (4). P. 87. <https://doi.org/10.3390/soilsystems6040087>
29. Cheţan F., et al. Application of unconventional tillage systems to maize cultivation and measures for rational use of agricultural lands. *Land*. 2023. 12 (11). P. 2046.
30. Chiriloaie–Palade A., Gîdea M., Ciontu V. M., & Georgescu R. G. Maize insect pest management in a changing climate – A review. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2024. 67 (1). P. 317–328.
31. Chornyy S. G. The impact of military operations in 2022 on the wind–erosion hazard of the Ukrainian right bank. *Ecology and Noospherology*. 2024. 35(1). P. 13–21. <https://doi.org/10.15421/032402>

32. Clements D. R., & Jones V. L. Rapid evolution of invasive weeds under climate change: present evidence and future research needs. *Frontiers in Agronomy*. 2021. 3. 664034. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.664034>
33. Cordeau S. Conservation agriculture and agroecological weed management. *Agronomy*. 2022. 12 (4). 867. <https://doi.org/10.3390/agronomy12040867>
34. Cotta B. The eco-social aspects of the European Green Deal and the Farm to Fork. *Global Social Policy*. 2025. 25 (1). P. 112–130. <https://doi.org/10.1177/1468018124126106>
35. Countryman A. M., Grethe H., Peterson E., & Rude J. Global economic effects of war-induced agricultural export reductions and fertilizer price spikes. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2024. 578. <https://doi.org/10.1002/aepp.13468>
36. Cui Y., Zhang W., Zhang Y., Liu X., Zhang Y., Zheng X., & Zou J. Effects of no-till on upland crop yield and soil organic carbon: a global meta-analysis. *Plant and Soil*. 2024. 49 (1). P. 363–377.
37. Czarnecka D., et al. The occurrence of fungal diseases in maize in organic and integrated production systems. *Agronomy*. 2022. 12 (3). P. 558.
38. Dari J., Filippucci P., & Brocca L. The development of an operational system for estimating irrigation water use reveals socio-political dynamics in Ukraine. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2024. 28. P. 2651–2659. <https://doi.org/10.5194/hess-28-2651-2024>
39. Day M. D., Witt A. B., & Winston R. L. Use of arthropods for ecologically based weed management in agriculture. *Ecologically-Based Weed Management: Concepts, Challenges, and Limitations*. 2023. P. 119–138. <https://doi.org/10.1002/9781119709763.ch8>
40. Deininger K. W., Ali D. A., & Neyter R. Impacts of a mandatory shift to decentralized online auctions on revenue from public land leases in Ukraine. *Journal of Economic Behavior & Organization*. 2023. 213. P. 432–450. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2023.07.029>

41. Dhanda S., Kumar V., Geier P. W., Currie R. S., Dille J. A., Obour A., & Holman J. Synergistic effect of pyridate-based herbicide mixtures for controlling multiple herbicide-resistant kochia (*Bassia scoparia*). *Weed Technology*. 2025. 39. P. 25.
42. Dyson E., Helbig R., Avermaete T., Halliwell K., Calder P. C., Brown L. R., & Boyle N. Impacts of the Ukraine–Russia conflict on the global food supply chain and building future resilience. *EuroChoices*. 2023. 22 (1),. P. 14–19. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12380>
43. Ekka P., Patra S., Upreti M., Kumar G., Kumar A., & Saikia P. Land Degradation and its impacts on Biodiversity and Ecosystem services. *Land and Environmental Management through Forestry*. 2023. P. 77–101. <https://doi.org/10.1002/9781119910527.ch4>
44. Elhamalawy O., Bakr A., & Eissa F. Impact of pesticides on non-target invertebrates in agricultural ecosystems. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 2024. P. 105974. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2024.105974>
45. Endale H., Mathewos M., & Abdet D. Potential causes of spread of antimicrobial resistance and preventive measures in one health perspective—a review. *Infection and drug resistance*. 2023. P. 7515–7545. <https://doi.org/10.3390/microorganisms12091920>
46. Erenstein O., Jaleta M., Sonder K., Mottaleb K., & Prasanna B. M. Global maize production, consumption and trade: Trends and R&D implications. *Food Security*. 2022. 14. P. 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
47. Esposito M., Crimaldi M., Cirillo V., Sarghini F., & Maggio A. Drone and sensor technology for sustainable weed management: A review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 2021. 8. P. 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40538-021-00217-8>
48. Fan Z., et al. Invasion of fall armyworm led to the succession of maize pest community in China. *Journal of Integrative Agriculture*. 2024. 23 (6). P. 1542–1554.

49. FAO. The Food and Agricultural Organization of the United Nations. Retrieved September 29, 2021 <http://www.fao.org/home/en/>
50. FAO Ukraine: Strategic priorities for 2023. <http://www.fao.org/home/en/>
51. Farooq M., et al. Conservation agriculture effects on ecosystem health and food security: A review. *Science of the Total Environment*. 2024. 924. P. 171444.
52. Fedoniuk T., Zhuravel S., Kravchuk M., Pazykh V., & Bezvershuck I. Historical sketch and current state of weed diversity in continental zone of Ukraine. *Agriculture and Natural Resources*. 2024. 58 (5). P. 631–642. <https://doi.org/10.34044/j.anres.2024.58.5.10>
53. Filonchyk M., Peterson M. P., Zhang L., Hurynovich V., & He Y. Greenhouse gases emissions and global climate change: Examining the influence of CO₂, CH₄, and N₂O. *Science of The Total Environment*. 2024. 935. P. 173359. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173359>
54. Fiore M., Sauvé L., & Wiśniewska–Paluszak J. Opportunities and challenges of EU farm–to–fork strategy. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2022. 25 (5). P. 703–707. doi: 10.22434/IFAMR2022.x001
55. Francaviglia R., Almagro M., & Vicente–Vicente J. L. Conservation agriculture and soil organic carbon. *Principles, processes, practices and policy options*. *Soil Systems*. 2023. 7 (1). P. 17. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7010017>
56. Franco–Luesma S., Caverro J., Ochoa V., & Plaza–Bonilla D. Maize diversification and nitrogen fertilization effects on soil N₂O emissions under Mediterranean irrigation. *Frontiers in Environmental Science*. 2022. 10. P. 914851. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.914851>
57. Furlan L., et al. Effects of conventional versus No–tillage systems on the population dynamics of elaterid pests and associated damage in maize. *Crop Protection*. 2020. 130. P. 105048.
58. Gamajunova V., Panfilova A., Kovalenko O., Khonenko L., Baklanova T., & Sydiakina O. Better management of soil fertility in the Southern

Steppe Zone of Ukraine. In Y. Dmytruk & D. Dent (Eds.). *Soils Under Stress*. Springer, Cham. 2021. pp. 1–10. https://doi.org/10.1007/978-3-030-68394-8_16

59. Gao W. T., & Su W. H. Weed management methods for herbaceous field crops: A review. *Agronomy*. 2024. 14 (3). P. 486. <https://doi.org/10.3390/agronomy12010118>

60. Gao W. T., & Su W. H. Weed management methods for herbaceous field crops: A review. *Agronomy*. 2024. 14 (3). P. 486. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030486>

61. Goddard M. J., Gonçalves C. G., & Askew S. D. Simulated controlled-release mesotrione for turfgrass tolerance and weed control. *Weed Technology*. 2021. 35 (4). P. 582–588. <https://doi.org/10.1017/wet.2021.19>

62. Greaves G. E., & Wang Y.–M. Assessment of FAO AquaCrop for simulating maize under different irrigation management. *Water*. 2016. 8 (12). P. 557. <https://doi.org/10.3390/w8120557>

63. Gurgel A. C., Seabra J. E., Arantes S. M., Moreira M. M., Lynd L. R., & Galindo R. Contribution of double-cropped maize ethanol in Brazil to sustainable development. *Nature Sustainability*. 2025. 8 (1). P. 120–120. <https://doi.org/10.1038/s41893-024-01424-5>

64. Guyomard H., Détang–Dessendre C., Dupraz P., Delaby L., Huyghe C., Peyraud J. L., Reboud X., & Sirami C. How the green architecture of the 2023–2027 CAP can address environmental challenges. *EuroChoices*. 2023. 22 (2). P. 44–51. <https://doi.org/10.1007/s13280-023-01861-0>

65. Halytsia O., Vracholi M., Nivievskyi O., & Sauer J. Assessing the environmental performance of agricultural production in Ukraine. *Eastern European Economics*. 2024 <https://doi.org/10.1080/00128775.2024.2368042>

66. Hamm A., Manter D. K., Friedrich T., Pisante M., Galieni A., Basch G., & Kucera M. Instant Insights: Zero/no-till cultivation. *Burleigh Dodds Science Publishing*. 2024. 95.

67. Hashim Z. K., De Silva A. G. S. D., Hassouni A. A., Vona V. M., Bede L., Stencinger D., & Kulmány I. M. Effects of Various Herbicide Types and

Doses, Tillage Systems, and Nitrogen Rates on CO₂ Emissions from Agricultural Land: A Literature Review. *Agriculture*. 2024. 14 (10). P. 1800. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101800>

68. Heitkämper K., Reissig L., Bravin E., Glück S., & Mann S. Digital technology adoption for plant protection: Assembling the environmental, labour, economic and social pieces of the puzzle. *Smart Agricultural Technology*. 2023. 4. P. 100148. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2022.100148>

69. Hochholdinger F., & Baldauf J. A. Heterosis in plants. *Current Biology*. M. 28 (18). P. 1089–1092. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2018.06.041>

70. Hrynevych O., Blanco Canto M., & Jiménez García M. Tendencies of precision agriculture in Ukraine: Disruptive smart farming tools as cooperation drivers. *Agriculture*. 2022. 12 (5). P. 698. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050698>

71. Hussain S., Hussain S., Guo R., Sarwar M., Ren X., Krstic D., & El-Esawi M. A. Carbon sequestration to avoid soil degradation: A review on the role of conservation tillage. *Plants*. 2021. 10 (10). P. 2001. <https://doi.org/10.3390/plants10102001>

72. Iheshiulo E. M. A., Larney F. J., Hernandez–Ramirez G., Luce M. S., Chau H. W., & Liu K. Soil organic matter and aggregate stability dynamics under major no–till crop rotations on the Canadian prairies. *Geoderma*. 2024. 442. P. 116777. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116777>

73. Integrated Pest Management in Maize. In: Integrated Management Strategies for Major Crop Pests and Diseases in Developing Countries. *Lecture compendium*. 2023. pp. 1–35.

74. Islam M. M., & Monjardino M. The importance of developing an integrated data–driven modelling platform for herbicide resistance research: A review. *Heliyon*. 2025. 11 (4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42564>

75. Jacquet F., Jeuffroy M. H., Jouan J., Le Cadre E., Litrico I., Malausa T., & Huyghe C. Pesticide–free agriculture as a new paradigm for research. *Agronomy*

for Sustainable Development. 2022. 42 (1). 8. [https://doi.org/ 10.1007/s13593-021-00742-8](https://doi.org/10.1007/s13593-021-00742-8)

76. Jaskulski D., Jaskulska I., Różniak E., Radziemska M., & Brtnický M. Cultivation of crops in strip-till technology and microgranulated fertilisers containing a gelling agent as a farming response to climate change. *Agriculture*. 2023. 13(10). 1981. <https://doi.org/10.3390/agriculture13101981>

77. Jat R. K., Durgude S., Meena V. S., Sohane R. K., Singh R. N., Reddy I. R., & Sagar, S. Unlocking winter maize potential: pioneering on-farm strategies for resilient yields in challenging climates. *Frontiers in Agronomy*. 2025. 7. 1562623. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1562623>

78. Jayaraman S., Dang Y. P., Naorem A., Page K. L., & Dalal R. C. Conservation agriculture as a system to enhance ecosystem services. *Agriculture*. 2021. 11 (8). 718. <https://doi.org/10.3390/agriculture11080718>

79. Jiang D., Du J., Song K., Zhao B., Zhang Y., & Zhang W. Classification of conservation tillage using enhanced spatial and temporal adaptive reflectance fusion model. *Remote Sensing*. 2023. 15 (2). 508. <https://doi.org/10.3390/rs15020508>

80. Jiang X., Zhang W., Fernie A. R., & Wen W. Combining novel technologies with interdisciplinary basic research to enhance horticultural crops. *The Plant Journal*. 2025. 109 (1). 35–46. doi: 10.9734/IJPSS/2023/v35i224178

81. Júnior M. R. B., de Almeida Moreira B. R., dos Santos Carreira V., de Brito Filho A. L., Trentin C., de Souza F. L. P., & Shiratsuchi L. S. Precision agriculture in the United States: A comprehensive meta-review inspiring further research, innovation, and adoption. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. 221. 108993. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108993>

82. Kato–Noguchi H., & Kato M. Invasive Characteristics and Impacts of *Ambrosia trifida*. *Agronomy*. 2024. 14 (12). 2868. <https://doi.org/10.3390/agronomy14122868>

83. Kaur R., Kaur S., Deol J. S., Sharma R., Kaur T., Brar A. S., & Choudhary O. P. Soil properties and weed dynamics in wheat as affected by rice

residue management in the rice–wheat cropping system in south Asia: A review. *Plants*. 2021. 10 (5). 953. <https://doi.org/10.3390/plants10050953>

84. Killeen P., Kiringa I., Yeap T., & Branco P. Corn grain yield prediction using UAV–based high spatiotemporal resolution imagery, machine learning, and spatial cross–validation. *Remote Sensing*. 2024. 16 (4). 683. <https://doi.org/10.3390/rs16040683>

85. Klebl F., Parisi A., Häfner K., Adler A., Barreiro S., Bodea F. V., & Kernecker M. L. How values and perceptions shape farmers' biodiversity management: Insights from ten European countries. *Biological Conservation*. 2024. 291. 110496. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110496>

86. Koudahe K., Allen S. C., & Djaman K. Critical review of the impact of cover crops on soil properties. *International Soil and Water Conservation Research*. 2022. 10 (3). 343–354. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2022.03.003>

87. Kowalska A. S., & Lubońska M. Organic Farming in the European Union Countries–Opportunities and Prospects. *Education Excellence and Innovation Management: A*, 2025. 176–186.

88. Krestyaninov Y., Ermakova L., & Antal T. Economic and energy efficiency of maize cultivation depending on mineral fertilizers and foliar fertilization. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. 2020. 5 (16). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2020.05.006>

89. Kryvoshein O., Kryvobok O., & Zhylchenko D. Yield prediction at field level: An empirical example for Ukraine. *Ukrainian Journal of Remote Sensing*. 2024. 11 (4). 24–30. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2024.11.4.275>

90. Krnjaja V., et al. Influence of nitrogen rates and *Fusarium verticillioides* on maize kernel traits and fumonisin contamination. *Crop Protection*. 2021. 144. 105592.

91. Kumar S., Kumari S., Rana S. S., Rana R. S., Anwar T., Qureshi H., ... & Aghayeva S. Weed management challenges in modern agriculture: The role of

environmental factors and fertilization strategies. *Crop Protection*. 2024. 185. 106903. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106903>

92. Kushal G. E. R., Boraiah B., & Sanjay M. T. A review on challenges and emerging opportunities for weed management in organic agriculture. *Organization*. 2024. 70. <https://doi.org/10.33545/2618060X.2024.v7.i8Sk.1401>

93. Kussul N., Shelestov A., Yailymov B., Yailymova H., Lemoine G., & Deininger K. Assessment of war-induced agricultural land use changes in Ukraine using machine learning applied to Sentinel satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 2025. 140. 104551. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2025.104551>

94. Kvartiuk V., Bukin E., & Herzfeld T. «For whoever has will be given more» Land rental decisions and technical efficiency in Ukraine. *Land Use Policy*. 2024. 146. 107336. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2024.107336>

95. Lahlali R., Ezrari S., Radouane N., Kenfaoui J., Esmaeel Q., El Hamss H., & Barka E. A. Biological control of plant pathogens: A global perspective. *Microorganisms*. 2022. 10 (3). 596. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10030596>

96. Laktionova T., Medvedev V., Savchenko K., Bigun O., Nakis'ko S., & Sheyko S. “Ukrainian soil properties” database and its application. *Agricultural Science and Practice*. 2015. 2 (3). 3–8. <https://doi.org/10.15407/agrisp2.03.003>

97. Langlais A. The new Common Agricultural Policy: reflecting an agro-ecological transition. *The legal perspective. Review of Agricultural, Food and Environmental Studies*. 2023. 104 (1). 51–66. <https://doi.org/10.1007/s41130-022-00183-1>

98. Lee S., Moschini, G., & Perry E. D. Agricultural innovation for climate change: limited but positive impacts of commercialized drought-tolerant corn. *Environmental Research Letters*. 2024. 19 (12). 124015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad8ad5>

