

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.02 – МР 18 «С» 2024.01.08.073 ПЗ

КИРИЛЮКА РОСТИСЛАВА ВАСИЛЬВИЧА

2024 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

УДК 633.15:631.51(477.46)

ПОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

_____ В.П. Коваленко

« _____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

землеробства та гербології

_____ С.П. Танчик

« _____ » _____ 2024

р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Наукове обґрунтування та оцінка заходів обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно в умовах ТОВ «Альфа-Агро КВГ» Черкаської області»

Спеціальність

201 Агрономія

Освітня програма

Агрономія

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Гарант освітньої програми

д. с.-г. н., професор

С.М. Каленська

підпис

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

доцент, канд. с.-г. наук

В.М. Рожко

підпис

Виконав

Р.В. Кирилюк

підпис

КИЇВ – 2024

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І

ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

землеробства та гербології

доктор с.-г. наук, професор _____ **С.П. Танчик**

« _____ » _____ 2023 р

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

КИРИЛЮКУ РОСТИСЛАВУ ВАСИЛЬОВИЧУ

Спеціальність	201 «Агрономія»
Освітня програма	Агрономія
Магістерська програма	Сучасні системи землеробства
Орієнтація освітньої програми	освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи : «Наукове обґрунтування та оцінка заходів обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно в умовах ТОВ «Альфа-Агро КВГ» Черкаської області», затверджена наказом ректора НУБіП України від 8 січня 2024 р №18.

Термін подання завершеної роботи на кафедру 25 жовтня 2024 р.

Вихідні дані до магістерської роботи – ґрунти у господарстві характеризується чорноземом типовим малогумусним вилугованим з вмістом гумусу 4,4, рН – 6,5, з середніми показниками фосфору, калію та азоту. У господарстві існує польова сівозміна, де кукурудза розміщується після кукурудзи, пшениці озимої та соняшнику. Заходами основного обробітку ґрунту в цих полях є оранка на 20-22 см, безполицевий глибокий обробіток на 25-30 см та варіант без обробітку.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз запасів доступної вилоги в ґрунті до глибини 0-30 см та до 1м на період посіву, у фазу цвітіння та перед збиранням кукурудзи ;
2. Моніторинг стану актуальної забур'яненість полів у фазі сходів, перед збиранням вражаю кількісним методом;
3. Визначення видового складу бур'янів;
4. Вивчення щільності ґрунту;
5. Здійснити облік урожайності культури;
6. Визначити економічну ефективність заходів обробітку ґрунту за різних попередників.

Перелік графічного матеріалу: кліматограми температури та вологості повітря у період виконання магістерської роботи, діаграми видового складу бур'янів.

Дата видачі завдання 15 вересня 2023 р.

Керівник магістерської роботи _____

В.М. Рожко

Завдання прийняв до виконання _____

Р.В. Кирилюк

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на 54 сторінках комп'ютерного тексту. Вона містить 4 основних розділи, висновки та пропозиції для виробництва. У роботі містяться 3 таблиці, 6 рисунків та 9 діаграм. Список використаної наукової літератури включає 59 найменувань.

Тема магістерської роботи: «Наукове обґрунтування та оцінка заходів обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно у ТОВ “Альфа-Агро” КВГ Черкаської області».

Перший розділ присвячений огляду наукової літератури з теми.

Другий розділ присвячений характеристиці місця ТОВ “Альфа-Агро” КВГ та умов проведення дослідження, ґрунтовим, кліматичним та погодним умовам з оцінкою відповідності їх вимогам основних сільськогосподарських культур.

Третій розділ присвячений результатам дослідження .

Четвертий розділ містить дані з обчислення економічної ефективності заходів.

Об'єкт досліджень – ґрунт в агрофітоценозі кукурудзи на зерно, заходи основного обробітку ґрунту в ТОВ “Альфа-Агро” КВГ .

Предмет досліджень – вплив різних заходів основного обробітку ґрунту на агрофізичні показники його родючості, ступінь забур'яненості посівів, урожайність та економічну ефективність досліджуваної культури.

Мета досліджень – встановити оптимальну систему обробітку ґрунту для вирощування кукурудзи на зерно з високою і сталою урожайністю в умовах ТОВ “Альфа-Агро” КВГ Черкаської області.

Публікації: Рожко В.М., Матісько В.М., Коваленко Є.Г., Кирилюк Р.В. No-till як засіб зниження прояву ерозії ґрунту за зміни кліматичних умов.// В.М. Рожко, В.М. Матісько, Є.Г. Коваленко, Р.І. Кирилюк.- Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції «Кліматичні зміни та сільське

господарство. Виклики для аграрної науки та освіти» 15 березня 2023 р.,
Науково-методичний центр ВФПО. – Київ, 2023. – С. 50-53 .

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КУКУРУДЗА НА ЗЕРНО, ЗАХОДИ ОБРОБІТКУ
ГРУНТУ, ПОПЕРЕДНИКИ, АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ,
УРОЖАЙ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, ГІБРИДИ.