99. Leguizamón E. S. The Unsung Champions of Evolution: Weeds and Their Management in Agricultural Systems. *Agriculture*. 2024. 14 (12). 2368. <https://doi.org/10.3390/agriculture14122368>
100. Li Z., Sun, X., Yu S., Sun H., Lian L., Peng X., & Wang H. Baseline Sensitivity of *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv. and *Leptochloa chinensis* (L.) Nees to Flusulfenam, a New 4-Hydroxyphenylpyruvate Dioxygenase (HPPD)–Inhibiting Herbicide in Rice, in China. *Plants*. 2025. 14 (10). 1425. <https://doi.org/10.3390/plants14101425>
101. Liaska Yu., & Stryhun O. Peculiarities of development of corn earworm in the maize agroecosystem of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Life*. 2020. 3 (1). 53–60.
102. Liaska Yu. Harmfulness of cotton bollworm caterpillars on maize hybrids of different maturity groups. *Zakhyst i Karantyn Roslyn*. 2021. 67 (4). 45–52.
103. Lin H., Duan X., Li Y., Zhang L., Rong L., & Li R. Simulating the effects of erosion on organic carbon dynamics in agricultural soils. *Catena*. 2022. 208. 105753. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105753>
104. Liu C., Plaza-Bonilla D., Coulter J. A., Kutcher H. R., Beckie H. J., Wang L., ... & Gan Y. Diversifying crop rotations enhances agroecosystem services and resilience. *Advances in Agronomy*. 2022. 173. 299–335. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2022.02.007>
105. Liu X., Zhang S., Jiang Y., Yan T., Fang C., Hou Q., & Wan X. Use of CRISPR/Cas9-based gene editing to simultaneously mutate multiple homologous genes required for pollen development and male fertility in maize. *Cells*. 2022. 11 (3). 439. <https://doi.org/10.3390/cells11030439>
106. Loddo D., McElroy J. S., & Giannini V. Problems and perspectives in weed management. *Italian Journal of Agronomy*. 2021. 16 (4). 1854. <https://doi.org/10.4081/ija.2021.1854>

107. Lowder S. K., Sánchez M. V., & Bertini R. Which farms feed the world and has farmland become more concentrated? *World Development*. 2021. 142. 105455. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105455>
108. Lu F., Sun H., Tao L., & Wang P. Data Integration Based on UAV Multispectra and Proximal Hyperspectra Sensing for Maize Canopy Nitrogen Estimation. *Remote Sensing*. 2025. 17 (8). 1411. <https://doi.org/10.3390/rs17081411>
109. Lundgren J. G., & Anderson R. L. Suppression of weed communities by granivores over time in an agroecosystem. *Ecosphere*. 2023 14 (8). e4641. <https://doi.org/10.1002/ecs2.4641>
110. Luo N., Meng Q., Feng P., Qu Z., Yu Y., Liu D. L., Müller C. & Wang P. China can be self-sufficient in maize production by 2030 with optimal crop management. *Nature Communications*. 2023. 14 (1). 2637. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38355-2>
111. Lykhochvor V., Hnativ P., Petrichenko V., Ivaniuk V., Szulc W., Rutkowska B., & Olifir Y. Threat of degradation of agricultural land in Ukraine through a negative balance of nutritional elements in growing of field cultures. *Journal of Elementology*. 2022. 27 (3). 695–707. <https://doi.org/10.5601/jelem.2022.27.2.2290>
112. Ma Z., et al. Evaluation of maize hybrids for resistance to ear rot and mycotoxin contamination. *Agronomy*. 2024. 14 (4). 855.
113. Maertens M., Oyinbo O., Abdoulaye T., & Chamberlin J. Sustainable maize intensification through site-specific nutrient management advice: Experimental evidence from Nigeria. *Food Policy*. 2023. 121. 102546. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102546>
114. Maitah M., Svobodová E., Smutka L., & Maitah K. Influence of precipitation and temperature on maize yields in Central European countries. *Scientific Reports*. 2021. 11. 10399. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89962-2>
115. Mamonova N., Wengle S., & Dankevych V. Queen of the fields in wartime: What can Ukrainian corn tell us about the resilience of the global food

system. *The Journal of Peasant Studies*. 2023. 50 (7). 2513–2538.
<https://doi.org/10.1080/03066150.2023.2255568>

116. Marchenko T., Skakun V., Lavrynenko Y., Zavalnyuk O., & Skakun Y. Biometric parameters and yield of maize hybrids in dependence on agricultural technology elements. *Scientific Horizons*. 2023. 26 (11). 90–99.
<https://doi.org/10.48077/scihor11.2023.90>

117. Matviichuk B. V., Pysarenko P. V., & Matviichuk N. H. Spatial and temporal yield dynamics of corn for grain within the Volyn region. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2021. 11 (2). 169–176. doi: 10.15421/2021_95

118. Melkie T., Jemberu W., & Bitew A. Optimizing water use efficiency in maize (*Zea mays* L.) production through deficit irrigation in Gazhen–Fuafuat Kebele, Northwest Ethiopia. *Frontiers in Agronomy*. 2024. 6. 1490423.
<https://doi.org/10.3389/fagro.2024.1490423>

119. Merfield C. N. Integrated weed management in organic farming. *In Organic farming*. 2023. pp. 31–109. Woodhead publishing.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99145-2.00004-5>

120. Mitchell J. P., Jackson L.E., Reicosky D. C., Kassam A., Shrestha A., Harben R., Miyao E. M. The key role of local and global farmer networks in the development of conservation agriculture in California. *Journal of Environmental Quality*. 2025. 1–18.. <https://doi.org/10.1002/jeq2.70039>

121. Mohd Ghazi R., Nik Yusoff N. R., Abdul Halim N. S., Wahab I. R. A., Ab Latif, N., Hasmoni, S. H., & Zakaria, Z. A. Health effects of herbicides and its current removal strategies. *Bioengineered*. 2023. 14 (1). 2259526.
<https://doi.org/10.1080/21655979.2023.2259526>

122. Mokgolo M. J., Zerizghy M. G., & Mzezewa J. Sunflower Growth and Grain Yield under Different Tillage Systems and Sources of Organic Manure on Contrasting Soil Types in Limpopo Province of South Africa. *Agronomy*. 2024. 14 (4). 857. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040857>

123. Moldavan L., Pimenowa O., Wasilewski M., & Wasilewska N. Crop rotation management in the context of sustainable development of agriculture in

Ukraine. *Agriculture*. 2024. 14 (6). 934. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060934>

124. Moreno–Serrano D., Gaines T. A., & Dayan F. E. Current Status of Auxin-Mimic Herbicides. *Outlooks on Pest Management*. 2024. 35 (3). 105–112. https://doi.org/10.1564/v35_jun_04

125. Mou S. S., Haus M. J., Hayden Z. D., Patterson E. L., & Saha D. Climate-driven challenges in weed management for ornamental crop production in the United States: a review. *Frontiers in Agronomy*. 2025. 7. 1556418. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1556418>

126. Muchhadiya R. M., Kumawat P. D., Gohil B. S., & Sakarvadia H. L. Precision weed management using artificial intelligence tools and techniques for sustainable agriculture. *Agriculture & Food e-Newsletter*. 2024. 6(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e42564>

127. Muranaka H., Akinsola R., Billet S., Pandol S. J., Hendifar A. E., Bhowmick N. A., & Gong J. Glutamine supplementation as an anticancer strategy: a potential therapeutic alternative to the convention. *Cancers*. 2024. 16 (5). 1057. <https://doi.org/10.3390/cancers16051057>

128. Mutuku E. A., Vanlauwe B., Roobroeck D., Boeckx P., & Cornelis W. M. Physico-chemical soil attributes under conservation agriculture and integrated soil fertility management. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 2021. 120. 145–160. <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10132-x>

129. Mytsyk O., Havryushenko O., Tsyliuryk O., Shevchenko S., Hulenکو O., Shevchenko M., & Derevenets–Shevchenko K. Reclamation of derelict mine land by simply growing crops. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. 230–238. doi: 10.1080/00207233.2024.2330283

130. Nagar R., Nagar D., Bhinda N. K., & Choudhary P. C. Impacts and Management Strategies for Parthenium hysterophorus. *A Weed of Global Importance*. 2022. 1564.

131. Nahiyoون S. A., Ren Z., Wei P., Li X., Li X., Xu J., & Yuan H. Recent development trends in plant protection UAVs: A journey from conventional

practices to cutting-edge technologies – A comprehensive Review. *Drones*. 2024. 8(9). 457. <https://doi.org/10.3390/drones8090457>

132. Nehrey M., & Finger R. Assessing the initial impact of the Russian invasion on Ukrainian agriculture: Challenges, policy responses, and future prospects. *Heliyon*. 2024. 10 (21). e39208. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39208>

133. Nikonchuk N., Korkhova M., Pismenniy O., Smirnova I., & Shustik L. Agrophysical properties of the soil depending on the surface treatment with various tillage units. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. 26 (2). 16–23. [https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26\(2\)-2](https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26(2)-2)

134. Nosratti I., & Chauhan B. S. The ecological base of nonchemical weed control. *Ecologically-based weed management: Concepts, challenges, and limitations*. 2023. 49–74. <https://doi.org/10.1002/9781119709763.ch4>

135. Novak B. J., Phelan R., & Weber M. US conservation translocations: Over a century of intended consequences. *Conservation Science and Practice*. 2021. 3 (4). e394. <https://doi.org/10.1111/csp2.394>

136. Ofosu R., Agyemang E. D., Márton A., Pásztor G., Taller J., & Kazinczi G. Herbicide Resistance: Managing Weeds in a Changing World. *Agronomy*. 2024. 13. 1595. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061595>

137. Oliveira L. F., Moreira A. P., & Silva M. F. Advances in agriculture robotics: A state-of-the-art review and challenges ahead. *Robotics*. 2021. 10 (2). 52. <https://doi.org/10.3390/robotics10020052>

138. Onopriienko D., Makarova T., Hapich H., Chernysh Y., & Roubík H. Agroecological transformation in the salt composition of soil under the phosphogypsum influence on irrigated lands in Ukraine. *Agriculture*. 2024. 14 (3). 408. <https://doi.org/10.3390/agriculture14030408>

139. Ostapchuk M., Gagalyuk T., & Balmann A. What drives acquisition behavior of agroholdings? Evidence from Ukraine. *International Food and Agribusiness Management Review*. 2021. 24 (4). 655–676. <https://doi.org/10.22434/IFAMR2020.0081>

140. Panek–Chwastyk E., Dąbrowska–Zielińska K., Kluczek M., Markowska A., Woźniak E., Bartold M., Burzykowska A. Estimates of crop yield anomalies for 2022 in Ukraine based on Copernicus Sentinel–1, Sentinel–3 satellite data, and ERA–5 agrometeorological indicators. *Sensors*. 2024. 24 (7). 2257. <https://doi.org/10.3390/s24072257>
141. Panfilova A., Poltorak A., Kuvshinova A., Burkovska A., & Dotsenko N. Trends in global grain and seed trade, Ukrainian position on the global market. *Scientific Horizons*. 2025. 28 (5). 142–157. <https://doi.org/10.48077/scihor5.2025.142>
142. Papapanagiotou A. P., Alvanou M. V., Giantsis I. A., Kati V. A., & Eleftherohorinos I. G. Field–evolved cross–resistance to ALS–inhibiting herbicides in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) populations and alternative chemical options for effective control. *Weed Technology*. 2025. 38. e96. <https://doi.org/10.1017/wet.2024.57>
143. Parven A., Meftaul I. M., Venkateswarlu K., & Megharaj M. Herbicides in modern sustainable agriculture: environmental fate, ecological implications, and human health concerns. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 2025. 22 (2). 1181–1202. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05818-y>
144. Pavlović D., Vrbničanin S., Anđelković A., Božić D., Rajković M., & Malidža G. Non–chemical weed control for plant health and environment: Ecological integrated weed management (EIWM). *Agronomy*. 2022. 12 (5). 1091. <https://doi.org/10.3390/agronomy12051091>
145. Perich G., Turkoglu M. O., Graf L. V., Wegner J. D., Aasen H., Walter A., & Liebisch F. Pixel–based yield mapping and prediction from Sentinel–2 using spectral indices and neural networks. *Field Crops Research*. 2023. 292. 108824. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2023.108824>
146. Pfordt A., Romero L. R., Schiwek S., Karlovsky P., & von Tiedemann A. Fusarium species and mycotoxins in maize: A review of stalk and ear rot in Europe. *Pathogens*. 2020. 9 (3). 236.

147. Poggio L., de Sousa L. M., Batjes N. H., Heuvelink G. B. M., Kempen B., Ribeiro E., & Rossiter D. SoilGrids 2.0: producing soil information for the globe with quantified spatial uncertainty. *SOIL*. 2021. 7. 217–240. <https://doi.org/10.5194/soil-7-217-2021>
148. Pokharel S. S., Yu H., Fang W., Parajulee M. N., & Chen F. Intercropping cover crops for a vital ecosystem service: A review of the biocontrol of insect pests in tea agroecosystems. *Plants*. 2023. 12 (12). 2361.
149. Polevoy A., Barsukova O., Husieva K., Zhygailo O., Volvach O., Climate change impact on the development of droughts in Ukraine. *Journal of Ecological Engineering*. 2024. 25 (6). 298–309. <https://doi.org/10.12911/22998993/187276>
150. Polovyi A. M., Kostiukievych T. K., Tolmachova A. V., & Zhygailo O. V. The impact of climatic changes on forming the corn productivity in the Western Forest–Steppe of Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2021. 1 (109). 29–36. DOI 10.31521/2313–092X/2021–1(109)–4
151. Popa A., et al. Behaviour of a maize hybrid under the influence of tillage systems and foliar fertilizers in terms of tolerance to specific diseases and pests. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. 2018. 61 (1). 89–94.
152. Prasanna B. M., Nair S. K., Babu R., Gowda M., Zhang X., Xu Y., & Magorokosho C. Increasing Genetic Gains in Maize in Stress–Prone Environments of the Tropics. In: Kole, C. (eds) *Genomic Designing of Climate–Smart Cereal Crops*. Springer, Cham. 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93381-8_3
153. Price J. L., Visagie C. M., et al. Fungal species and mycotoxins associated with maize ear rots collected from the Eastern Cape in South Africa. *Toxins*. 2024. 16 (2). 95.
154. Priyadarshini A., Dash S., Jena J., Kusumavathi K., Pattnaik P., & Holderbaum W. Review of the cutting edge technologies for weed control in field crops. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. 2024. 17 (5). 44–57. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20241705.9019>

155. Prusinska J., Uzunova V., Schmitzer P., Weimer M., Bell J., & Napier R. M. The differential binding and biological efficacy of auxin herbicides. *Pest Management Science*. 2023. 79 (4). 1305–1315. <https://doi.org/10.1002/ps.7294>
156. Radchenko M. V., Trotsenko V. I., Butenko A. O., Masyk I. M., Hlupak Z. I. Adaptation of various maize hybrids when grown for biomass. *Agronomy Research*. 2022. 20 (2). 404–413. <https://doi.org/10.15159/AR.22.028>
157. Rai A. K., Bana S. R., Sachan D. S., & Singh B. Advancing sustainable agriculture: a comprehensive review for optimizing food production and environmental conservation. *Int. J. Plant Soil Sci*. 2023. 35 (16). 417–425. doi: 10.9734/IJPSS/2023/v35i163169
158. Raza T., Qadir M. F., Khan K. S., Eash N. S., Yousuf M., Chatterjee S., & Oetting J. N. Unraveling the potential of microbes in decomposition of organic matter and release of carbon in the ecosystem. *Journal of Environmental Management*. 2023. 344. 118529. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118529>
159. Riemens M., Sønderskov M., Moonen A. C., Storkey J., & Kudsk P. An integrated weed management framework: a pan–European perspective. *European Journal of Agronomy*. 2022. 133. 126443. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126443>
160. Roberts J., & Florentine S. A review of the biology, distribution patterns and management of the invasive species *Amaranthus palmeri* S. Watson (Palmer amaranth): Current and future management challenges. *Weed Research*. 2022. 62 (2). 113–122. <https://doi.org/10.1111/wre.12520>
161. Romashchenko M., Faybishenko B., Onopriienko D. Prospects for restoration of Ukraine’s irrigation system. *Water International*. 2021. 50 (2). 104–120. <https://doi.org/10.1080/02508060.2025.2472718>
162. Roslim M. H. M., Juraimi A. S., Che’Ya N. N., Sulaiman N., Manaf M. N. H. A., Ramli Z., & Motmainna M. Using remote sensing and an unmanned aerial system for weed management in agricultural crops: A review. *Agronomy*. 2021. 11 (9). 1809. <https://doi.org/10.3390/agronomy11091809>

163. Rotundo J. L., et al. Breeding progress is a major contributor to improved regional maize water productivity. *Scientific Reports*. 2025. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96534-1>
164. Ruban S., & Danshin V. Perspectives for the use of genomic selection for genetic improvement of dairy cattle in Ukraine. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2023. 27 (1). 20–29. <https://doi.org/10.56407/bs.agrarian/1.2023.20>
165. Rusmayadi G., Mulyanti D. R., & Alaydrus A. Z. A. Revolutionizing agrotechnology: Meeting global food demand through sustainable and precision farming innovations. *West Science Interdisciplinary Studies*. 2023. 1 (08). 619–628.
166. Sadeh Y., Wagner J., Nair S. S. N., et al. National-scale in-season field boundaries of Ukraine using remote sensing. *Scientific Data*. 2025. 12. 833. <https://doi.org/10.1038/s41597-025-05190-7>
167. Saliu F., Luqman M., & Alkhaz'leh H. S. A review on the impact of sustainable agriculture practices on crop yields and soil health. *International Journal of Research and Advances in Agricultural Science*. 2023. 2 (3). 1–13. <https://doi.org/10.3390/soilsystems7010017>
168. Scarpino V., et al. The role of nitrogen fertilization on the occurrence of Fusarium mycotoxins in maize. *Toxins*. 2022. 14 (7). 448.
169. Schantz M. C. Sorghum halepense (Johnsongrass): A review of the invasion, management, and spread in the changing climate of the Southern Great Plains. 2022. *Weed Science*. 1–22. <https://doi.org/10.1017/wsc.2025.7>
170. Schillaci C., Tadiello T., Acutis M., & Perego A. Reducing topdressing N fertilization with variable rates does not reduce maize yield. *Sustainability*. 2021. 13 (14). 8059. <https://doi.org/10.3390/su13148059>
171. Schwartau V. V., Mykhalska L. M., Makoveychuk T. I., & Tretiakov V. O. Identification of a herbicide-resistant biotype of Echinochloa crus-galli in Ukraine. *Biosystems Diversity*. 2023. 31 (3). 297–304. <https://doi.org/10.15421/012334>

172. Seed World. Corn in 2024: Resistance is not futile. Seed World US, 24 February 2024.

173. Semenova N. A., Burmistrov D. E., Shumeyko S. A., & Gudkov S. V. Fertilizers based on nanoparticles as sources of macro–and microelements for plant crop growth: A review. *Agronomy*. 2024. 14(8). 1646. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081646>

174. Shahane A. A., & Shivay Y. S. Soil health and its improvement through novel agronomic and innovative approaches. *Frontiers in Agronomy*. 2021. 3. 680456. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.680456>

175. Shahini E., Shehu D., Kovalenko O., & Nikonchuk N. Comparative analysis of the main economic and biological parameters of maize hybrids that determine their productivity. *Scientific Horizons*. 2023. 26 (4). 86–96. <https://doi.org/10.48077/scihor4.2023.86>

176. Shevchenko S., Derevenets–Shevchenko K., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., & Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81 (1). 393–402. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2320032>

177. Shevchenko S., Desyatnyk L., Shevchenko M., Kolesnykova K. & Derevenets–Shevchenko K. Control of weeds and sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.) in sunflower crops by crop rotation and tillage. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. 382–392. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2320031>

178. Shevchenko S., Tkalic Yu., Shevchenko M., Kolesnykova K., & Derevenets–Shevchenko K. The evaluation of total weed density and seed bank of agricultural landscapes as an example of the Steppe Zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. 26 (11). 80–89. doi: 10.48077/scihor11.2023.80.

179. Silva V., Yang X., Fleskens L., Ritsema C. J., & Geissen V. Environmental and human health at risk – Scenarios to achieve the Farm to Fork 50% pesticide reduction goals. *Environment international*. 2022. 165. 107296. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107296>

180. Smith R. G., Lounsbury N. P., & Palmer S. A. Mechanisms of weed suppression by cover crops, intercrops, and mulches. *Ecologically-Based Weed Management: Concepts, Challenges, and Limitations*, 2023. 172–195. <https://doi.org/10.1002/9781119709763.ch10>
181. Smith J. L., et al. Wireworm species associated with corn and soybean cropping systems in the Great Lakes region and implications for seed treatments. *Environmental Entomology*. 2024. 53(5). 760–772.
182. Snizhko S., Didovets I., & Bronstert A. Ukraine's water security under pressure: Climate change and wartime. *Water Security*. 2024. 23. 100182. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2024.100182>
183. Solokha M., Demyanyuk O., Symochko L., Mazur S., Vynokurova N., Sementsova K., & Mariychuk R. Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*. 2024. 13 (10). 1614. <https://doi.org/10.3390/land13101614>
184. Spriazhka R., Zhemoida V., Makarchuk O., Dmytrenko Y., & Lehenkyi B. Combining ability of inbred maize lines in breeding for grain quality. *Plant & Soil Science*. 2024. 15 (4). 50 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.31548/plant4.2024.50>
185. Storchous I. Comparative evaluation of autumn and spring application herbicides in winter wheat crops in the conditions of the forest–steppe zone of Ukraine. Interdepartmental Thematic Scientific Collection of Phytosanitary safety, (65), 2019. 175–190. <https://doi.org/10.36495/1606-9773.2019.65.175-190>
186. Sultana S. N., Zubayer M., Islam M. S., Ashab K. R., Shanta S. H., & Kayesh E. Sustainable and Ecofriendly Approach to Weed Management. *Weed Management–Global Strategies*, 2024. 83.
187. Sun J., Niu W., Du Y., Ma L., Huang S., Mu F., & Siddique K. H. Regionally adapted conservation tillage reduces the risk of crop yield losses: A global meta–analysis. *Soil and Tillage Research*. 2024. 244. 106265. <https://doi.org/10.1016/j.still.2024.106265>

188. Sun Y., et al. Rapid screening and evaluation of maize seedling resistance to stalk rot. *Frontiers in Plant Science*. 2018. 9. 321.
189. Swaminathan C., Sobhana E., Kannan P., & Yassin M. M. Principles, positives and limitations of conservation agriculture: A review. *Agricultural Reviews*. 2022. 43 (4). 410–418. <http://dx.doi.org/10.18805/ag.R-2166>
190. Tarariko Y. O., Pysarenko P. V., Saydak R. V. Shallow and combined tillage of black soil typical at different specialisation in agricultural production in the left bank forest steppe of Ukraine. *Land Reclamation and Water Management*. 2023. (2). 69–82. <https://doi.org/10.31073/mivg202302-368>
191. Tataridas A., Kanatas P., Chatzigeorgiou A., Zannopoulos S., & Travlos I. Sustainable crop and weed management in the era of the EU Green Deal: A survival guide. *Agronomy*, 12 (3), 589. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030589>
192. Tong Y., Angelini M. E., Yigini Y., & Luotto, I. Global black soil distribution. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*. 2024. 11 (2). 271–281 <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2024567>
193. Tsyliuryk O., Izhboldin O., & Sologub I. Efficiency of growth regulators in corn crops of the Northern Steppe of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. 26 (10). 9–67. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2023.59>
194. Umkulzhum F., Ameen M., Susa V. S., Renjan B., Sreelekshmi K., Weeds and their response to changing climate: A review. *International Journal of Environment and climate change*. 2024. 14 (4). 768–779. <https://doi.org/10.9734/ijecc/2024/v14i44157>
195. Upadhyay A., Zhang Y., Koparan C., Rai N., Howatt K., Bajwa S., & Sun X. Advances in ground robotic technologies for site-specific weed management in precision agriculture: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2024. 22. 109363. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109363>
196. Valiño A., Pardo–Muras M., Puig C. G., López–Periago J. E., & Pedrol N. Biomass from allelopathic agroforestry and invasive plant species as soil

amendments for weed control – A review. *Agronomy*. 2023. 13 (12). 2880. <https://doi.org/10.3390/agronomy13122880>

197. Van Meijl H., Bartelings H., van Berkum S., Cui H. D., Kristkova Z. S., & van Zeist W. J. The Russia–Ukraine war decreases food affordability but could reduce global greenhouse gas emissions. *Communications Earth & Environment*, 2024. 5 (1). 2021.59. <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01208-x>

198. Varnagirytė–Kabašinskienė I., Survila G., & Armolaitis K. Deep soil ploughing for afforestation: a review of potential impacts on soil and vegetation. *Baltic Forestry*. 2021. 27 (2). <https://doi.org/10.46490/BF590>

199. Vilà M., Beaury E. M., Blumenthal D. M., Bradley B. A., Early R., Laginhas B. B., & Ibáñez I. Understanding the combined impacts of weeds and climate change on crops. *Environmental Research Letters*. 2021. 16 (3). 034043. doi 10.1088/1748–9326/abe14b

200. Villavicencio–Vásquez M., Espinoza–Lozano F., Espinoza–Lozano L., & Coronel–León J. Biological control agents: mechanisms of action, selection, formulation and challenges in agriculture. *Frontiers in Agronomy*. 2025. 7. 1578915. <https://doi.org/10.3389/fagro.2025.1578915>

201. Vulchi R., Bagavathiannan M., & Nolte S. A. History of herbicide–resistant traits in cotton in the US and the importance of integrated weed management for technology stewardship. *Plants*. 2022 11 (9). 1189. <https://doi.org/10.3390/plants11091189>

202. Wagg C., van Erk A., Fava E., Comeau L. P. Full–season cover crops and their traits that promote agroecosystem services. *Agriculture*. 2021. 11 (9). 830. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090830>

203. Wang N., Zhang T., Cong A., & Lian J. Integrated application of fertilization and reduced irrigation improved maize (*Zea mays* L.) yield, crop water productivity and nitrogen use efficiency in a semi–arid region. *Agricultural Water Management*, 2023. 289. 108566. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108566>

204. Wei X., Xie B., Wan C., Song R., Zhong W., Xin S., & Song K. Enhancing soil health and plant growth through microbial fertilizers: Mechanisms,

benefits, and sustainable agricultural practices. *Agronomy*. 2024. 14 (3). 609. <https://doi.org/10.3390/agronomy14030609>

205. Wittwer R. A., Bender S. F., Hartman K., Hydbom S., Lima R. A. Organic and conservation agriculture promote ecosystem multifunctionality. *Science Advances*. 2021. 7 (34). eabg6995. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abg6995>

206. Wong A. C. S., Massel K., Lam Y., Hintzsche J., & Chauhan B. S. road map for innovative Weed Management. *Frontiers in Plant Science*, 13, 2022. 887723. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.887723>

207. Xi K., et al. Species diversity and chemotypes of *Fusarium* associated with maize stalk rot in Yunnan Province, China. *Frontiers in Microbiology*. 2021. 12. 652062.

208. Xia Y., et al. Identification of a *Fusarium* ear rot resistance gene in maize. *Plants*. 2022. 11 (18). 2393.

209. Xuan T. D., Khanh T. D., & Minh T. T. N. mplementation of Conventional and Smart Weed Management Strategies in Sustainable Agricultural Production. *Weed Biology and Management*. 2025. 25 (1). e70000. <https://doi.org/10.1111/wbm.70000>

210. Yeshchenko V., Koval H., & Naklioka Yu. Pros and cons of No-till technology. *Agrobiology*. 2023. (1). 178–186. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-178-186>

211. Zakharchenko E., Ponomarenko M., Kolosok A., Litvinov D., Regulation of mineral nutrition of agricultural crops in precision farming. *Precision Agriculture*. 2024. 18. 151–157. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14590826>

212. Zawada M., Legutko S., Gościańska-Łowińska J., Szymczyk S. Mechanical weed control systems: Methods and effectiveness. *Sustainability*. 2023. 15 (21). 15206. <https://doi.org/10.3390/su152115206>

213. Zhang Y., Zhang X., Wang X., Zhao F., Xu Y., Yang H., & Zhang W. Integrated Moderate Stay-Green Hybrids and Optimal Nitrogen Management

Improving Maize Productivity and Grain Nitrogen Uptake. *Agronomy*. 2025. 15(4). 853. <https://doi.org/10.3390/agronomy15040853>

214. Zhao C., Liu B., Piao S., et al. emperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017. 114 (35). 9326–9331. <https://doi.org/10.1073/pnas.1701762114>

215. Zhao X., He H., Siddique K. H., & Gao X. Synergizing production and ecology: innovations in sustainable dryland agriculture. *Plant and Soil*. 2024. 499 (1). 1–8. <https://doi.org/10.1007/s11104-024-06622-w>

216. Zheng H., Ma W., Boansi D., & Owusu V. Farmers' perceptions, adoption and impacts of integrated water management technology under changing climate. *International Journal of Water Resources Development*. 2024. 40 (3). 425–447. <https://doi.org/10.1080/07900627.2023.2196351>

217. Zhou P., Ou Y., Yang W., Gu Y., Kong Y., Zhu Y., Jin C., & Hao S. Variable–rate fertilization for summer maize using combined proximal sensing technology and the nitrogen balance principle. *Agriculture*. 2024 14 (7). 1180. <https://doi.org/10.3390/agriculture14071180>

218. Аверчев О. В., Іванів М. О., Михайленко І. В., Лавриненко Ю. О. Морфометричні показники гібридів кукурудзи та їх зв'язок з урожайністю зерна за різних способів поливу та вологозабезпеченості у посушливому Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 3–13. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.111.1.

219. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т. І. Адаменко, М. І. Кульбіди, А.Л. Прокопенко. Кам'янець–Подільський, 2011. 107 с.

220. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов і їх вплив на зернове господарство України. *Погода і зернове господарство України : матеріали наради–семінару*. Дніпропетровськ, 2004. С. 3–6.

221. Адаменко Т. І. Зміна агрокліматичних умов та їхній вплив на зернове господарство України. *Агроном*. 2006. № 4 (14). С. 12–13.

222. Андрієнко А., Семеняка І., Андрієнко О. Вихід крохмалю і біоетанолу з посівів кукурудзи залежно від попередників та основного обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2025. Т. 103, № 2. С. 31–41. DOI: 10.31073/agrovisnyk202502–04.

223. Артеменко С. Зміни кліматичних умов і заходи вирішення проблеми. *Пропозиція*. 2020. № 4. С. 32–34.

224. Асанішвілі Н. М., Буслаєва Н. Г., Шляхтурова С. П. Вплив агрохімічного навантаження на забезпеченість рослин елементами живлення та врожайність кукурудзи в Лісостепу. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2020. № 32. С. 9–19. DOI: 10.37406/2706–9052–2020–1–1.

225. Бакланова Т. В., Мелешко А. В. Аналіз асортименту гібридів та сортів кукурудзи в Україні. *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 137. С. 11–18. DOI: 10.32782/2226–0099.2024.137.2.

226. Білай В.І. Основи загальної мікології. К., 1989. – 391с.

227. Буглігін С. Ю., Вітвіцький С. В., Буглігіна М. Є., Вітвіцька О. І. Режим зволоження чорнозему звичайного за технології No–till. *Plant & Soil Science*. 2021. Т. 12, № 4. DOI: 10.31548/agr2021.04.091

228. Визначник грибів України. К.: Наукова думка, 1971. Т. 5. 314 с.

229. Визначник грибів України. К.: Наукова думка. 1971. Т. 3. 694 с.

230. Вожегова Р. А., Лавриненко Ю. О., Марченко Т. Ю. Теоретичні основи та практичні результати селекції гібридів кукурудзи інтенсивного типу для умов зрошення. Херсон: Олді, 2021. 35 с.

231. Гаврилюк В. М., Коваленко Н. П., Кривенко А. І. та ін. Ефективність вирощування високопродуктивних гібридів кукурудзи з підвищеним адаптивним потенціалом. *Аграрні інновації*. 2022. № 15. С. 97–103. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.15.15.

232. Гадзало Я. М., Лузан Ю. Я. Захист навколишнього природного середовища – важливий аграрний пріоритет України в процесі євроінтеграції.

Вісник аграрної науки. 2025. Т. 103, № 5. С. 6–21. DOI: 10.31073/agrovisnyk 202505–02.

233. Гайдаш О., Негода Т., Ольховик М. Методи та принципи створення вихідного матеріалу для селекції кукурудзи. *International Science Journal of Engineering & Agriculture*. 2024. Т. 3, № 4. С. 60–69. DOI: 10.46299/j.isjea. 20240304.06.

234. Гангур В. В., Маренич М. М., Єремко Л. С. та ін. Вплив способів основного обробітку ґрунту на урожайність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. Т. 26, № 4. С. 19–23. DOI: 10.31210/spi2023.26.04.04.

235. Гангур В. В., Руденко В. В. Вплив способів основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. Т. 27, № 1. С. 36–40. DOI: 10.31210/spi2024.27.01.06.

236. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Підбуртний О. В. Оптимізація вологозабезпеченості і мінерального живлення кукурудзи в Правобережному Лісостепу України. *Agriculture and Plant Sciences: Theory and Practice*. 2024. Т. 8, № 2. С. 72–84. DOI: 10.54651/agri.2024.02.09.

237. Грабовський М. Б., Вахній С. П., Лозінський М. В. та ін. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від застосування комплексних мінеральних добрив. *Агробіологія*. 2021. № 2. С. 33–42. DOI: 10.33245/2310–9270–2021.167–2–33–42.

238. Грисенко Г. В. Методика фітопатологічних досліджень по кукурудзі / Г. В. Грисенко, Е. Л. Дудка. Дніпропетровск, 1980. 62 с.

239. Дацько О. М., Захарченко Є. А. Особливості впливу основного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2022. № 13. С. 46–52. DOI: 10.32848/agrar.innov.2022.13.7.

240. Дзюбецький Б. В., Черчель В. Ю. Продуктивність зерна гібридів кукурудзи різних сортозмін. *Вісник аграрної науки*. 2017. № 8. С. 19–23.

241. Дідора В. Г. Смаглій О. Ф., Ермантраут Е. Р. та ін. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. К.: Центр навч. л-ри, 2013. 264 с.

242. Ермантраут Е. Р., Бобро М. А., Гопцій Т. І. Методика наукових досліджень в агрономії. Навчальний посібник. Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва. Харків, 2008. 64 с.

243. Єрмоленко В. М. Атлас комах–шкідників польових культур. К.: Урожай. 1984. 126 с.

244. Жолобецький Г. Кедич А. Аграрії мають адаптувати свої технології під зміни клімату. *Agroexpert*, 2020. № 10. С. 40–42.

245. Жуйков О. Г., Давиденко І. А. Позакореневе підживлення кукурудзи мікродобривами – дієвий елемент технології чи тренд? // *Таврійський науковий вісник*. 2024. Вип. 136, № 1. С. 116–124. DOI: 10.32782/2226–0099.2024.136.1.16.

246. Захист культурних рослин від шкідників та хвороб/ [Е. С. Басарська, О. Д. Гетманенко, В. І. Горденко та ін.]. К.: Карпати, 1973. 150 с.

247. Захист зернових культур від шкідників, хвороб і бур'янів при інтенсивних технологіях / [Б. А. Орешніков, М. П. Гончаренко, М. Г. Костюковський та ін.] ; за ред. Б. А. Арешнікова. К.: Урожай, 1992. – 224 с.

248. Зімароєва А. А. Оцінка впливу змін клімату на продуктивність кукурудзи в межах Поліської і Лісостепової зон України. *Scientific Horizons*. 2019. 22 (11), С. 113–120. <https://doi.org/10.33249/2663–2144–2019–84–11–113–120>.