ЗМІСТ

КАРТКА МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ.....	1
ТУЛЬНИЙ АРКУШ.....	2
РЕФЕРАТ.....	3
ЗМІСТ.....	5
ЗАВДАННЯ.....	7
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	11
РОЗДІЛ 2 УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ.....	21
2.1 Ґрунтові умови	21
2.2 Кліматичні та погодні умови господарства.....	24
2.3 Програма та методика дослідження.....	25
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	29
3.1 Вплив факторів дослідження на твердість ґрунту	29
3.2 Визначення доступної вологи ґрунту	31
3.3 Забур'яненість посівів	34
3.4 Густина стояння рослин кукурудзи залежно від досліджуваних факторів	38
3.5 Вплив обробітку ґрунту та попередників на урожайність кукурудзи	41
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСЛІДУ	44

ВИСНОВКИ	46
ПРОПОЗИЦІЇ	
ВИРОБНИЦТВУ	48
СПИСОК	ВИКОРИСТАНИХ
ДЖЕРЕЛ.....	49

ВСТУП

Кукурудза - одна з найстаріших сільськогосподарських культур. Це рослина з найбільш продуктивних злакових культур універсального використання, яку вирощують для харчових, кормових і технічних потреб. У світі близько 20% зерна кукурудзи використовується для харчування, 15-25% — для технічних цілей, а 55- 60% — для годівлі тварин.

Головними виробниками кукурудзи є США, Китай, Бразилія та Україна. Завдяки селекційним досягненням, кукурудза стала можливою для вирощування в різних кліматичних умовах, включаючи північні регіони Європи. Незважаючи на свої теплолюбні біологічні особливості, вона залишається в значному попиті.

Завдяки впровадженню інноваційних технологій у вирощуванні та обробці кукурудзи в Україні досягається стабільне зростання виробництва зерна високої якості. Ці технології дозволяють мінімізувати втрати врожаю через шкідників, хвороби та несприятливі погодні умови, а також забезпечують збереження довкілля та ефективне використання ресурсів у сільському господарстві.

Кукурудза є однією з найбільш продуктивних зернових культур у світі. Завдяки сучасним технологіям, врожайність кукурудзи досягає вражаючих показників – до 10 тонн з гектара. Це значно перевищує врожайність пшениці

та рису, що робить кукурудзу незамінною культурою для забезпечення продовольчої та кормової безпеки.

Кукурудза, як попередник для зернових культур, має перевагу в тому, що майже не має спільних зі своїми попередниками шкідників та хвороб. Крім того, після її вирощування можна успішно сіяти різні просапні культури, а також продовжувати вирощування кукурудзи кілька років поспіль. Щодо обробітку ґрунту, кукурудза забезпечує широкі можливості для впровадження різних методів обробки на різну глибину в залежності від стану ґрунту та природних умов регіону.

Виробники кукурудзи постійно шукають оптимальні сорти, аби максимізувати врожайність та прибуток. Вибір між гібридами та популяціями рослин є ключовим рішенням, яке впливає на кінцеві результати виробництва. Зважаючи на зростаючий попит на продукти харчування, паливо та корм, ефективне вирощування кукурудзи стає все більш важливим як в Україні, так і на світовому ринку.

Кукурудза відіграє ключову роль у забезпеченні глобальної продовольчої та енергетичної безпеки. Оптимізація її виробництва вимагає застосування сучасних технологій, включаючи підбір високопродуктивних гібридів, оптимальної густоти посіву та правильної обробітку ґрунту. Зважаючи на значні зміни в світовому сільському господарстві, ефективне вирощування кукурудзи стає все більш актуальним завданням.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ З ТЕМИ

Кукурудза є однією з найбільш продуктивних злакових культур універсального призначення, що вирощується для харчових, кормових і технічних потреб. У світі близько 20% зерна кукурудзи використовується для продовольства, 15-20% — для технічних цілей, а 60-65% — для годівлі тварин. В Європейському Союзі ці показники складають 20% для продовольчих потреб, 18% для технічних і 72% для корму худобі [12, 5].

Кукурудза є досить вимогливою культурою, яка потребує достатньої кількості вологи, тепла, світла та поживних речовин. Оскільки вегетаційний період різних гібридів кукурудзи відрізняється, то й вимоги до умов вирощування у них також різні.

Для отримання максимального врожаю необхідно враховувати як особливості конкретного гібриду, так і кліматичні та ґрунтові умови регіону. Сьогодні кукурудза є однією з найпродуктивніших зернових культур, тому її широко використовують у сівозмінах [7, 49].

Серед найбільш поширених попередників кукурудзи цукрові буряки найбільше висушують кореневмісний шар ґрунту, що призводить до зменшення запасів ґрунтової вологи на час сівби кукурудзи. Наприклад, у стаціонарному досліді Драбівської дослідної станції запаси доступної вологи в півтораметровому шарі ґрунту на момент сівби кукурудзи після пшениці озимої, гороху, кукурудзи на силос і кукурудзи на зерно становили відповідно 215, 215, 222 і 219 мм, тоді як після цукрових буряків цей показник знизився до 205 мм. Крім того, дані свідчать про те, що повторні посіви кукурудзи забезпечують кращі умови вологозабезпечення. Це підтверджують дослідження Уманського державного аграрного університету, згідно з якими запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см при повторному вирощуванні кукурудзи за 10 років були в середньому на 14 мм більшими, ніж у випадку вирощування після одного з найкращих попередників — пшениці озимої [26, 15,34].