249. Каленська С. М., Свистунов Ю. В., Антал Т. В. Урожайність гібридів кукурудзи залежно від норм мінеральних добрив та регуляторів росту рослин на чорноземах типових Лівобережного степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2019. 28 (1). С. 25–31. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.01.05>

250. Камінський В. Ф. Сівозміна як основа сталого землекористування та продовольчої безпеки України. *Збірник наукових Інституту сільського господарства Української академії аграрних наук*. 2015. С. 3–14.

251. Капустян М. В. Музафаров Н. В., Чернобай Л. М., Коломацька В. П., Єгорова Н. В., Кузьмішиа Н. В. *Plant Breeding and Seed Production*. 2021. 120. С. 16–23. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2021.251032>

252. Ківер В. Х., Онопрієнко Д. М. Енергозберігаючи агротехнологій в зрощувальному землеробстві. *Ровиток Придніпровського регіону: агроекологічний аспект*. Дніпро, 2021. С. 15–21.

253. Кірай З., Клемент З., Шоймоши Ф., Вереш Й. Методи фітопатології (пер. з англ. С. В. Васильцевой, за ред. М. В. Горленко). К., 1974. 343 с.

254. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф. Продуктивність кукурудзи в сівозмінах коротких ротацій із соєю в умовах Північного Степу України *Збірник Дніпропетровського аграрного університету*. 2016. 4(42). С. 68–71.

255. Кирилюк В. П. Структура сумарного водоспоживання кукурудзи. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, 2019. 2. С. 17–21. <https://doi.org/10.31395/2310-0478-2019-2-17-21>

256. Ласло О. О., Олефір Р. В. Ефективність комплексного удобрення в технології вирощування кукурудзи. *Ukrainian Journal of Natural Sciences*. 11. С. 170–177. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.18>

257. Лавриненко І. О., Возжегова Р. А., Базалів В. В., Марченко Т. Я., Іванів М. О. Адаптивна здатність гібридів кукурудзи за різних способів поливу то вологозабезпеченості в посушливому Степу України. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*. 2020. 27. С. 125–131. <https://doi.org/10.7124/FEEO.v27.1314>

258. Лебідь Є. М., Циков В. С., Матюха Л. П., Шевченко М. С. та ін. Методика проведення польових дослідів по визначенню забур'яненості та ефективності засобів їх контролювання в агроценозах. Інститут зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2008. С. 5–7.

259. Лен О. І., Тоцький В. М., Гангур В. В., Єремко Л. С. Вплив системи удобрення та основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2021. (2). С. 52–58. <https://doi.org/10.31210/visnyk2021.02.06>
260. Ліпінський В. М. Бабіченко В. М.. Клімат України. К.: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
261. Мазур В. А., Липовий В. Г., Мордванюк М. О. Методика наукових досліджень в агрономії. Вінниця: ВЦ ТОВ «ТВОРИ». 2020. 204 с.
262. Манько Ю. П., Бабенко Є. О. Методика визначення показників допуску рівня забур'яненості посівів сільськогосподарських культур для ефективного її контролю. *Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. Київ, 2014. Вип. 20. С. 67–72.
263. Марченко Т. Ю., Лавриненко Ю. А. Мінливість урожайності ліній – батьківських компонентів та гібридів кукурудзи залежно від генетичної плазми в умовах зрошення. *Plant Breeding and Seed Production*. 2020. 117. С. 110–118. <https://doi.org/10.30835/2413-7510.2020.207000>
264. Маренич М. М., & Коба К. В. Вплив обробітку ґрунту на урожайність материнських ліній гібридів кукурудзи. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. 27 (1). С. 19–23. <https://doi.org/10.31210/spi2024.27.01.03>
265. Матюха В. Л., Циліорик О. І., Семенов С. С. Ефективність системи захисту кукурудзи від шкідників в умовах Степу України. *Scientific Progress & Innovations*. 28 (2). С. 23–30. <https://doi.org/10.31210/spi2025.28.02.04>
266. Мащенко Ю. В., & Соколовська І. М. Продуктивність кукурудзи залежно від її частки в сівоzmіні та удобрення. *Аграрні інновації*. 2023. (21). С. 57–63. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.21.8>
267. Методика наукових досліджень в агрономії: навчальний посібник. В. Г. Дідора, О. Ф. Смаглій, Е. Р. Ермантраут [та ін.]. К., 2013. 264 с.
268. Методика польового досліду / Б. А. Доспехов. К., 1985. 416 с.
269. Методики випробування і застосування пестицидів / [С. О. Трибель, Д. Д. Сігарьова, М. П. Секун, О. О. Іващенко та ін.]. К.: Світ, 2001. 448 с.

270. Моргун Ф.Т., Шикула Н. К., Тарарико А. Г. Грунтозахисне землеробство. К.: Урожай, 1983. 240 с.
271. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Грунтознавство. Чернівці. 2003. 400 с.
272. Науменко А. І. Мікофлора насіння кукурудзи. *Захист рослин*. 1989. №4. С. 32.
273. Наумова Н. А. Аналіз насіння на грибну і бактеріальну інфекцію. К., 1970. 208 с.
274. Павліченко К. В. Формування елементів структури врожаю гібридами кукурудзи на силос під впливом макро– і мікродобрих. *Аграрні інновації*. 2022 . (12). С. 77–84. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.14>
275. Пащенко Н. О., Лобко Т. К.. Система насінництва та основні принципи добору гібридів кукурудзи. *Аграрні інновації*. 2023. 19. С. 180–184. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.19.27>
276. Пересипкін В. Ф. Атлас хвороб польових культур К.: Урожай, 1987. 142 с.
277. Підопличко Н. М. Гриби–паразити культурних рослин. К.: Наукова думка, 1977. 296 с.
278. Полтава О. П., Дем'янюк, О. С. Ефективність позакореневого підживлення кукурудзи (*Zea mays*) у Лівобережному Лісостепу України. *Agroecological Journal*. 2022. (2). С. 148–155. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2025.333840>
279. Примак І. Д., Присяжнюк Н. М., Федорук Ю. В., Войтовик М. В., Павліченко А. А., Нагорнюк О. М. Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку у спеціалізованій п'ятипільній сівозміні Правобережного Лісостепу України. *Sustainable Nature Management*. 2025. (1). С. 94–107. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2025.324362>
280. Саверін І. В., Качмар О. Ю. Продуктивність кукурудзи за різних систем удобрення в короткоротаційних сівозмінах. *Precarpathian and*

Mountain Agriculture and Animal Husbandry. 2023. С. 91–109.
[https://doi.org/10.32636/01308521.2023-\(73\)-2-7](https://doi.org/10.32636/01308521.2023-(73)-2-7)

281. Семеняка І. М., Семеняка О. І. Обробіток ґрунту та строки сівби залежно від попередника як чинники адаптивності кукурудзи розлусної до умов недостатнього зволоження. Бюлетень інституту сільського господарства степової зони Національної академії аграрних наук України. 2014. (7). С.120–126.

282. Таранова Н., Шубер П. Метеорологія і кліматологія: навчальний посібник. Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, 2014. 290 с.

283. Тараріко О. Г., Москаленко В. М. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 64 с.

284. Тараріко Ю. А., Бізиця А. В., & Осипчук С. А. Особливості вирощування кукурудзи на осушуваних землях Західного Полісся: агроекологічне обґрунтування. *Land Reclamation and Water Management*. 2023. (2). С. 83–96. <https://doi.org/10.31073/mivg202302-367>

285. Терещенко А., & Дробітко А. В. Вплив технології вирощування на розвиток хвороб гібридів кукурудзи в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. 2024. (27). С. 189–195. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.27.29>

286. Ткаченко М., Цимбал Я., Бойко П., Мартинюк І., & Кудря С. Урожайність і продуктивність п'ятипільних сівозмін за органо–мінеральної системи інтенсифікації в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Bulletin of Agrarian Science*. 2020. 101 (3). С. 14–20. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202303-02>

287. Ткачук О. П., & Бондаренко М. І. Екологічна оцінка повторних посівів кукурудзи в Україні. *Agriculture and Forestry*. 2022. 1 (24). С. 182–191. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-1-13>

288. Ткаліч Ю. І., Циліюрік О. І., & Козечко В. І. Ефективність прилипачів при використанні римсульфурону в посівах кукурудзи. *The scientific journal Grain Crops*. 2023. 6(2). С. 144–152. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0244>
289. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П. та ін. Методика випробування і застосування пестицидів / За ред. С. О. Трибеля. К. : Світ, 2001. 448 с.
290. Харченко О. В., Петренко С. В., Собко М. Г., Медвідь С. І., Захарченко Є. А. Ефективність використання елементів живлення сучасними гібридами кукурудзи в посушливих умовах Лісостепу. *AgroChemistry and Soil Science*. 2021. 91. С. 49–58. <https://doi.org/10.31073/acss91-06>
291. Циліюрик О. І., Десятник Л. М., Березовський С. В. Забур'яненість агроценозів кукурудзи під впливом обробітку ґрунту та удобрення в північному Степу України. *Зернові культури*. 2020. 4(1). С. 152–159.
292. Циков, В. С. Кукурудза: технологія, гібриди, насіння. Дніпропетровськ: Зоря, 2003. 296 с.
293. Цимбал Я., Бойко П., Мартинюк І., & Пташник М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін у зоні Лісостепу за різних рівнів інтенсифікації. *Вісник аграрної науки*. 2022. 100 (4). С. 23–29. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-03>
294. Чабан В. І., Клявзо С. П., & Подобед О. Ю. Вміст хімічних елементів у рослинах кукурудзи та оцінка мінерального живлення. *Вісник Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2014 . (7). С. 27–32.
295. Черчель В. Ю., Стасів О. Ф., Боденко Н. А., & Купар Ю. Ю. Екологічна стабільність урожайності зерна гібридів кукурудзи як визначальна умова підвищення валового виробництва. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. 19. С. 177–195. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2020-4-15>

296. Черенков А. В., & Дудка М. І. Резерви збільшення рослинного протеїну в північній частині Степу України. *Тваринництво Степу України*. 2022. С. 74–81.
297. Шевченко М. С., Десятник Л. М., Швець Н. В., Шевченко С. М. Методика визначення вологості ґрунту: класичні помилки і об'єктивні фізичні параметри. *Зернові культури*. Дніпро, 2018. Том 2, № 2. С. 309–313.
298. Шевченко Л. А., Хмель О. П., & Хоменко С. В. Вплив мікродобрив та рістрегуляторів на продуктивність гібридів кукурудзи в умовах півночі України. *Аграрні інновації*. 2020. (4). С. 73–78. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.4.11>
299. Шевченко Н. В. Наукові принципи підбору гібридів кукурудзи в умовах глобального потепління. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2025. 140. С. 329–333. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.140.41>
300. Якість ґрунту. Визначання щільності складення на суху масу: ДСТУ ISO 11272:2001 (ISO 11272:1998, IDT). К. : Держспоживстандарт України, 2003. 15 с. (Національні стандарти України).

ДОДАТКИ

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні результати дисертації

Монографії, частина монографії

1. Князєва М. В., Крамар В. М., Львович І. Я. та інші. No-till технології на степових чорноземах. Рівень розвитку техніки і технологій в ХХІ столітті. Частина 1: Серія монографій. Розділ 2: Шевченко М. С., Шевченко С. М., Шевченко О. О., Швець Н. В., Деревенець–Шевченко К. А. Одеса: КУПРІЄНКО СВ, 2019. 227 с. *(Здобувачем розроблено основні елементи No-till технології для зони Степу України).*

Статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних

Web of Science Core Collection та/або Scopus

2. Циліурік О. І., Шевченко С. М., Остапчук Я. В., Шевченко О. М., Деревенець–Шевченко К. А. Агроєкологічні основи контролювання забур'яненості та поширення вовчка в посівах соняшнику Степу України. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018, 8 (1), Р. 487–497. doi: 10.15421/2017_240. *(Особистий внесок: аналітичний огляд, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).*

3. Shevchenko S., Tkalic Yu., Shevchenko M., Kolesnykova K., **Derevenets–Shevchenko K.** The evaluation of total weed density and seed bank of agricultural landscapes as an example of the Steppe Zone of Ukraine. *Scientific Horizons*. 2023. 26 (11), Р. 80–89. doi: 10.48077/scihor11.2023.80. *(Особистий внесок: підбір та опрацювання літератури, проведення досліджень, написання статті, частка участі – 40 %).*

4. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O. Tillage effects on soil physical properties and maize phenology. *International Journal of Environmental Studies*.

2024. 81:1. P. 393–402. doi: 10.1080/00207233.2024.2320032. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 75 %*).

5. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Shevchenko M., Shevchenko O.: Sunflower broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.) and weeds in sunflower crops with minimized tillage in a steppe ecotype crop rotation. *Ekologia (Bratislava)*. 2024. Vol. 43, No. 1, P. 34–42. doi:10.2478/eko–2024–0004. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %*).

6. Shevchenko S., Desyatnyk L., Shevchenko M., Kolesnykova K., **Derevenets–Shevchenko K.** Control of weeds and sunflower broomrape (*Orobancha cumana* Wallr) in sunflower crops by crop rotation and tillage. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1. 382–392. doi: 10.1080/00207233.2024.232 0031. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %*).

7. Mytsyk O., Havryushenko O., Tsyliuryk O., Shevchenko S., Hulenکو O., Shevchenko M., **Derevenets–Shevchenko K.** Reclamation of derelict mine land by simply growing crops. *International Journal of Environmental Studies*. 2024. 81:1, P. 230–238. doi: 10.1080/00207233.2024.2330283. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %*).

8. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Desyatnyk L., Shevchenko M., Havryushenko O., Shevchenko O., Hulenکو O. Influence of crop rotation and tillage on weed infestation and damage to sunflower plants by sunflower broomrape (*Orobancha cumana* Wallr.) in the steppe zone of Ukraine. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 2024, 30 (5), P. 839–847. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %*).

9. Tsyliuryk O., Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Kokhan A.,

Shevchenko M., Mysyk O., Havriushenko O., Hulenko O., Pozniak V., Kocherha O., Kurshakov O. Effects of conservation tillage on weed infestation and maize yield under changing climate conditions. *Modern Phytomorphology*, 2025. (19). P. 154–159. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2025-19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

10. Mytsyk O., Shevchenko S., Hulenko O., Havriushenko O., Rudakov Y., Pozniak V., Sichevyi V., Rumbakh M., **Derevenets–Shevchenko K.**, Shevchenko M., Shevchenko O. Transformation of weed communities under the evolution of agricultural technologies. *Modern Phytomorphology*, 2025. 19 (3). P. 169–172. <https://doi.org/10.5281/zenodo.16809942>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 35 %).

11. Shevchenko S., Tsyliuryk O., Shevchenko M., Hulenko O., **Derevenets–Shevchenko K.**, Kokhan A. Balance of moisture reserves and methods of their efficient use in short crop rotations of the Steppe of Ukraine. *Ecological Questions*, 36 (2025) 4. P. 1–17 <http://dx.doi.org/10.12775/EQ.2025.036>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 35 %).

Статті у наукових фахових виданнях України

12. Дудка Є. Л., Пінчук Н. І., **Деревенець К. А.** Епіфітна мікофлора зерна пшениці в період збирання врожаю. *Бюлетень Інституту зернового господарства НААН України*. Дніпропетровськ, 2010. № 39. С. 93–95. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %).

13. **Деревенець–Шевченко К. А.** Якщо посіяли із запізненням. *Карантин і захист рослин*. К., 2012. № 6. С. 17–19.

14. **Деревенець–Шевченко К. А.** Біологічні засоби захисту насіння кукурудзи від пліснявіння. *Бюлетень Інституту сільського господарства*

степової зони НААН України. Дніпропетровськ, 2012. № 2. С. 87–89.

15. **Деревенець–Шевченко К. А.** Фактори розповсюдження і обмеження мікофлори зерна пшениці озимої. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. Дніпропетровськ, 2013. № 4. С. 85–88.

16. **Деревенець–Шевченко К. А.** Фітосанітарний стан посівів кукурудзи при мінімалізації обробітку ґрунту. *Зберігання і переробка зерна*. Дніпропетровськ, 2012. № 12 (162). С. 41–42.

17. Циліурік О. І., Шевченко С. М., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Особливості формування і регулювання потенційної забур'яненості різних технобіогенних систем. *Agrology*. Дніпро, 2019. Vol. 2(1), С. 31–40. <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14015>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

18. Шевченко М. С., Шевченко С. М., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Агробіологічні та технологічні методи підвищення протиерозійного потенціалу ґрунтів у сівозміні. *Agrology*. Дніпро, 2019. Vol. 2 (2), Р. 122–127. <https://doi.org/10.32819/019018>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

19. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Shevchenko O. M., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Peculiarities of formation and regulation of potential weediness of different technobiogenous systems. *Agrology*, Дніпро, 2019. Vol. 1 (4). Р. 339–348. doi:10.32819/2617-6106.2018.14015. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

20. Шевченко М. С., Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Техногенний рівень землеробства і асоціативна мінливість бур'янів в агроценозах. *Зернові культури*. Дніпро, 2019. Том 3. № 1. С. 83–92. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0064>. (Особистий внесок: аналітичний

огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %).

21. Шевченко С. М., Десятник Л. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Сучасні системи землеробства і нове трактування сівозмінної цінності сільськогосподарських культур. *Зернові культури*. Дніпро, 2020. Том 4. № 2. С. 319–329. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %).