Дані кафедри загального землеробства Уманського ДАУ свідчать про значне зниження урожайності кукурудзи в повторних посівах. Різниця в урожайності кукурудзи, яка вирощувалася після гороху, ячменю та цукрових буряків, протягом трьох років досліджень становила лише 0,08–0,39 т/га. У той же час, в повторних посівах урожайність кукурудзи знижувалася на 0,53–0,92 т/га в порівнянні з цими попередниками.

Попередники також суттєво впливають на забур'яненість посівів. Дослідження Інституту зернового господарства НААН показали, що в посівах кукурудзи після пшениці озимої та буряків цукрових середньо за 10 років на 1 м² було відповідно 10 і 15 бур'янів. Після кукурудзи їх чисельність зросла до 43 бур'янів на м², що означає утричі-четверо більше [7,13, 48].

Повторні посіви кукурудзи призводять до накопичення збудників хвороб і шкідників у ґрунті. Дослідження показали, що при повторному вирощуванні кукурудзи на одній ділянці значно збільшується ураженість рослин пухирчастою сажкою та кукурудзяним метеликом. Так, якщо після буряків цукрові ураженість рослин пухирчастою сажкою становила 2,15%, то при повторному посіві цей показник зростав до 4,78%, а на третій рік – до 6,12%.

Вибір попередника для кукурудзи безпосередньо залежить від кількості опадів. В районах з достатнім зволоженням кукурудза добре росте після буряків, пшениці, картоплі та навіть при повторному вирощуванні на тому ж полі. Однак, в посушливих регіонах найкращими попередниками є пшениця або кукурудза, оскільки вони менше виснажують запаси вологи в ґрунті [43,8].

У районах з достатнім зволоженням Лісостепу кукурудзу на зерно та силос можна висаджувати після пшениці озимої, картоплі, цукрових буряків, а також повторно після кукурудзи на зерно. Якщо вирощувати кукурудзу повторно, важливо дотримуватися високих агрономічних стандартів і особливо ретельно проводити заходи боротьби зі шкідниками та хворобами,

зокрема з кукурудзяним метеликом і сажкою. Насичення сівозміни кукурудзою на зерно не має значного впливу на її врожайність.

У районах з нестійким зволоженням цукрові буряки суттєво висушують ґрунт, тому не рекомендується висаджувати кукурудзу на зерно та інші вологолюбні культури після них. В посушливі роки продуктивність таких культур значно знижується [32, 37].

Дослідження Інституту кормів УААН, проведені в 1987-1993 роках, вивчали вплив попередників на урожайність кукурудзи на зерно. Згідно з результатами сумішки багаторічних трав, використані протягом двох і трьох років, однаково впливають на формування врожаю. Врожайність зерна кукурудзи була ідентичною як на неудобреному фоні (6,1 т/га), так і при внесенні добрив $N_{60}P_{80}K_{180}$ (7,5 і 7,3 т/га) [18, 51].

Дослідження показали, що збільшення частки кукурудзи у сівозмінах до 30% не впливає негативно на врожайність у західних регіонах України, де вологість ґрунту є достатньою. Однак, у східних регіонах, де клімат посушливіший, таке збільшення частки кукурудзи призводить до зниження врожайності. Це пов'язано з тим, що кукурудза є більш вимогливою до вологи культурою, ніж, наприклад, озима пшениця або ячмінь.

У правобережних і західних лівобережних районах з нестійким і достатнім зволоженням насичення типової десятипільної зерно-просапної сівозміни кукурудзою на зерно до 30% практично не впливає на її урожай.

На сході ж збільшення частки кукурудзи на зерно в десятипільних сівозмінах з 10 до 30% за рахунок озимої пшениці, ячменю та гороху вже призводить до помітного зниження її продуктивності.

У районах з нестійким зволоженням пшениця озима, кукурудза на зерно та багаторічні трави, використані один і два роки, є майже рівноцінними попередниками для кукурудзи на зерно.

Дослідження А. О. Бабича та ін. показали, що постійне вирощування кукурудзи на одному полі може бути вигідним. Розміщення таких полів біля

ферм, використання органічних добрив та спеціальних гербіцидів допомагає зменшити витрати на транспортування та обробку полів [22, 55].

Правильний обробіток ґрунту, внесення добрив та своєчасний догляд за посівами кукурудзи є ключовими факторами для отримання високих врожайів. Ці заходи створюють умови, за яких кукурудза активно розвивається і успішно конкурує з бур'янами. Завдяки цьому, можна значно зменшити використання пестицидів або навіть повністю відмовитися від них [32,11, 50].

У дослідженнях різних способів обробітку ґрунту найкращі умови для росту і розвитку культурних рослин спостерігалися на варіанті полицево-чизельного основного обробітку з використанням гербіцидів. Це призвело до збільшення врожайності зеленої маси кукурудзи на 0,18 т/га та зерна на 0,56 т/га. Натомість використання лише безполицевих обробітків спричинило значне зниження урожайності, підвищення рівня забур'яненості та погіршення фізичних властивостей ґрунту [4, 18, 27, 47].

З економічної точки зору важливо враховувати, що в сучасних умовах у більшості господарств регіону потенційна забур'яненість полів є дуже високою. Витрати на оранку та механізовані методи догляду за посівами в 5-10 разів нижчі, ніж витрати на ефективні й дорогі гербіциди. Тому відмова від оранки наразі є передчасною, оскільки це питання викликає суперечності. [3,26,16, 43].

Згідно з даними Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, безполицевий обробіток ґрунту, в порівнянні з оранкою, призводив до зниження врожайності зерна більшості гібридів кукурудзи. Чизельний обробіток, в середньому, зменшував урожайність гібридів на 0,85 т/га [37, 40].

Максимальне зниження врожайності зерна через застосування чизельного обробітку ґрунту було зафіксовано у гібридів: Харківський 311 МВ (на 0,96 т/га), Злагода МВ (на 0,98 т/га), Нива МВ (на 1,79 т/га) та СОВ 329 (на 0,97 т/га). Варто зазначити, що середньостиглі гібриди кукурудзи значно втрачали урожай при безполицевому обробітку. Отже, можна зробити

висновок, що для вирощування сучасних гібридів кукурудзи найкращим варіантом є оранка [14, 32,47, 52].

При систематичному обробітку ґрунту протягом чотирьох ротацій безполицевий метод призводив до збільшення кількості бур'янів у порівнянні з полицевою оранкою. Для зменшення забур'яненості посівів кукурудзи на дослідному полі застосовували засоби захисту рослин, які були внесені в перелік пестицидів, дозволених для використання в Україні, на етапах перед сівбою, а також у фазах 3–5 і 7–9 листків [10, 24, 44, 58].

Для ефективного вирощування кукурудзи важливо враховувати особливості ґрунту, кліматичні умови та потреби самої рослини. Сучасні дослідження в галузі живлення рослин дозволяють визначити оптимальні дози та способи внесення мінеральних добрив для кожного конкретного сорту кукурудзи.

Кожне зниження запасу вологи в ґрунті на 10 мм призводить до зменшення ефективності добрив. Кукурудза, як рослина з тривалим вегетаційним періодом, потребує постійного постачання поживних речовин. Для формування високого врожаю кукурудза витягує з ґрунту значну кількість азоту, фосфору та калію. Вода та поживні речовини є ключовими факторами для високого врожаю кукурудзи. Недостатня кількість вологи знижує ефективність використання добрив, оскільки рослини не можуть повноцінно засвоювати поживні речовини [18, 33, 56].

Зменшення запасів продуктивної вологи в ґрунті на 10 мм під час вегетаційного періоду зернових культур призводить до зниження ефективності добрив на 0,01–0,02 т/га. Кукурудза має підвищені вимоги до мінерального живлення через тривалий вегетаційний період та здатність рослини поглинати поживні речовини до завершення дозрівання зерна. Для отримання врожаю 5,0–6,0 т/га кукурудза виносить з ґрунту в середньому 130–150 кг азоту, 50–60 кг фосфору та 130 кг калію.

Внесення мінеральних добрив і гною по-різному впливає на вміст гумусу в ґрунті. Мінеральні добрива сприяють збільшенню рослинної маси,

що, в свою чергу, збагачує ґрунт органікою. Однак, гній містить значно більше органічної речовини, яка при розкладанні перетворюється на гумус. Таким чином, гній є ефективнішим засобом для підвищення вмісту гумусу в ґрунті. Найбільш виражене збільшення врожайності спостерігається при поєднанні органічних і мінеральних добрив [16, 34, 54].

Вибір методу обробки ґрунту перед посівом кукурудзи є важливим рішенням, яке впливає на майбутній урожай. Кожен метод має свої особливості та підходить для різних ґрунтово-кліматичних умов. Обираючи систему обробітку, необхідно враховувати тип ґрунту, кліматичні умови регіону та інші фактори, що впливають на ріст і розвиток кукурудзи [2, 30, 39].

Заходи обробітку ґрунту повинні бути ретельно обрані з урахуванням конкретних умов, таких як фізичні властивості ґрунту, кліматичні фактори, попередня рослинність та вимоги конкретної культури. Обробіток має створити оптимальні умови для росту кукурудзи та забезпечити всі необхідні фактори для досягнення найвищого врожаю. Продуманий вибір системи обробітку може не лише збільшити виробництво сільгосппродукції, а й знизити витрати та зберегти ґрунт.

Дослідження впливу основного обробітку ґрунту на врожайність кукурудзи є ключовим для оптимізації вирощування цієї культури і забезпечення стабільного виробництва сільгосппродукції. Результати таких досліджень можуть допомогти агрономам вдосконалити методи вирощування кукурудзи та підвищити її врожайність [14,28, 33].

Сьогодні існує широкий спектр методів обробітку ґрунту, кожен з яких має свої особливості та підходить для різних умов. Я провів аналіз наукової літератури, щоб краще зрозуміти переваги та недоліки різних систем обробітку, таких як традиційна оранка, мінімальний обробіток та нульовий обробіток.

Оранка з глибоким розпушенням передує напівпаровому обробітку, що може спричинити ущільнення розпушеного шару ґрунту. Така система

обробітку може знизити стійкість ґрунту до ерозії. Для запобігання цьому використовують додаткове плоскорізне розпушування на глибину 14-16 см [15,12, 2].

Дослідження показують, що кукурудза, вирощувана вперше, добре реагує на оранку глибиною 10-12 см на сірих лісових ґрунтах з обмеженим запасом вологи. Проте у наступні роки вирощування більш ефективною може виявитися оранка глибиною 25-27 см.