22. Циліурік О. І., Шевченко С. М., Гончар Н. В., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Швець Н. В. Біологічна активність ґрунту короткоротаційної сівозміни за максимального насичення соняшником. *Науково–технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. Запоріжжя, 2021. № 30, С. 105–115. doi:10.36710/ioc–2021–30–11. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

23. Шевченко С. М., Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Заверталюк О. В. Ефективність прийомів основного обробітку ґрунту та контролювання бур'янів при вирощуванні соняшника. *Український журнал природничих наук*. Житомир, 2025. № 11. С. 242–249. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.11.2025.26>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

24. Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Мицик О. О., Шевченко С. М., Козечко В. І., Пришедько Н. О. Обробіток чорного пару як фактор стабілізації врожайності зерна пшениці озимої в умовах Північного Степу України. *Аграрні інновації*. Одеса, 2025. № 29. С. 207–212. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2025.29.33>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60 %).

25. Шевченко М. С., Мицик О. О., Шевченко С. М., **Деревенець–**

Шевченко К. А., Пришедько Н. О., Заверталюк О. В. Фактори землеробства та регулювання ростової реакції сільськогосподарських рослин. *Вісник Уманського національного університету садівництва*, Умань, 2025. № 1. С. 35–41. <https://doi.org/10.32782/2310-0478-2025-1-35-41>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

26. Шевченко С. М., Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.,** Козечко В. І., Заверталюк О. В. Вплив системного застосування гербіцидів на врожайність зерна кукурудзи. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. Кам'янець–Подільський. 2025. № 46. С. 136–142. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2025-1.19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

27. Шевченко С. М., Мицик О. О., **Деревенець–Шевченко К. А.,** Шевченко О. М., Пришедько Н. О., Новіков Д. І. Оптимізація обробітку чорноземів звичайних для підвищення врожайності соняшника в умовах змін клімату. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2025. № 141. Частина 2. С. 136–144. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

28. Шевченко М. С., Шевченко С. М., Десятник Л.М., **Деревенець–Шевченко К. А.,** Новіков Д. І. Вплив основного обробітку ґрунту на динаміку гумусу та макроелементів живлення у сівозміні. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2025. № 142. Частина 2. С. 150–159. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.2.19>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 50 %).

29. Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.,** Гаврюшенко О. О., Шевченко О. М., Гуленко О. І. Вплив основного обробітку ґрунту на його агрофізичні властивості та економічні показники вирощування кукурудзи на

зерно. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2025. № 136. Частина 2. С. 215–222. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.136.2.26>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %).

30. Shevchenko S., Desyatnyk L., Shevchenko M., Sologub I., Shevchenko O., **Derevenets–Shevchenko K.** Argo–economic evaluation of main tillage methods in the cultivation of corn. *Biomed. J. Sci. & Tech. Res.* 60 (1). 2025. 52272–52277. BJSTR. MS.ID.009407. <https://dx.doi.org/10.26717/BJSTR.2025.60.009407>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 35 %).

31. Shevchenko M. S., Tkalic Y. I., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Global and local trends in weed management under conventional and conservation agriculture. *Agrology*. 2025. 8 (3). 121–131. <https://doi.org/10.32819.202516>. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

32. **Derevenets–Shevchenko K. A.**, Shevchenko S. M., Shevchenko O. M., Tkalic Y. I., Hulenko O. I. Modern trends in maize cultivation in Ukraine: National practices and international experience. *Agrology*. 2025. 8 (3). 168–181. doi: 10.32819/202520. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %).

33. Матюха В., Циліурік О., **Деревенець–Шевченко К.**, Семенов С. Агроекологічна ефективність системи захисту посівів сорго від попелиць в умова Степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету*, 2025. Випуск 1 (59). С. 75–82. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

Статті у наукових виданнях інших держав

34. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Gonchar N. V., Ostapchuk YA. V.,

Shevchenko O. M., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Agrophysical and biotic factors of regulation of biological activity of soil in the crop rotation. *ACTA TECHNICA CORVINIENSIS. Bulletin of Engineering*. Tome XII [2019] | Fascicule 3 July–September. P. 111–113. (<http://acta.fih.upt.ro/pdf/archive/ACTA-2019-3.pdf>). (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 45 %).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

Тези і матеріали наукових конференцій

35. **Деревенець К. А.** Застосування біологічних препаратів та їх ефективність проти патогенної мікофлори насіння кукурудзи. *Фітосанітарна безпека та біоекологія застосування пестицидів (спец. випуск): УНДС карантину рослин НААН України*. Чернівці–Бояни, 2010. С. 134–136.

36. **Derevenets K. A.** Assement of Corn Seeds Affection with Pathogenic Fungus in Grain Storage. *The Nato Science for Peace and Security Programme: Program and Abstracts*. May, 2011. P. 47.

37. **Деревенець К. А.** Інтегрована система захисту кукурудзи від шкідників та хвороб. *Аграрна наука та практика на сучасному етапі розвитку: Досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково–практична конференція, Львівська аграрна фундація (16–17 березня 2012 р.)*. Львів, 2012. С. 85–87.

38. **Деревенець К. А.** Захист насіння кукурудзи від пліснявіння. *Стратегії та практика розвитку агропромислового комплексу України. Всеукраїнська науково–практична конференція (13–14 квітня 2012 р.)*. Одеса, 2012. С. 11–13.

39. **Деревенець К. А.** Мінімілізувати обробіток і захистити посіви. *Проблеми та перспективи розвитку аграрної науки у сучасному суспільстві. Міжнародна науково–практична конференція (21–22 грудня 2012 р.)*. Одеса,

2012. С. 5–7.

40. **Деревенець–Шевченко К. А.** Ураженість качанів кукурудзи хворобами при різних строках сівби. *Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: Досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково–практична конференція, Львівська аграрна фундація (25–26 травня 2012 р.).* Львів, 2012. С. 66–67.

41. **Деревенець–Шевченко К. А.** Захист насіння кукурудзи. *Аграрна наука та освіта на сучасному етапі розвитку народногосподарського комплексу: Досвід, проблеми та шляхи їх вирішення. Міжнародна науково–практична конференція, Львівська аграрна фундація (25–26 травня 2012 р.).* Львів, 2012. С. 72–74.

42. Tsyliuryk A. I., Shevchenko S. M., Gonchar N. V., Ostapchuk Ya. V., Shevchenko O. M., **Derevenets–Shevchenko K. A.** Agrophysical and biotic factors of regulation of biological activity of soil in the crop rotation. *Agricultural and mechanical engineering: Materials of International Symposium ISB–INMA TECH (01–03 November).* Bucharest. 2018. P.185–191.

43. Шевченко С. М., Салова Л. О., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Розвиток систем контролювання бур'янів в процесі еволюції землеробства в зоні Степу. *Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення. Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції присвяченої 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов Полтавської губернії, (05 жовтня 2018 р.).* Полтава: Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН., 2018. С. 25–27.

44. Шевченко С. М., Момот К. О., Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Біологічні особливості і фітотоксична реакція Ваточника Сирійського (*Asclepias Syriaca* L.) на застосування гербіцидів. *Сучасні погляди на родючість чорноземів та інноваційні шляхи їх покращення. Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції присвяченої 130 річниці з початку дослідження ґрунтів, рослинності, геологічних умов*

Полтавської губернії (05 жовтня 2018 р.). Полтава: Полтавська державна сільськогосподарська дослідна станція ім. М. І. Вавилова ІС і АПВ НААН. 2018. С. 29–32.

45. Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Хижняк А. А., Осадчук О. В., Липарь О. А. Адаптивні та фітотоксичні механізми підвищення ефективності контролювання амброзії полинолистої в посівах польових культур. *Матеріали Всеукраїнської науково–практичної конференції здобувачів, молодих учених та спеціалістів (3 грудня 2021 р.).* Харків, 2021. № 1. С. 100–101.

46. **Деревенець К. А.**, Швець Н. В., Білоконь Л. М. Оптимізація агробіологічних режимів в системних агроценозах за сівозмінного використання мінімальної обробки ґрунту в посівах зернових культур. *Вклад наукових інвестицій у розвиток агропромислового комплексу в умовах обмеженого ресурсного забезпечення та флуктуацій клімату. Матеріали Міжнародної науково–практичної інтернет–конференції молодих вчених і спеціалістів (16–17 березня 2023 р.).* Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2023. С. 164–166.

47. Шевченко С. М., Стадник Д. І., **Деревенець–Шевченко К. А.** Банк насіння бур'янів в ґрунті та формування актуальної забур'яненості в фітоценозах. *Зернова галузь – проблеми та перспективи технологічного забезпечення. Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка НААН Валентина Сергійовича Цикова (12–13 жовтня 2023 р.).* Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України. 2023. С. 91–93.

48. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Ґрунтозахисні системи обробки і особливості формування шкідливого комплексу в посівах кукурудзи. *Current challenges of science and education. Proceedings of the 5th International scientific and practical conference.* MDPC Publishing, Berlin, Germany. 2024. P. 19–23.

49. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М.

Формування фіто– ентомопатогенних асоціацій при впровадженні ґрунтозахисних систем обробітку. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енерго–зберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур (Міжнародна науково–практична конференція до 90–річчя Агрономічного факультету Дніпропетровського державного аграрно–економічного університету (21–23 листопада 2023 р.)).* Дніпро: Дніпровський державний аграрно–економічний університет. 2023. С. 52–54.

50. Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко С. М., Оцінка біометричних показників і урожайності кукурудзи при різних способах мінімального обробітку ґрунту. *Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша (20–21 березня 2024 р.)).* Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2024. С. 235–238.

51. Shevchenko S., **Derevenets–Shevchenko K.**, Shevchenko O. Regulating the agrophysical condition of soil in the Northern Steppe zone of Ukraine. Зберігання та переробка продукції рослинництва. *Матеріали Міжнародної наукової конференції з нагоди 100–річчя від дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора Григорія Родіоновича Пікуша (20–21 березня 2024 р.)).* Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2024. С. 238–240.

52. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Контролювання розповсюдженості мікофлори зерна пшениці озимої за складних погодних умов на етапі завершення вегетації. *Наукові основи адаптивного землеробства. Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Федора Трохимовича Моргуна, 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин*

(16–17 травня 2024 р.). Дніпро: Дніпровський державний аграрно–економічний університет, 2024. С. 120–122.

53. **Деревенець–Шевченко К. А.**, Шевченко О. М., Шевченко С. М. Системи обробітку ґрунту та особливості формування шкідливого комплексу в посівах кукурудзи. *Наукові основи адаптивного землеробства. Матеріали Міжнародної науково–практичної конференції з нагоди 100–річчя від Дня народження доктора сільськогосподарських наук, професора, академіка Федора Трохимовича Моргуна, 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету та Міжнародного дня здоров'я рослин (16–17 травня 2024 р.).* Дніпро: Дніпровський державний аграрно–економічний університет, 2024. С. 322–324.

54. Шевченко С. М., Заверталюк О. В., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Новіков Д. І. Екологічні та агротехнічні методи обмеження поширення амброзії полинолисткої в посівах польових культур. *Матеріали VIII Міжнародної науково–практичної конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» до 90–річчя Агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно–економічного університету 1934–2024 рр. (19–20 листопада 2024 р.).* Дніпро: Дніпровський державний аграрно–економічний університет, 2024. С. 148–149.

Статті в інших виданнях

55. Дудка Є. Л., Пінчук Н. І., **Деревенець К. А.** Як покупці класність зерна занижують. Журнал «*Farmer*». Листопад, Київ, 2010. С. 44–45. (Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 65 %).

56. **Деревенець К. А.** Розвиток збудників пліснявіння насіння кукурудзи залежно від гідротермічних умов. Журнал «*Агроном*». Лютий, 2011. № 1 (31). С. 104–106.

57. **Деревенець К. А.** Мікофлора при зберіганні кукурудзи. Журнал «Farmer». Вересень, 2011. Київ. С. 66–68.

58. Пінчук Н. І., **Деревенець К. А.** Загрози для кукурудзи 2012. Журнал «Farmer». Квітень, 2012. Київ. С. 52–55. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, формулювання висновків, частка участ – 60 %*).

59. Шевченко О. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Мінімізувати обробіток і захистити посіви. Журнал «Пропозиція» (спецвипуск). 2012, №6. С. 16–19. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 60%*).

60. **Деревенець–Шевченко К. А.** Шевченко О. М. Менше обробітку, більше захисту. Журнал «Farmer». Січень, 2013. С. 50–51. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 70 %*).

61. Шевченко М. С. Оптимізація посівних площ соняшнику. Агрономічні закони та економічні пріоритети в землеробстві степової зони / М. С. Шевченко, Є. М. Лебідь, С. М. Шевченко, **К. А. Деревенець–Шевченко** // Журнал «Агроном». 2013. № 2. С. 104–110. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, написання статті, частка участі – 40 %*).

62. Черенков А. В., Шевченко М. С., **Деревенець–Шевченко К. А.** Ефективний фітосанітарний комплекс – технологічний ресурс нових перспектив кукурудзи. Журнал «Кукурудза і сорго», Чернігів, 2014. Т. 1. С. 69–74. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 30 %*).

63. Шевченко М. С. Десятник Л. М., Шевченко С. М., **Деревенець–Шевченко К. А.** Невгамовний вовчок. Журнал «Farmer». № 1 (97). Січень, 2018. С. 54–56. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, підбір літератури,*

обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 40 %).

64. Шевченко М., Десятник Л., Шевченко С., **Деревенець–Шевченко К.** Кукурудза в системі. *The Ukrainian farmer*. 2019. № 8 (116). С. 74–76. (*Особистий внесок: аналітичний огляд, проведення досліджень, обробка експериментальних даних, написання статті, частка участі – 55 %*).

Методичні рекомендації

65. Бабич С. М., Бакланова О. В., Бахмут О. О. **Деревенець К. А.** Хвороби кукурудзи. Прогноз фітосанітарного стану агроценозів України та рекомендації щодо захисту рослин у 2012 р. К.: Головдержзахист, 2012. С. 60–65.

66. Агротехнологічний комплекс оптимізації сівби озимих культур в посушливих умовах Дніпропетровської області в 2012 р. (науково–практичні рекомендації) / Черенков А. В., Шевченко М. С., Черчель В. Ю. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2012. 34 с.

67. Своєчасно зібрати і якісно зберегти врожай зерна ранніх зернових культур в Дніпропетровській області в 2012 р. (науково–практичні рекомендації) / Любівич О. А., Удовицький В. О., Пилипась В. І., Потебня Т. В., Черенков А. В., Шевченко М. С., Черчель В. Ю. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2012. 38 с.

68. Проект програми «Збільшення виробництва зерна сорго та оптимізації ресурсного забезпечення технологій вирощування» / Черенков А. В., Шевченко М. С., Дзюбецький Б. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2012. 26 с.

69. Черенков А. В., Циков В. С., Ткаліч Ю. І. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Захист зернових культур від шкідників (науково–

практичні рекомендації). Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2013. 16 с.

70. Рекомендації з освоєння елементів системи прямої сівби в землеробстві степової зони / Черенков А. В., Шевченко М. С., Черчель В. Ю. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Дніпропетровськ: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2013. 24 с.

71. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Інноваційна агростратегія 2020 (особливості вирощування сільськогосподарських культур в Степу України в 2020 році). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 84 с.

72. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Наукова оптимізація збирання зерна та сівби озимих культур у 2020 році (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 84 с.

73. Судак В. М., **Деревенець–Шевченко К. А.**, Кулик А. О., Швець Н. В. Способи контролювання фітопатогенних організмів насіння кукурудзи при вирощуванні в системі ґрунтозахисного землеробства (науково–практичні рекомендації). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2020. 18 с.

74. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Особливості вирощування сільськогосподарських культур в умовах зміни клімату в 2021 році (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2021. 92 с.

75. Особливості збирання врожаю зерна та сівби озимих культур в умовах 2021 року (науково–практичні рекомендації для зони Степу) / Я. М. Гадзало, В. М. Роїк, П. В. Кондратенко та інші [**Деревенець–Шевченко К. А.**]. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України. 2021. 82 с.

76. Гадзало Я. М., Роїк В. М., Кондратенко П. В. та інші [**Деревенець–**

Шевченко К. А.]. Особливості вирощування сільськогосподарських культур у 2022 році (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2022. 96 с.

77. Технології збирання врожаю зерна та сівби озимих культур за особливих умов 2023 року (науково–практичні рекомендації для зони Степу) / Я. М. Гадзало, М. В. Роїк, П. В. Кондратенко, В. В. Адамчук, та інші **[К. А. Деревенець–Шевченко]**. Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2023. 95 с.

78. Роїк М. В., Адамчук В. В., Хареба В. В. та інші **[Деревенець–Шевченко К. А.]**. Організація збирання врожаю зерна та науково–обґрунтовані технології сівби озимих культур за особливих умов 2024 року (науково–практичні рекомендації для зони Степу). Дніпро: ДУ Інститут зернових культур НААН України, 2024. 88 с.

Додаток Б.1

Середньомісячна і річна температура повітря

в роки проведення польових досліджень, °С (2012–2024 рр.)

Роки	Місяці							Середнє за рік
	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2012	0,4	13,8	20,6	22,9	25,5	22,6	17,2	17,6
2013	1,1	11,7	20,2	22,6	22,1	22,7	13,4	16,3
2014	6,1	10,1	18,3	19,1	23,0	23,1	16,6	16,6
2015	4,3	8,9	16,3	21,3	22,7	22,6	20,0	16,6
2016	4,5	12,7	15,7	20,7	23,3	23,7	15,8	16,6
2017	5,6	8,9	15,5	20,8	21,5	24,6	18,4	16,5
2018	–1,5	12,9	19,0	21,7	22,5	23,5	17,8	16,6
2019	4,4	11,2	17,9	24,0	21,5	21,2	16,3	16,6
2020	7,0	9,0	16,0	21,7	23,5	22,1	19,4	17,0
2021	1,6	8,0	15,8	19,5	23,6	22,8	13,9	15,0
2022	1,0	10,1	15,2	22,2	22,4	24,5	15,0	15,8
2023	5,4	10,2	16,1	20,2	23,1	24,3	19,3	17,0
2024	5,0	15,5	16,2	23,1	26,8	24,5	21,0	18,9
Середнє 2012–2024 рр.	3,5	11,0	17,1	21,5	23,2	23,3	17,2	16,7
Багаторічна норма	0,7	9,4	16,0	19,6	21,3	20,6	15,4	14,7

Додаток Б.2

Середньомісячна і річна кількість опадів

в роки проведення польових досліджень, мм (2012–2024 рр.)