Чизельний обробіток на глибину до 45 см може поліпшити зволоження ґрунту та збільшити запаси вологи для культури, особливо в другій половині вегетаційного періоду [17,6, 1].

З роками, внаслідок певних змін, таких як зміщення Степової зони на північ, технології вирощування кукурудзи адаптуються до нових змін. У зв'язку з цим можна запропонувати нові методи, які покращать умови в ґрунті і сприятимуть кращому збереженню вологи.

Система No-Till, що в перекладі означає "не орати", є інноваційним підходом у сільському господарстві, який спрямований на зменшення використання традиційних методів обробітку. Вона розроблена для збереження природних ресурсів і зменшення негативного впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище.

Технологія no-till - це сучасний підхід до землеробства, який дозволяє зберегти структуру ґрунту, зменшити ерозію, підвищити вміст органічної речовини та зберегти вологу. Цей метод передбачає відмову від оранки та використання рослинних залишків як природного добрива.

Дослідження довели, що метод no-till має значно кращі результати для ґрунту, ніж традиційна обробка. Ця технологія підвищує вміст гумусу, покращує структуру ґрунту та позитивно впливає на його хімічні та біологічні властивості [51, 31, 45].

Незважаючи на очевидні переваги технології no-till, традиційні методи обробітку ґрунту залишаються популярними серед фермерів з огляду на низку об'єктивних причин.

Strip-Till — це технологія обробітку ґрунту, яка є проміжним варіантом між системою No-Till та традиційним обробітком. Головна її особливість полягає в тому, що обробка здійснюється не на всій площі, а у вигляді "смуг" за допомогою спеціального агрегата, відомого як "стріп-тілл". Цей процес виконується після сівби, коли погодні умови дозволяють провести обробку.

Ключовою перевагою цієї технології є можливість застосування добрив у вигляді основних удобрень, а також поліпшене прогрівання ґрунту у порівнянні з системою No-Till. Усі етапи вирощування, такі як осінній обробіток, сівба та обприскування, здійснюються за допомогою GPS-системи, що покращує точність та ефективність процесу [19, 34].

Mini-Till - це технологія, яка дозволяє зберегти родючість ґрунту завдяки зменшенню кількості глибоких обробок та збереженню рослинних залишків на поверхні.

В Україні активно розвивається технологія точного землеробства, яка використовує географічні інформаційні системи (GIS), системи геопозиціонування (GPS, Galileo, ГЛОНАСС), технології оцінки врожайності (Yield Monitor Technologies) та дистанційне зондування землі. Ці технології допомагають оцінити неоднорідність полів і планувати норми висіву, удобрення та внесення засобів захисту рослин. Вони також дозволяють більш точно прогнозувати урожайність і здійснювати фінансове планування. [24, 46].

Ефективність вирощування кукурудзи тісно пов'язана з вибором методу обробітку ґрунту. Сьогодні існує безліч різних підходів, і оптимальний варіант обирається з урахуванням специфіки кожного господарства. Це питання залишається важливим для науковців та агрономів.

Ущільнення ґрунту є керованим фактором, що може обмежити врожай зерна або силосу на багатьох типах ґрунтів. Рослини кукурудзи, які ростуть на ущільнених ділянках, часто відстають у рості та мають нижчу швидкість проникнення. Це може проявлятися в нерівномірному сходженні, повільному ранньому розвитку та передчасному стресі від посухи. Ущільнення виникає,

коли частинки ґрунту стиснуті, що зменшує простір між порами і виштовхує повітря, яке зазвичай присутнє там. У звичайному ґрунті повітря та вода займають близько 50% загального обсягу, тоді як частинки ґрунту становлять інші 50%. Однак ці пропорції можуть істотно змінюватися, коли частинки стискаються і повітря видавлюється. Зазвичай, найбільші пори зникають першими, що ускладнює рух повітря, води та проникнення коренів.

Сьогодні все популярнішим стає безплужне вирощування кукурудзи. Такий підхід дозволяє значно знизити витрати на обробку ґрунту і звільнити час фермерів для інших важливих робіт, особливо в період з високою вартістю робочої сили.

No-till є більш вигідним, ніж традиційні системи обробітку ґрунту, навіть при однаковій врожайності, оскільки витрати значно знижуються. По-перше, виключаються витрати на обробку ґрунту, а також на обладнання та його обслуговування. Для виробника, який застосовує нульовий обробіток, зазвичай потрібні лише сівалка (або сівалка для зерна), обприскувач і комбайн для збору врожаю. По-друге, зменшуються витрати на паливо і потреба в потужності трактора.

Кукурудза є посухостійкою культурою завдяки своїй розвиненій кореневій системі, що дозволяє їй отримувати вологу з глибоких шарів ґрунту. Вона споживає менше води для утворення одиниці сухої речовини в порівнянні з пшеницею, маючи транспіраційний коефіцієнт 250. Проте для того щоб досягнути високих врожаїв кукурудза потребує значної кількості води: середня потреба складає 450-600 мм опадів протягом вегетаційного періоду. Один міліметр опадів забезпечує отримання 20 кг зерна на гектар [35, 8, 42].

Найкритичнішим періодом для забезпечення кукурудзи вологою є фаза інтенсивного росту стебла перед викиданням волотей. Саме в цей час рослини найбільш чутливі до дефіциту вологи, оскільки їхній ріст відбувається найшвидшими темпами.

Другий критичний період для забезпечення кукурудзи вологою – це фаза наливу зерна, особливо у другій половині літа. Однак важливо підтримувати оптимальний рівень вологості ґрунту, оскільки перезволоження може призвести до дефіциту кисню в кореневій зоні та ускладнити поглинання фосфору рослинами [6].

Щоб зберегти родючість ґрунту, часто використовують мульчування пожнивними залишками кукурудзи. Цей метод передбачає подрібнення стебел і розподіл їх по поверхні поля. Такий підхід дозволяє повернути в ґрунт органічну речовину, що покращує його структуру та інші властивості.

Мульчування допомагає контролювати комах-шкідників і знижує ризик вимивання азоту з ґрунту. Кукурудзяні пожнивні залишки містять вуглець і азот, що сприяє розвитку азотфіксуючих мікроорганізмів у ґрунті. Однак ці залишки можуть також слугувати джерелом інфекцій для певних грибкових захворювань, тому їх швидке розкладання сприяє покращенню родючості органічного шару ґрунту і запобігає поширенню хвороб [16,5].

Мульчування знижує ризик ерозії ґрунту та сприяє збереженню вологи, що є особливо важливим взимку, коли попереднє зволоження ґрунту може ускладнити внесення додаткових хімікатів. Крім того, мульчування допомагає контролювати шкідників і запобігає вимиванню речовин у навколишнє середовище. Таким чином, мульчування є важливою технологією для підвищення родючості ґрунту, зменшення ризику ерозії, контролю комах-шкідників та збереження вологи, особливо під час вирощування кукурудзи.

Отже, вибір відповідного місця у сівозміні, як одного з ключових факторів у виборі методів основного обробітку ґрунту, є надзвичайно важливим завданням для досягнення високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ. ХАРАКТЕРИСТИКА МІСЦЯ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДУ

2.1 Ґрунтові умови

Господарство ТОВ «Альфа-агро» КВГ знаходиться у Смілянському районі, селі Куцівка.

Село Куцівка знаходиться на відстані 55 км від обласного центру м. Черкаси та на відстані 25 км від районного центру м. Сміла. Відстань до найближчої залізничної станції (ст. ім. Тараса Шевченка)- 20 км.



Рис. 2.1. Місце розташування ТОВ «Альфа-агро» КВГ

Господарство знаходиться в лісостеповій зоні України, де основними ґрунтоутворюючими породами є леси та лесовидні суглинки, що відрізняються механічним складом. У даному господарстві переважає лесовидний суглинок, який вирізняється вмістом карбонатів. Присутність кальцію в породі сприяє фіксації та розкладу органічних решток, що призводить до утворення гумусних сполук. Це створює умови для формування родючих ґрунтів на основі лесовидних суглинків, зокрема чорноземів, які мають цінні властивості для сільськогосподарського використання.

У минулому природний ландшафт Лісостепової зони відрізнявся тим, що лісові ділянки чергувалися з лучними степами. Найбільш еродовані

області Лісостепу, як у минулому, так і частково зараз, заселялися широколистяними лісами. Це призводило до вимивання карбонатів кальцію на значну глибину завдяки підвищеній вологості в лісових умовах. На нижчих ділянках плато формувалися степові угруповання, де переважали рослини вологого степу, зокрема злакові трави. Основні ґрунти цієї зони поділяються на чотири типи: чорноземи, сірі лісові, дерново-підзолисті та лучні.

Ці ґрунти сприятливі для вирощування різних сільськогосподарських культур. Чорноземи сформувалися під впливом степової та лучної рослинності, тоді як ясно-сірі й сірі опідзолені ґрунти виникли в лісових умовах. Темно-сірі опідзолені ґрунти утворилися в безпосередній близькості від лісів. Лугово-болотні ґрунти виникли на сучасних алювіальних відкладеннях і переважають у річкових заплавах, болотистих місцевостях і низинних територіях.

Опідзолений чорнозем є найпоширенішим у Лісостеповій зоні. Вміст гумусу змінюється від 4,35 до 4,12% залежно від шару, а рН варіюється від 6,2 до 7,4. Гідролітична кислотність становить 1,46-0,54 мг-екв. на 100 г ґрунту, а сума основ — 22,85-22,4 мг-екв. Ємність вбирання досягає 26,9-23,7 мг-екв., а ступінь насичення основами складає 93,4-94,0%. Ці показники свідчать про високу природну родючість ґрунту та його здатність забезпечувати культури необхідними для росту елементами. (Рис 2.2)

Невеликі площі господарства зазнають ерозійних процесів. Щороку площа еродованих земель зростає, а середня річна втрата гумусу через змив ґрунтів становить близько 200 тис. тонн. Землі здебільшого використовуються для сільськогосподарських потреб.



Рис.2.2 Ґрунти господарства – чорноземи опідзолені.

Пористість ґрунту визначається об'ємом пор у ґрунті, які можуть бути наповнені або повітрям, або водою, і це ключовий показник, що залежить від структури та вологості ґрунту. У виробничих умовах пористість може бути регульована за допомогою відповідних методів обробітку ґрунту. З іншого боку, щільність або об'ємна маса ґрунту визначається його складом і масою твердої фази у одиниці об'єму (г/см^3) у стані, що не піддається деформації, тобто в такому стані, в якому ґрунт знаходиться на полі.