Роки	Місяці							Сума за рік
	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2012	44,1	14,7	47,1	29,0	69,6	124,2	34,2	362,9
2013	59,5	10,1	21,7	24,2	39,9	29,3	67,9	252,6
2014	20,9	50,9	124,7	106,0	55,3	47,8	76,4	482,0
2015	104,6	84,1	32,8	52,5	29,2	49,1	0,6	353,0
2016	43,7	62,1	104,2	50,3	50,9	22,5	42,7	376,4
2017	6,3	102,0	18,9	37,1	43,9	13,0	36,5	257,7
2018	145,1	16,4	31,7	51,9	77,9	0,0	73,9	396,9
2019	31,0	32,3	48,3	30,6	59,2	57,5	19,8	278,7
2020	21,1	11,5	78,1	48,5	30,4	11,9	32,1	233,6
2021	48,6	38,0	27,0	202,3	69,4	51,4	23,5	459,9
2022	25,0	60,4	19,1	29,6	36,2	45,8	34,0	250,1
2023	32,4	100,7	33,8	29,4	41,1	29,0	13,4	279,8
2024	17,7	13,9	11,5	29,3	44,7	1,6	11,8	130,5
Середнє за 2012–2024 рр.	46,2	46,7	46,8	54,7	49,8	37,9	35,1	317,2
Середнє багаторічне	34,0	38,0	47,0	59,0	56,0	37,0	36,0	307,0

Додаток Б.3

Середньомісячна і річна відносна вологість повітря
в роки проведення польових досліджень, % (2012–2024 рр.)

Роки	Місяці							Середнє за рік
	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2012	68	65	60	57	54	64	70	61,7
2013	51	62	60	62	65	60	77	62,4
2014	58	66	67	67	60	56	60	59,1
2015	54	69	65	68	64	55	57	60,3
2016	81	66	75	69	61	63	64	68,4
2017	71	68	61	59	62	20	59	57,1
2018	55	57	56	54	67	48	61	57,2
2019	68	59	68	56	62	60	57	61,5
2020	60	47	67	63	54	52	50	56,1
2021	76	72	66	77	68	65	67	70,1
2022	48	72	57	59	60	77	73	59,4
2023	44	57	56	54	67	48	61	57,2
2024	47	69	53	54	54	51	55	50,4
Середнє за 2012–2024 рр.	52,4	63,0	63,2	62,6	61,4	55,3	62,4	60,1
Багаторічна норма	65	65	60	57	54	64	70	62,1

Додаток Б.4

Умови зволоження вегетаційного періоду (ГТК за Селяніновим Г. Т.) в
роки проведення польових досліджень, 2012-2024 рр.

Роки	Місяці						Середнє за рік
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2012	-	1,05	0,82	1,12	1,38	0,96	1,07
2013	-	0,98	0,76	0,95	0,88	1,42	1,0
2014	-	1,90	1,45	1,05	0,92	1,35	1,33
2015	-	1,10	1,62	0,84	1,05	0,62	1,05
2016	-	1,85	1,20	1,02	0,78	1,10	1,19
2017	-	1,02	1,08	1,0	0,65	0,95	0,94
2018	-	0,95	1,15	1,35	0,52	1,20	1,03
2019	-	1,20	0,95	1,18	1,10	0,82	1,05
2020	-	1,60	1,05	0,88	0,70	0,90	1,03
2021	-	1,15	2,05	1,25	1,08	0,95	1,30
2022	-	0,92	0,98	1,00	1,05	1,12	1,01
2023	-	1,08	0,90	0,95	0,85	0,60	0,88
2024	-	0,75	0,88	0,92	0,40	0,55	0,70
Середнє за 2012–2024 рр.		1,20	1,15	1,04	0,87	0,96	1,04

Додаток Б.5

Середньомісячна і річна температура повітря
в роки проведення польових досліджень, °С (2012–2015 рр.)
(за даними Комісарівської метеостанції)

Роки	Місяці						Середнє за рік
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2011	9,0	16,8	21,0	23,2	20,3	15,5	19,4
2012	13,5	19,8	22,1	25,1	22,3	16,8	21,2
2013	11,0	19,5	22,0	21,4	21,1	13,1	19,4
2014	10,0	18,2	19,1	23,1	22,5	16,0	19,8
2015	8,9	16,1	20,2	2,8	21,2	18,9	19,6
Багаторічна норма	9,1	15,4	19,2	21,3	20,4	14,7	18,2

Додаток Б.6

Середньомісячна і річна кількість опадів
в роки проведення польових досліджень, мм (2012–2015 рр.)
(за даними Комісарівської метеостанції)

Роки	Місяці						Сума за рік
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2011	43,8	37,4	100,6	106,4	26,1	10,6	281,1
2012	21,4	52,3	32,9	29,6	93,5	32,5	240,8
2013	13,8	61,6	38,1	47,3	28,8	74,2	250,0
2014	52,5	118,2	78,4	7,0	18,3	72,4	294,3
2015	128,2	49,5	143,5	38,1	67,3	3,6	302,0
Багаторічна норма	34,7	45,1	62,7	53,4	45,4	38,0	244,6

Додаток Б.7

Середньомісячна і річна відносна вологість повітря
в роки проведення польових досліджень, % (2012–2015 рр.)
(за даними Комісарівської метеостанції)

Роки	Місяці						Середнє за рік
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2011	62	64	67	73	69	65	68
2012	64	61	59	54	64	72	62
2013	63	64	65	69	66	80	69
2014	68	68	68	62	59	60	63
2015	70	68	72	69	62	60	66
Багаторічна норма	67	62	65	64	63	68	64

Додаток Б.8

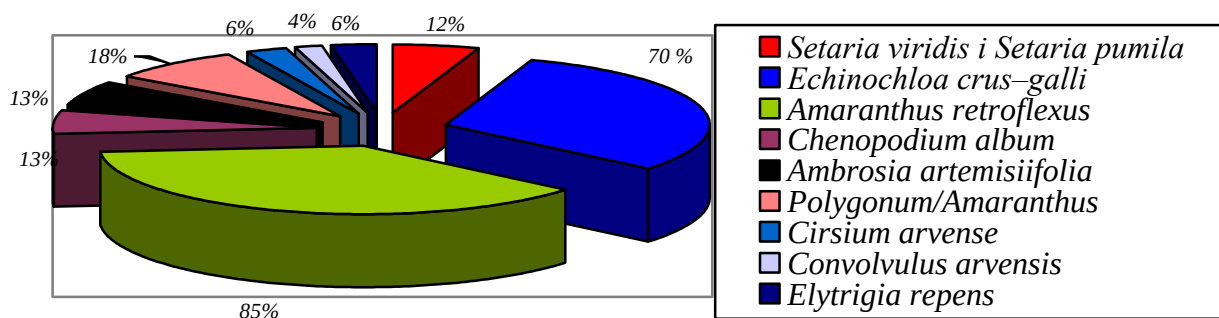
Умови зволоження вегетаційного періоду (ГТК за Селяніновим Г. Т.) в
роки проведення польових досліджень, 2012-2015 рр.

(Ерастівська дослідна станція)

Роки	Місяці						Середнє за рік
	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	
2011	-	0,72	1,60	1,48	0,41	0,23	0,89
2012	-	0,85	0,50	0,38	1,35	0,64	0,74
2013	-	1,02	0,58	0,71	0,44	1,89	0,93
2014	-	2,10	1,37	0,10	0,26	1,51	1,07
2015	-	0,99	2,37	0,56	1,02	0,06	1,00
Багаторічна норма		0,94	1,09	0,81	0,72	0,86	0,88

Додаток В. 1.1

Видовий склад гербокомплексу в посівах кукурудзи, (%)
середнє за 2016-2020 рр. (за Раункієром)



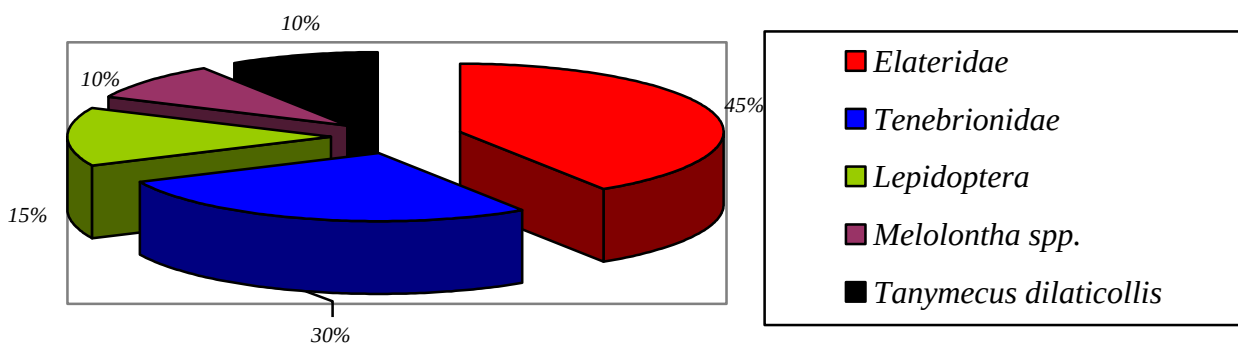
Додаток В.1.2

Видовий склад фітоценозу бур'янів в посівах кукурудзи
залежно від способу обробітку ґрунту в середньому за 2016-2020 рр., (%)

№	Види бур'янів	Способи обробітку ґрунту			
		полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
1	Мишій сизий	12	13	15	18
2	Плоскуха звичайна	70	63	61	74
3	Щириця звичайна	85	61	55	47
4	Щириця біла	6	14	16	18
5	Щириця жминдовидна	13	10	8	12
6	Лобода біла	13	14	19	24
7	Гірчак березковідний	18	22	24	22
8	Амброзія полинолиста	92	88	84	97
9	Сухоребрик Льозеля	1	5	8	15
10	Талабан польовий	2	9	16	23
11	Дескуренія Софії	2	7	11	18
12	Грицики	6	10	15	20
13	Осот рожевий	6	12	11	13
14	Осот жовтий	8	9	16	17
15	Берізка польова	4	9	16	21
16	Пирій повзучий	6	8	11	12
17	Види, що рідко зустрічаються	2	4	7	10

Додаток В.2.1

Видовий склад шкочочинних фітофагів в посівах кукурудзи
в середньому за 2016-2020 рр., (%)



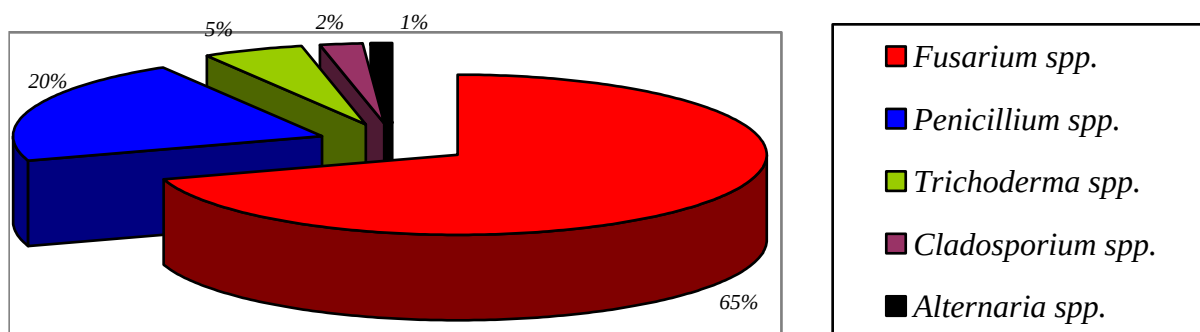
Додаток В.2.2

Видовий склад ґрунтових фітофагів в посівах кукурудзи
залежно від способу обробітку ґрунту в середньому за 2016-2020 рр., (%)

№	Види фітофагів кукурудзи	Способи обробітку ґрунту			
		полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
1	Дротяники (<i>Elateridae</i>)	12	15	19	24
2	Несправжні дротяники (<i>Tenebrionidae</i>)	8	10	13	17
3	Личинки хрущів (<i>Melolontha spp.</i>)	4	6	8	11
4	Підгризаючі совки (<i>Agrotis spp.</i>)	6	7	9	12
5	Кукурудзяний довгоносик (<i>Tanymericus dilaticollis</i>)	5	6	8	10
6	Хлібна жужелиця (<i>Zabrus tenebrioides</i>)	3	4	5	7
7	Личинки коваликів	7	9	12	16
8	Капустянка	2	3	4	6
9	Личинки пластинчастовусих жуків	3	4	6	8
10	Види, що рідко зустрічаються	2	2	3	5

Додаток В.3.1

Видовий склад ґрунтового фітопатогенного комплексу
в середньому за 2016-2020 рр., (%)



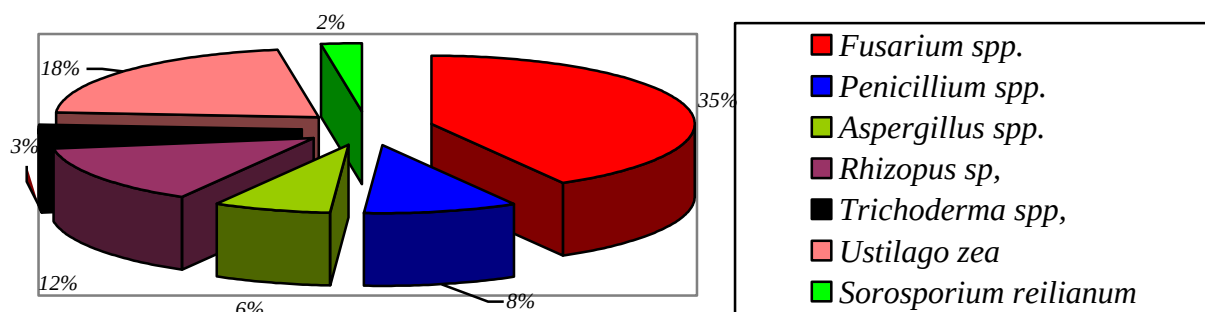
Додаток В.3.2

Видовий склад ґрунтового фітопатогенного комплексу
в посівах кукурудзи залежно від способу обробітку ґрунту
в середньому за 2016-2020 рр., (%)

№	Види фітопатогенів кукурудзи	Способи обробітку ґрунту			
		полицевий	чизельний	дисковий	нульовий
1	<i>Fusarium spp.</i>	24	27	31	36
2	<i>Penicillium spp.</i>	18	20	23	27
3	<i>Alternaria spp.</i>	12	14	16	19
4	<i>Rizoctonia spp.</i>	9	11	13	16
5	<i>Pithium spp.</i>	8	10	12	15
6	<i>Helminthosporium spp.</i>	14	16	19	23
7	<i>Bipolaris spp.</i>	11	13	15	18
8	<i>Aspergillus spp.</i>	7	9	11	14
9	<i>Cladosporium spp.</i>	6	8	10	12
10	<i>Mucor spp.</i>	5	6	8	10
11	<i>Nigrospora spp.</i>	4	5	7	8
12	Види, що зустрічаються рідко	3	4	5	7

Додаток В.4

Видовий склад збудників хвороб качанів кукурудзи
в середньому за 2016-2020 рр., (%)



Додаток Г

Формування шкодочинного комплексу кукурудзи на фоні рослинного
мульчованого шару в середньому за 2016–2020 рр., %

Способи обробітку грунту	Ураженість проростків хворобами		Пошкодженість						Ураженість качанів хворобами	
			проростків шкідниками		стебел кукурудзя– ним метеликом		качанів бавовниковою совкою			
	1*	2**	1	2	1	2	1	2	1	2
Полицевий, 25–27 см	34,4	40,7	19,0	25,6	3,1	4,0	24,6	27,9	9,5	13,9
Чизельний, 14–16 см	37,8	43,1	22,6	27,2	4,7	5,2	27,3	29,8	9,1	15,4
Дисковий, 10–12 см	41,0	47,9	24,0	37,8	5,4	6,3	30,2	33,1	11,2	17,8
Нульовий	40,6	50,5	23,0	36,5	5,3	6,6	33,0	37,3	11,1	18,2
НІР ₀₅ для обробітку	2,3– 2,5	2,2– 2,4	0,7– 0,9	1,1– 1,3	0,4– 0,6	1,0– 1,2	2,1– 2,6	1,4– 1,7	1,2– 1,5	1,1– 1,4

Примітка: * – без післяжнивних решток; ** – з післяжнивними рештками.