Щільність ґрунту є ключовим показником, що визначає його основні властивості і створює оптимальні умови для розвитку рослин. Вона впливає на водний, повітряний і тепловий режими ґрунту, а також на біологічну активність і поживний баланс ґрунтового середовища.

Вода в ґрунті володіє особливими властивостями, які мають важливе значення для забезпечення фізіологічних процесів у рослинах і функціонування ґрунту. Вона виконує роль активної фізико-хімічної системи, служачи розчинником і «транспортним засобом», що доставляє поживні речовини з ґрунту до рослин.

Фізико-хімічні показники чорнозему опідзоленого

Глибина горизонту, см	Гумус, %	РН водне	РН сольове	Гідролітична кислотність, в мг-екв. на 100 г ґрунту	Сума основ, мг-екв. на 100г ґрунту	Місткість вбирання, мг-екв на 100г ґрунту	Ступінь насичення основами, %	Карбонати, %	Рівноважна об'ємна маса, г/с м ³	Питома маса, г/см ³
0-20	4,38	5,60	6,8-7	1,45	22,96	24,8	92,5	-	1,16	2,59
20-50	4,08	5,85	7,3	0,52	23,32	24,6	94,8	0,52	1,25	2,66
50-100	1,3	7,12	7,3	0,53	21,6	22,8	95,0	4,15	1,27	2,66

Ґрунтові води знаходяться на глибині 5-7 метрів. Мінеральна тверда фаза ґрунту включає 37% фізичної глини та 63% піску.

Таким чином, можна зробити висновок, що цей тип ґрунту є доволі придатним для вирощування більшості сільськогосподарських культур.

2.2 Кліматичні та погодні умови господарства

Господарство ТОВ «Альфа-агро» КВГ знаходиться в лісостеповій зоні України.

Клімат цього регіону має помірно континентальний характер. Зими зазвичай м'які з частими відлигами, а літо тепле і в окремі роки може бути дуже спекотним. Оподи переважно приносять вітри із заходу. Середня температура в найхолоднішому місяці, січні, становить від 0 до +3°C, а влітку середня температура сягає +24°C.

Сніговий покрив стає нестабільним наприкінці листопада, а з середини грудня формується стійкий сніговий шар, який утримується понад сто днів. Процес танення снігу розпочинається в кінці березня, і до завершення місяця

він повністю сходить. Середня товщина снігового покриву складає близько 20 см, проте залежно від характеру зими вона може змінюватися від 10 до 50 см.

На цій території переважають вітри північного, південного та північно-західного напрямків, що вказує на часті надходження теплих і вологих атлантичних повітряних мас. Середня річна швидкість вітру становить від 2 до 6 м/с. Влітку найчастіше фіксуються вітри зі швидкістю 0-2 м/с, протягом року — 3-4 м/с, а взимку — 5-6 м/с. Останніми роками спостерігається посилення вітрів у весняно-осінній період, що зумовлено активними змінами в розподілі сезонних повітряних мас.

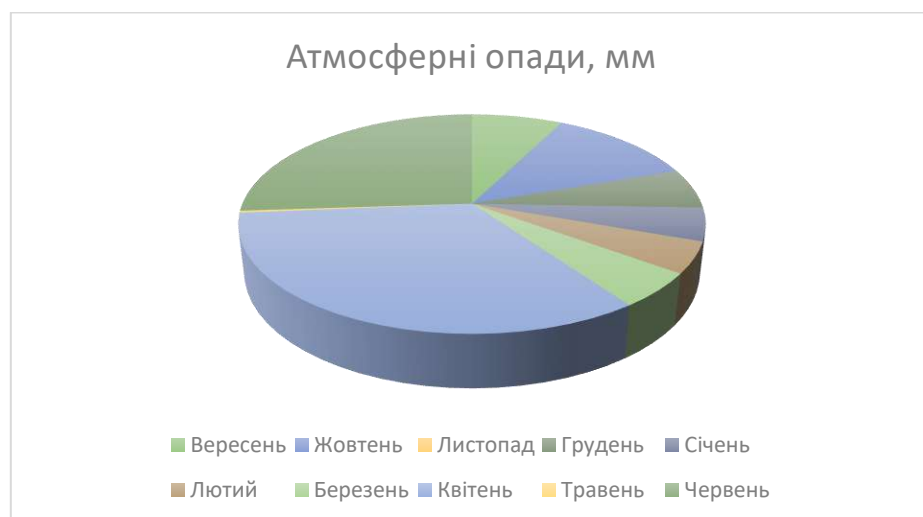


Рис. 2.3 Метеорологічні умови господарства 2023-2024 вегетаційного року

Отже, погодні умови під час вегетаційного сезону були нетиповими для Лісостепу. З одного боку, це підкреслює необхідність врахування кліматичних особливостей при аналізі результатів досліджень. З іншого, це дозволяє оцінити ефективність прийнятих заходів в умовах надмірної вологості у 2023 році та посушливих умов у 2024 році.

2.3 Програма та методика досліду

Метою нашого дослідження було вивчити вплив системи основного обробітку ґрунту після різних попередників на врожайність зернової кукурудзи.