Додаток Д. 1

Інтенсивність ураження проростків кукурудзи ґрунтовими
фітопатогенами в середньому за 2016–2020 рр.,%

Спосіб обробітку ґрунту	Передпосівне протруювання насіння	Без внесення N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	З внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	21,5	17,4
	з протруюванням	12,3	10,1
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	26,9	20,2
	з протруюванням	16,7	13,3
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	31,2	24,6
	з протруюванням	22,4	19,7
Нульовий	без протруювання	32,8	27,8
	з протруюванням	25,0	23,1
НІР ₀₅ для протруювання		2,8–3,1	1,1–2,3
для обробітку		1,5–1,8	0,8–1,7

Додаток Д. 2

Ефективність агроприйомів проти ґрунтових фітопатогенів
(інтенсивність ураження) і шкочочинних фітофагів (2016–2020 рр.), %

Спосіб обробітку ґрунту	Протруювання Вітавакс 20ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350FS, 7 л/т	Внесення мінеральних добрих N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	Протруювання (Вітавакс 20ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350FS, 7 л/т) + внесення мінеральних добрих N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
ґрунтовий фітопатогенний комплекс			
Полицевий, 25–27 см	42,8	19,1	53,0
Чизельний, 14–16 см	37,9	21,9	50,6
Дисковий, 10–12 см	28,2	21,2	36,9
Нульовий	23,8	15,2	29,6
комплекс ґрунтових шкочочинних фітофагів			
Полицевий, 25–27 см	56,0	32,4	66,2
Чизельний, 14–16 см	52,7	14,6	61,1
Дисковий, 10–12 см	55,2	10,8	57,1
Нульовий	56,0	8,1	54,5

Додаток Є.1

Ріст міцелію збудників пліснявіння насіння кукурудзи
при культивуванні в чашках Петрі за температури 25 °С
(середовище агар–агар), 2021–2024 рр.

Варіант	Площа міцелію (мм ²) при експозиції								Темп росту міцелію, мм ² / добу
	3 доби		5 діб		7 діб		10 діб		
	мм ²	відносно контролю, %	мм ²	відносно контролю, %	мм ²	відносно контролю, %	мм ²	відносно контролю, %	
<i>F.verticillioides</i>	336,4	–	1136,2	–	3190,8	–	3298,0	–	329,8
<i>P.martensii</i>	182,0	–	552,8	–	986,4	–	1608,6	–	160,9
<i>T.harzianum</i>	962,0	–	6589,6	–	6589,6	–	6589,6	–	1317,9
<i>As.flavus</i>	448,2	–	1140,6	–	1808,2	–	29,78,0	–	297,8
<i>F. verticillioides</i> + <i>P.martensii</i>	262,8	78,1	1438,0	126,6	3451,0	108,2	3506,2	106,3	351,0
	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. verticillioides</i> + <i>T.harzianum</i>	402,8	119,7	758,6	67,3	1971,2	61,8	2624,8	79,5	262,5
	45,0	4,7	5850,4	88,8	4601,0	70,2	3952,2	60,0	395,4
<i>F. verticillioides</i> + <i>As.flavus</i>	305,0	90,3	662,8	58,4	1462,6	45,6	1534,—	46,5	153,5
	307,4	68,8	637,2	55,9	1725,2	95,8	1500,2	50,3	150,0
<i>P.martensii</i> + <i>T.harzianum</i>	289,0	159,0	264,0	48,1	1962,0	198,8	1962,0	122,0	196,2
	676,8	70,3	3288,6	50,0	4598,4	70,0	4598,2	69,8	459,8
<i>P.martensii</i> + <i>As.flavus</i>	57,4	31,5	43,0	7,9	30,8	3,1	32,4	2,0	3,2
	514,6	114,9	811,4	71,8	1539,0	89,5	1614,2	54,2	161,4
<i>T.harzianum</i> + <i>As.flavus</i>	75,8	7,9	5791,2	88,0	5730,4	87,1	5661,6	86,0	566,2
	680,0	151,8	777,6	68,4	806,4	45,2	880,0	29,9	88,0

Додаток Є.2

Ріст міцелію збудників пліснявіння насіння кукурудзи
при культивуванні в чашках Петрі за температури 15 °С
(середовище агар–агар), 2021–2024 рр.

Варіант	Площа міцелію при експозиції						Темп росту міцелію, мм ² /добу
	5 діб		7 діб		10 діб		
	мм ²	відносно контролю, %	мм ²	відносно контролю, %	мм ²	відносно контролю, %	
<i>F. verticillioides</i>	352,5	–	818,6	–	2134,8	–	213,5
<i>P. martensii</i>	29,4	–	129,8	–	752,6	–	75,3
<i>T. harzianum</i>	338,7	–	1021,4	–	2894,2	–	289,4
<i>As. flavus</i>	0,0	–	98,2	–	358,4	–	35,8
<i>F. verticillioides</i> + <i>P. martensii</i>	234,6	66,6	547,2	66,9	2040,1	95,6	204,0
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>F. verticillioides</i> + <i>T. harzianum</i>	261,4	74,1	891,6	108,9	2748,8	128,8	274,9
	29,0	8,8	99,2	9,8	302,4	10,6	30,2
<i>F. verticillioides</i> + <i>As. flavus</i>	304,1	86,3	907,5	110,8	1961,0	92,9	196,1
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>P. martensii</i> + <i>T. harzianum</i>	71,6	245,7	372,9	293,0	843,1	112,0	84,3
	283,1	84,3	859,6	84,9	3340,2	115,5	334,0
<i>P. martensii</i> + <i>As. flavus</i>	29,1	100,3	148,2	117,3	498,5	66,8	49,9
	0,0	0,0	0,0	0,0	26,1	7,3	2,6
<i>T. harzianum</i> + <i>As. flavus</i>	526,5	155,0	1128,4	111,8	4048,6	140,2	404,9
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Додаток Ж.1

Культуральні особливості видів роду *Fusarium*

Збудник	Культуральні ознаки колоній	Особливості морфології
<i>Fusarium verticillioides</i>	На качанах гриб утворює безкольоровий пухкий міцелій.	Макроконідії з 1–5 перегородками, 9–55 x 2–5 мкм. Мікроконідії овально–еліптичні, одно– або двоклітинні, 12–20 x 2,5–4,5 мкм.
<i>Fusarium oxysporum</i>	Гриб утворює світло–рожевий плівково–павутинистий міцелій.	Макроконідії веретено або серпоподібні з 3–5 перегородками. Розмір 25–40 x 3,5–5 мкм. Мікроконідії овально–циліндричні, 10 x 2,2 мкм.
<i>Fusarium sambucinum</i>	Міцелій гриба повітряний рожево–жовтого кольору.	Макроконідії зазвичай з 3–5 перегородками, 15–50 x 3,5–6 мкм. Мікроконідії відсутні.

Додаток Ж.2

Культуральні особливості видів роду *Penicillium*

Збудник	Культуральні ознаки колоній	Особливості морфології
<i>Penicillium martensii</i>	Колонії зернисті, радіально–складчаті. Конідієносна зона блакитно–зелена. Ростовий край 1–2 мм, білий. Нижня сторона колоній спочатку світлого кольору, потім оранжево–коричнева.	Конідієносці 300 x 3,5 мкм. Гілки 16 x 3,5 мкм. Метули по 4 в мутовці, 10 x 3 мкм. Фіаліди по 5 в мутовці, 8 x 2,5 мкм. Конідії еліптичні, 3 x 3,5 мкм.
<i>Penicillium cyclopium</i>	Колонії мілкозернисті, зональні. Конідієносна зона зелено–блакитного кольору. Ростовий край 1 мм вширшки. Нижня сторона колоній рожево–коричнева.	Конідієносці 400 x 3,5 мкм. Гілки 24 x 3,5 мкм. Метули по 4 в мутовці, 10 x 3 мкм. Фіаліди по 5 в мутовці, 12 x 2,5 мкм. Конідії широкоеліптичні, в діаметрі 3 x 2,6 мкм та округлі, 3,5 мкм.

Додаток Ж.3

Культуральні особливості видів роду *Aspergillus*

Збудник	Культуральні ознаки колоній	Особливості морфології
<i>Aspergillus flavus</i>	Конідієносна зона світло-жовтого кольору.	Конідієносці прямі, на верхівці кулясто здуті, на яких формуються двухярусні стерігми, 12–15 х 5 мкм, 6 х 3 мкм. Конідії кулясті, 7–8 мкм, зібрані в ланцюги.
<i>Aspergillus niger</i>	Гриб утворює пухкий міцелій. Конідієносна зона чорного кольору.	Стерігми, 20 х 7 мкм, 7 х 3 мкм. Конідії кулясті, 3 мкм, зібрані в ланцюги.

Додаток 3.1

Польова схожість насіння кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання* і внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	87,2	87,8
	з протруюванням	90,4	91,8
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	85,6	87,0
	з протруюванням	89,0	90,0
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	74,4	84,2
	з протруюванням	88,0	88,2
Нульовий	без протруювання	72,0	80,0
	з протруюванням	85,0	88,0
НІР ₀₅ , %: А – 1,1–2,2; В – 1,7–2,5; С – 0,9–3,1; АВ – 2,1–3,0; АС – 1,8–2,8; ВС – 1,5–2,6; АВС – 2,4–3,3.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток 3.2

Ураженість проростків кукурудзи фітопатогенними організмами*** залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	39,8	36,6
	з протруюванням	34,4	32,0
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	43,8	39,2
	з протруюванням	37,8	34,2
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	53,2	45,8
	з протруюванням	41,0	37,8
Нульовий	без протруювання	54,4	47,0
	з протруюванням	40,6	37,2
НІР ₀₅ , %: А – 2,0–2,3; В – 1,4–1,7; С – 1,4–1,7; АВ – 2,8–3,3; АС – 2,8–3,3; ВС – 2,0–2,3; АВС – 4,0–4,7.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅; *** – гриби з родів *Fusarium*, *Penicillium*, *Cladosporium*.

Додаток 3.3

Пошкодженість проростків кукурудзи ґрунтовими шкідниками*** залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., (%)

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	43,2	29,2
	з протруюванням	19,0	14,6
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	47,8	41,0
	з протруюванням	22,6	18,6
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	53,6	47,8
	з протруюванням	24,0	23,0
Нульовий	без протруювання	53,2	48,6
	з протруюванням	23,4	24,2
НІР ₀₅ , %: А – 2,0–2,3; В – 1,4–1,7; С – 1,4–1,7; АВ – 2,8–3,3; АС – 2,8–3,3; ВС – 2,0–2,3; АВС – 4,0–4,7.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅; *** – личинки коваликів, чорнишів, підгризаючі совки.

Додаток 3.4

Пошкодженість качанів кукурудзи бавовниковою совкою залежно від способу
основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і
внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	24,8	22,9
	з протруюванням	24,6	22,7
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	28,4	23,5
	з протруюванням	27,3	23,8
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	32,2	24,7
	з протруюванням	30,2	24,7
Нульовий	без протруювання	33,6	24,9
	з протруюванням	33,0	24,8
НІР ₀₅ , %: А – 1,2–1,8; В – 0,8–1,1; С – 0,5–0,9; АВ – 1,7–2,4; АС – 1,6–2,2; ВС – 1,2–1,6; АВС – 2,6–3,4.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток 3.5

Пошкодженість рослин кукурудзяним метеликом залежно від способів
основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і
внесення добрив** в середньому за 2016–2020рр., (%)

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	3,1	3,0
	з протруюванням	3,1	2,7
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	5,0	3,6
	з протруюванням	4,7	3,0
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	5,9	5,2
	з протруюванням	5,4	4,5
Нульовий	без протруювання	5,9	5,4
	з протруюванням	5,3	4,6
НІР ₀₅ , %: А – 1,1–1,4; В – 0,5–0,9; С – 0,3–0,5; АВ – 1,6–2,0; АС – 1,4–1,8; ВС – 0,8–1,2; АВС – 2,2–2,8.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток 3.6

Ураженість качанів кукурудзи хворобами*** залежно від способу обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., %

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	9,4	9,7
	з протруюванням	9,5	9,4
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	9,0	9,0
	з протруюванням	9,1	8,3
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	11,5	11,5
	з протруюванням	11,2	11,2
Нульовий	без протруювання	11,6	11,5
	з протруюванням	11,1	11,3
НІР ₀₅ , %: А – 0,5–0,8; В – 0,4–0,9; С – 0,2–0,5; АВ – 0,7–1,2 АС – 0,6–1,0; ВС – 0,4–0,8; АВС – 1,0–1,6.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅; *** – гриби з родів *Fusarium*, *Trichothecium*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*.

Додаток І.1

Лінійний приріст кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**

в середньому за 2016–2020 рр., см/добу

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	6,14	6,46
	з протруюванням	6,34	6,62
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	5,56	6,12
	з протруюванням	5,88	6,26
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	5,44	5,66
	з протруюванням	5,64	5,98
Нульовий	без протруювання	5,20	5,40
	з протруюванням	5,70	5,81
НІР ₀₅ , %: А – 0,07–0,27; В – 0,08–0,19; С – 0,07–0,09; АВ – 0,07–0,26 АС – 0,07–0,27; ВС – 0,07–0,19; АВС – 0,08–0,27.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток І.2

Висота рослин кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., (см)

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	218,0	228,0
	з протруюванням	222,8	230,6
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	214,6	225,2
	з протруюванням	218,2	226,4
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	212,2	217,6
	з протруюванням	214,2	222,2
Нульовий	без протруювання	212,0	216,0
	з протруюванням	213,8	220,2
НІР ₀₅ , %: А – 0,5–2,7; В – 0,7–1,5; С – 0,5–1,9; АВ – 0,9–2,8; АС – 0,8–2,6; ВС – 0,7–2,2; АВС – 1,2–3,4.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток І.3

Площа листової поверхні кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив** в середньому за 2016–2020 рр., м²/рослину

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	0,566	0,617
	з протруюванням	0,579	0,641
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	0,548	0,594
	з протруюванням	0,554	0,624
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	0,520	0,568
	з протруюванням	0,527	0,580
Нульовий	без протруювання	0,518	0,563
	з протруюванням	0,524	0,573
НІР ₀₅ , %: А – 0,004–0,056; В – 0,007–0,014; С – 0,005–0,053; АВ – 0,003–0,070; АС – 0,002–0,108; ВС – 0,008–0,067; АВС – 0,001–0,123.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток І.4

Густота стеблостою кукурудзи залежно від способу основного обробітку
грунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**

в середньому за 2016–2020рр., тис рослин/га

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	51,5	52,4
	з протруюванням	52,9	54,7
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	50,9	51,1
	з протруюванням	52,6	53,5
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	50,2	50,4
	з протруюванням	52,1	53,3
Нульовий	без протруювання	49,4	49,3
	з протруюванням	51,7	51,1
НІР ₀₅ , %: А – 0,3–0,6; В – 0,5–1,5; С – 0,6–1,5; АВ – 0,3–2,7; АС – 0,2–1,2; ВС – 0,6–2,3; АВС – 0,1–5,3.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круізер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток І.5

Маса тисячі зерен кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту, передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**

в середньому за 2016–2020 рр., г

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	261,4	263,8
	з протруюванням	264,2	265,8
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	249,7	251,2
	з протруюванням	252,2	254,3
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	238,6	241,0
	з протруюванням	244,4	243,8
Нульовий	без протруювання	234,7	236,9
	з протруюванням	237,6	235,1
НІР ₀₅ , %: А – 1,9–4,6; В – 0,6–2,8; С – 0,7–2,1; АВ – 0,6–2,9; АС – 0,2–2,8; ВС – 0,2–3,7; АВС – 0,4–5,4.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток К
Урожайність кукурудзи залежно від способу основного обробітку ґрунту,
передпосівного протруювання насіння* і внесення добрив**
в середньому за 2016–2020рр., т/га

Спосіб обробітку ґрунту (фактор А)	Передпосівне протруювання насіння (фактор В)	Фон живлення (фактор С)	
		без внесення добрив	з внесенням N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅
Полицевий, 25–27 см	без протруювання	5,17	6,16
	з протруюванням	5,27	6,30
Чизельний, 14–16 см	без протруювання	4,81	5,33
	з протруюванням	4,93	5,43
Дисковий, 10–12 см	без протруювання	4,66	5,19
	з протруюванням	4,85	5,28
Нульовий	без протруювання	4,61	5,14
	з протруюванням	4,74	5,24
НІР ₀₅ , %: А – 0,03–0,10; В – 0,03–0,18; С – 0,04–0,10; АВ – 0,04–0,29; АС – 0,02–0,25; ВС – 0,02–0,33; АВС – 0,03–0,46.			

Примітка: * – передпосівне протруювання насіння кукурудзи баковою сумішшю Вітавакс 200 ФФ, 2,5 л/т + Круїзер 350 FS, 7 л/т; ** – внесення добрив N₄₅P₄₅K₄₅.

Додаток Л

Характеристика досліджуваних сортів і гібридів сільськогосподарських культур

ГІБРИД КУКУРУДЗИ ДН ВЕЛЕС

Оригіатор: Державна установа Інститут зернових культур НААН України

Простий модифікований середньоранній гібрид (ФАО 270).

Занесений до Реєстру сортів з 2016 р.

Напрямок використання – зерно, силос.

Рослина високоросла 230-240 см, у вологі та прохолодні роки проявляється слабке куціння. Качан кріпиться на висоті 85-95 см.

Качан довжиною 22-23 см, циліндричної форми, число рядів зерен 16, стрижень червоний. Дуже добре озернена верхівка качана. Вихід зерна 81-82%.

Зерно жовто-помаранчеве, зубоподібне, довгастої форми з добре вираженим мучнистим прошарком та ямкою у верхівці зернівки Маса 1000 зерен 280-300 г.

Гібрид відрізняється добре розвиненим листовим апаратом та ремонтантністю рослин, що зумовлює універсальність його використання на зерно і силос, особливо для зони Степу. Ремонтантність рослин особливо помітна в посушливі періоди, і призводить до дещо підвищеної вологості зерна при збиранні на 2-3%. Гібрид характеризується високою середньою холодостійкістю та високою посухостійкістю. Має повільний стартовий розвиток, але посіви добре вирівняні. Стійкість до враження пухирчастою сажкою, до стеблового та вегетативного вилягання добра.

Зона вирощування – Степ, Лісостеп, Полісся.

Рекомендована передзбиральна густина рослин в зоні Степу 50, Лісостепу 80, Полісся 80-90 тис. шт./га.

За даними екологічного випробування у 2013 р. середня урожайність зерна в 12 пунктах різних областей України склала 9,13 т/га при збиральній вологості зерна 24,1%, а в 2014 р. в тих же пунктах – 8,19 т/га при середній вологості зерна 20,3%. Для порівняння, середня урожайність стандарту гібрида Солонянський 298 СВ складала 8,72 та 7,23 т/га при збиральній вологості зерна 23,0 та 18,1% відповідно за роками.

Максимальна врожайність зерна 12,82 т/га, отримана у 2013 р. на дослідних ділянках Інституту землеробства НААН (м. Чабани).

Особливості насінництва. Насіння першого покоління на ділянках гібридизації вирощують на стерильній основі за схемою повного відновлення Батьківські компоненти висіваються одночасно, рекомендована схема посіву 6:2, 4:2.

Додаток М.1

Формування фітопатогенного складу насіння кукурудзи в період дозрівання та зберігання на току, % (2021–2024 рр.).

□ здорове насіння

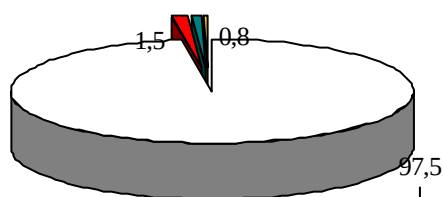
■ *Fusarium*

■ *Penicillium*

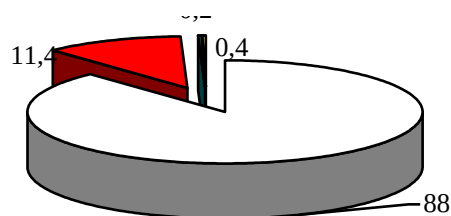
■ *Aspergillus*

■ *Trichoderma*

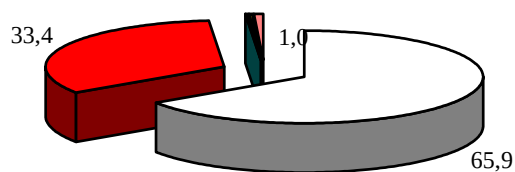
■ іншими



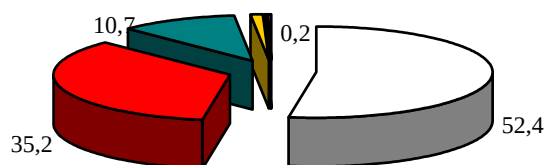
Молочна стиглість



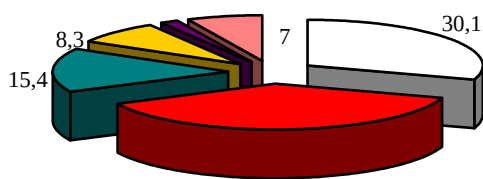
Молочно–воскова стиглість



Воскова стиглість



Повна стиглість



Зберігання на току

Додаток М.2

Формування фітопатогенного складу насіння кукурудзи в період зберігання, %
(2021–2024 рр.).

□ здорове насіння

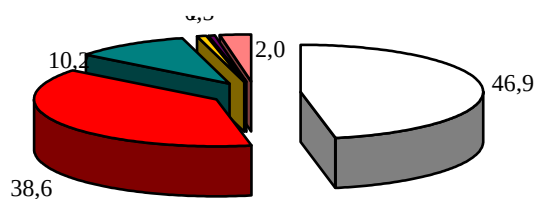
■ *Fusarium*

■ *Penicillium*

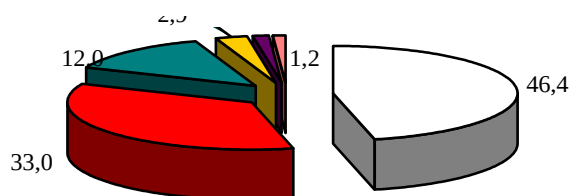
■ *Aspergillus*

■ *Trichoderma*

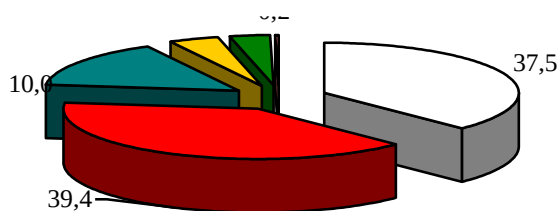
■ іншими



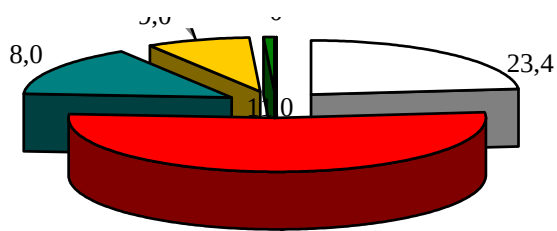
Закладання на зберігання



Через 3 місяці зберігання



Через 6 місяців зберігання



Через 12 місяців зберігання

Додаток Н

Система захисту посівів кукурудзи від шкідників та хвороб

Науково– практичні рекомендації

Лабораторія захисту рослин

ДУ Інститут зернових культур НААН України

Строк проведення заходу	Хвороби, шкідники	Зміст заходу, умови прийняття рішення	Хімічні і біологічні засоби	
			препарати	норма витрати (л,кг/т, л/га)
1	2	3	4	5
Допо–сівний період	Дротяники, несправжні дротяники, підгризаючі совки	Запобігання повторних посівів кукурудзи. Уникнення висіву протягом 3–х років по пласту багаторічних трав.		
		Проведення ґрунтових розкопок. Не сіяти кукурудзу на площах, де виявлено на кв. м понад 10 дротяників і несправжніх дротяників		
	Пліснявіння, кореневі і стеблові гнилі, летюча сажка та насіннева інфекція пухирчастої сажки	Інкустування насіння з введенням у розчин одного з протруйників та мікроелементів – розчинних комплексонатів, 3 л/т або солей цинку, марганцю по 0,5–0,6 кг/т, регулятора росту емістиму С, 20 мл/т, ендofіту L1, 3–5 мл/т або зеастимуліну, 15 мл/т	Вітавакс 200 ФФ, ВСК Гранівіт, ТН Максим XL 025 FS, пу або Максим XL 035 FS, ТН	2,5–3 2,5–3 1,0
	Дротяники та інші шкідники сходів	Протруювання насіння за чисельності на кв. м понад 3 дротяників та інших ґрунтових шкідників (можна суміщати з інкрустацією насіння проти хвороб)	Команч WG, ВГ Космос 500, ТН Круїзер 350 FS, ТН Нупрід 600, ТН Семафор 20 ST, ТН	28 6,5 6–9 5–9 2–2,5
Посів–ний і після–посівний періоди	Комплекс шкідників і хвороб	Оптимальні строки, норми та глибина висіву, знищення ґрунтової кірки в період сходів, міжрядні культивації		
		Ліквідація бур'янів – резерваторів хвороб і шкідників, дотримання зональної технології застосування гербіцидів		
Вики–дання волоті – форму–	Кукурудзяний метелик, бавовникова совка	Випуск трихограми на початку і вдруге – в період масового відкладання яєць кукурудзяним метеликом	Вогнівочна, совочна форма трихограми	50–100 тис. самиць/ га

вання зерна	Кукурудзяний метелик, бавовникова совка, італійський прус	Обприскування посівів інсектицидом за наявності понад 18% рослин з яйцекладками кукурудзяного метелика або 6–8% рослин з гусеницями кукурудзяного метелика чи бавовникової совки I і II віків, 2–3 личинок/м ² першого віку італійського пруса	Децис f-люкс ЕС, КЕ Дімілін 480, ЛС КАЙЗО, ВГ Карате050 ЕС, КЕ Рубін, КЕ	0,4–0,7 0,09 0,2–0,3 0,3 0,2
	Західний кукурудзяний жук (діабротика)	Обприскування посівів при виявленні личинок та жуків	Карате Зеон 050 CS, СК.	0,3
Збирання врожаю і післязбиральний період	Кукурудзяний метелик	Низький зріз стебел (не вище 10 см)		
	Фузаріоз, нігроспорові і інші хвороби качанів	Стислі строки збирання, сушіння, уникнення механічного травмування зерна		
	Комплекс хвороб та шкідників	Подрібнення і заорювання післяжнивних решток		

Додаток О.1

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Директор ДП ДГ «Дніпро»
 ІЗК НААН України
 Ігор КОСТИРЯ

«5» листопада 2025р.

АКТ

впровадження науково-технічних розробок за темою докторської дисертації:
 «Наукове обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для
 підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Північного Степу України»

1. Найменування господарства – Державне підприємство Дослідне господарство «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України
2. Найменування НДР – Вплив мінімізації основного обробітку ґрунту та комплексу агротехнологічних заходів контролювання фіто-ентомологічної ситуації на фоні мульчі та вологозбереження при вирощуванні кукурудзи
3. Автор завершеної НДР - Деревенець-Шевченко Катерина Анатоліївна, кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник ДУ Інститут зернових культур НААН України
4. Впровадження проводили в Державному підприємстві Дослідне господарстві «Дніпро» Інституту зернових культур НААН України в 2023-2025 рр.
5. Відповідальний за впровадження – Деревенець-Шевченко Катерина Анатоліївна; директор ДП ДГ «Дніпро» ІЗК НААН України Костиря Ігор Васильович
6. Умови, об'єм впровадження – виробничий експеримент і перевірку перевірку технологічної розробки проводили виходячи з кращих показників, одержаних в польових дослідях на основі використання гібриду кукурудзи Кияхи Ф1 (ФАО 190), застосування технологічного мульчувального шару пшениці озимої та адаптивного контролю фіто-ентомологічної ситуації при нормативах екологічної безпеки в агроценозі на площі 11,2 га.
7. Оцінка результатів впровадження – технологія вирощування кукурудзи на зерно забезпечила підвищення показників врожайності на 0,64 т/га та додаткового прибутку на всю площу 17,7 тис. грн.

Відповідальний за перевірку:

кандидат біологічних наук,
 провідний науковий співробітник

Катерина ДЕРЕВЕНЕЦЬ-ШЕВЧЕНКО

Директор ДП ДГ «Дніпро»
 ІЗК НААН України

Ігор КОСТИРЯ



Додаток О.2

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Дніпровської дослідної станції
Інституту овочівництва і баштанництва
НААН України, кандидат с.-г. наук,
старший науковий співробітник
Володимир ЗАВЕРТАЛЮК



26 жовтня 2025 р.

АКТ

впровадження науково-технічних розробок за темою докторської дисертації:
«Наукове обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для
підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Північного Степу України»

1. Найменування господарства – Дніпровська дослідна станція Інституту овочівництва і баштанництва НААН України
2. Найменування розробки, що впроваджується – Вплив комплексу агротехнологічних та захисних заходів для підвищення зернової продуктивності кукурудзи та вирішення завдання досягнення високої екологічної збалансованості існуючих ресурсів землекористування
3. Автор завершеної розробки - Деревенець-Шевченко Катерина Анатоліївна, кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник ДУ Інститут зернових культур НААН України
4. Впровадження проводили в умовах Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України в 2023-2025 рр.
5. Відповідальний за впровадження - Деревенець-Шевченко Катерина Анатоліївна, директор Дніпровської дослідної станції Інституту овочівництва і баштанництва НААН України Заверталоук Володимир Філімонович
6. Умови, об'єкт впровадження - Виробничий експеримент і перевірку практичної значущості розробки проводили на прикладі випробування глибокого чизельного обробітку та системи контролювання фіто-ентомопатогенної ситуації шляхом використання передпосівного протруєння насіння гібрида ДН Хортиця (ФАО 240) фунгіцидними і інсектицидними протруювачами на площі 9,6 га.
7. Оцінка результатів впровадження – Технологія вирощування кукурудзи на зерно забезпечила підвищення показників врожайності на 0,46 т/га та додаткового прибутку 16,5 тис. грн.

Відповідальний за перевірку:
провідний науковий співробітник,
кандидат біологічних наук

Катерина ДЕРЕВЕНЕЦЬ-ШЕВЧЕНКО

Директор Дніпровської
дослідної станції Інституту
овочівництва і баштанництва
НААН України



Володимир ЗАВЕРТАЛЮК

Додаток О.3

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової та інноваційної діяльності
Дніпровського державного аграрно-економічного
університету, доктор сільськогосподарських наук,
професор

Юрій ТКАЛІЧ

«20» _____ 2025р.



АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

завершених наукових розробок за темою докторської дисертації:
«Наукове обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для
підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Північного Степу України»
кандидата біологічних наук, провідного наукового співробітника
лабораторії захисту рослин Державної установи Інститут
зернових культур НААН України
Деревенець-Шевченко Катерини Анатоліївни

Основні положення наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Деревенець-Шевченко Катерини Анатоліївни впроваджені в науковий процес при викладанні навчальних дисциплін «Рослинництво», «Землеробство», «Гербологія», «No-till та сучасні системи землеробства» для здобувачів вищої освіти агрономічного факультету Дніпровського державного аграрно-економічного університету Міністерства освіти і науки України.

Впровадження наукових розробок Деревенець-Шевченко Катерини Анатоліївни підтвердило можливість використання завершених розробок у навчальному процесі вищих навчальних закладів IV рівня акредитації.

Завідувач кафедри рослинництва,
д.с.-г.н., професор

Олександр ІЦИЛЮРИК

Завідувач кафедри загального
землеробства та ґрунтознавства,
к.с.-г.н., доцент

Олександр МИЦІК

Декан
агрономічного факультету,
к.с.-г.н., доцент

Олександр ГЖБОЛДІН

Додаток О.4



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ
З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА
ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

ГОЛОВНЕ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖПРОДСПОЖИВСЛУЖБИ
В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

вул. Філософська, 39-А, м. Дніпро, 49006, тел.: (068) 565-46-36
E-mail: info@dp.dpss.gov.ua, сайт: https://www.dp.dpss.gov.ua,
код згідно з ЄДРПОУ 40359593

від 5 лист 2025 р. № 1677

На № _____ від _____ 20__ р.

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

завершених наукових розробок за темою докторської дисертації
«Наукове обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для підвищення
продуктивності кукурудзи в умовах Північного Степу України»
К. А. Деревенець-Шевченко

Завершені наукові дослідження за темою дисертаційної роботи, які провела кандидат біологічних наук, провідний науковий співробітник лабораторії захисту рослин ДУ Інститут зернових культур НААН України, Деревенець-Шевченко Катерина Анатоліївна рекомендовані для впровадження в господарствах різних форм власності та спеціалізації сільськогосподарського виробництва Дніпропетровської області.

Впровадження у виробництво науково-практичних рекомендацій впродовж останніх трьох років (2023-2025 рр.) Деревенець-Шевченко К. А. дозволило досягти фіто- ентомопатологічного балансу у зниженні ризиків втрат врожаю зерна, впровадити ґрунтозахисні способи обробітку та зберегти родючість ґрунтів, підвищити технічну ефективність гербіцидів у агробіосистемах до 94% та одержання додатково 140 тис. т зерна кукурудзи високої екологічної якості. Позитивні наслідки впровадження розробленого комплексу технологічних заходів проявилось в соціальній сфері та захисту екологічнозбалансованого середовища для підвищення родючості ґрунтів.

Акт впровадження підготовлений для надання в спеціалізовану вчену раду Д 08.353.01 Державної установи Інститут зернових культур НААН України, де відбудеться захист дисертаційної роботи Деревенець-Шевченко К.А. на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук.

Заступник начальника
Головного управління

Василь ПРИХОДЬКО



УВ
Головне управління Держпродспоживслужби в
Дніпропетровській області
№Вітх-5.2/20020 від 11.11.2025
КЕПІ: Приходько В. І. 11.11.2025 09:13
3FAA9288358EC00304000000B7472F006686D300
Сертифікат дійсний з 16.04.2024 00:00 до 15.04.2026 23:59

Додаток О.5



ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ

вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро, 49006, тел. 770-87-42, факс (056) 770-68-00
 e-mail: osvita@adm.dp.gov.ua, <http://www.osvita-dnipro.com>, Код ЄДРПОУ 25927519

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ

результатів докторської дисертації

кандидата біологічних наук, провідного наукового співробітника

лабораторії захисту рослин Державної установи

Інститут зернових культур НААН України

Дереженець-Шевченко Катерини Анатоліївни

на тему: «Наукове обґрунтування комплексу агротехнологічних заходів для
 підвищення продуктивності кукурудзи в умовах Північного Степу України»

Науково-методичні розробки автора з питань оптимізації параметрів функціонування агробіотичних систем у рослинництві і землеробстві на основі технологічного управління біотичними та абіотичними складовими життєзабезпечення кукурудзи та стійкого посилення елементів ресурсного забезпечення і підтримання високого рівня зернової продуктивності на основі моделювання оптимальних екологічно-безпечних фіто- ентомопатогенних комплексів широко використовується в навчальній діяльності закладів вищої та професійної (професійно-технічної) освіти Дніпропетровської області. Мають пріоритети практично у всіх галузях землекористування.

Авторка була переможцем конкурсу на грант обласної державної адміністрації «Молоді вчені – Дніпропетровщині», що відповідає темі докторської дисертації та стратегічним завданням розвитку європейської програми «зеленого» курсу і регіональному та масштабному розвитку аграрного сектору України.

Виконуюча обов'язки
 директора департаменту



Валерія БОРИСОВА