Мета дослідження включає наступні завдання:

- Проведення діагностики твердості ґрунту до початку основного обробітку, перед посівом і після збору основної культури;
- Оцінка рівня накопиченої продуктивної вологи в різних шарах ґрунту;
- Вимірювання забур'яненості рослин у гербокритичні фази;
- Облік врожайності за різними варіантами;
- Розрахунок економічної ефективності різних методів основного обробітку ґрунту після таких попередників, як озима пшениця, соняшник і кукурудза.

Дослід проводили на полі ТОВ «Альфа-агро» КВГ с. Куцівка. Було закладено 9 дослідних ділянок по 10 га, схема розміщення дослідів наведена нижче.

На полі площею 100 га у 2023 році була проведена оранка, після чого у 2024 році ми заклали 9 дослідів, засіявши 3 культури по 30 га кожної. Після збору врожаю на 10 га кожної культури було призначено оранку, на 10 га – глибоке рихлення, а решту 10 га після кожного попередника залишили без обробітку.

Навесні 2024 року, з 1 по 3 травня, на полі був засіяний гібрид кукурудзи ДКС 3811. Увесь дослід проводили в межах одного поля, щоб мінімізувати різницю в ґрунтово-кліматичних умовах.

Таблиця 2.2

Схема дослідження

Попередник	Культура, гібрид	Тип основного обробітку		
		Оранка (20-24 см) (контроль)	Глибоке рихлення (25-30 см)	Без обробітку*
Пшениця озима (контроль)	Кукурудза (ДКС 3811)	Оранка (20-24 см) (контроль)	Глибоке рихлення (25-30 см)	Без обробітку*
Кукурудза на зерно	Кукурудза ДКС (3811)	Оранка (20-24 см)	Глибоке рихлення (25-30 см)	Без обробітку
Соняшник	Кукурудза ДКС (3811)	Оранка (20-24 см)	Глибоке рихлення (25-30 см)	Без обробітку

*Без обробітку – варіант передбачає використання технології No-till

На полі площею 100 га у 2023 році була проведена оранка, після чого у 2024 році ми заклали 9 дослідів, засіявши 3 культури по 30 га кожної. Після збору врожаю на 10 га кожної культури було призначено оранку, на 10 га – глибоке рихлення, а решту 10 га після кожного попередника залишили без обробітку.

Навесні 2024 року, з 1 по 3 травня, на полі був засіяний гібрид кукурудзи ДКС 3811. Увесь дослід проводили в межах одного поля, щоб мінімізувати різницю в ґрунтово-кліматичних умовах.

Додатково було проведено вимірювання твердості ґрунту та визначення шарів ущільнення перед основним обробітком, а також заплановано повторні вимірювання перед посівом і після збору врожаю за допомогою пенетрометра від SkokAgro.

Вимірювання твердості ґрунту виконували з розрахунку 1 проба на кожні 10 га, загалом провели 10 вимірювань. Проби не відбирали на краях полів, де ґрунт ущільнений сільськогосподарською технікою. У дослідженнях використовувався зерновий гібрид кукурудзи ДКС 3811, його характеристику наведено нижче.

Характеристика гібриду Кукурудзи ДКС 3811

Цей гібрид розроблений та реалізується компанією Монсанто. Це високоврожайний середньостиглий гібрид (ФАО 320) кукурудзи з чудовою здатністю швидко віддавати вологу. Вирізняється енергійним стартовим ростом. Підходить для вирощування як за традиційною, так і за мінімальною технологією обробітку ґрунту. Відмінно адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов. Має високу стійкість до вилягання та добре переносить низькі температури. Також відзначається підвищеною толерантністю до основних хвороб кукурудзи.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Вплив факторів досліду на твердість ґрунту

Твердість ґрунту є ключовим показником агрофізичних властивостей. На її рівень впливають не лише фізичні чинники, пов'язані зі знаряддями обробітку, а й погодні умови (опади, температура), наявність органічних залишків, а також біологічні та технологічні характеристики вирощуваних культур. Основним чинником, що визначає агрофізичні умови в орному шарі, є обробіток ґрунту.

Згідно з узагальненими даними, оптимальна твердість ґрунту для просапних культур у чорноземах та сірих лісових ґрунтах складає до 1000 кПа. Відхилення від цієї оптимальної величини, що перевищують 10 %, вважаються значними у польових дослідженнях.

Отже, одним із завдань відтворення родючості ґрунту є реалізація агрономічних заходів, які допомагають досягти зазначеної твердості. Важливо враховувати, що окультурення ґрунту наближає показники, що сприяє зменшенню обробітку. У цьому контексті особливо важливі агротехнічні заходи, такі як поповнення ґрунту органічними речовинами (гній, солома, залишки після врожаю, сидерати), внесення необхідних мінеральних добрив, вапнування та впровадження енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту.

Твердість ґрунту визначається як опір вертикально спрямованій силі під час розрізування, розклинювання або здавлювання. Ця інформація важлива для розрахунку тягового опору сільськогосподарських машин. Твердість вимірюється в кілограмах на см², кПа або МПа.

Чим вища твердість ґрунту, тим більше опору надають ґрунтообробні знаряддя; з іншого боку, за підвищеної твердості ґрунту зменшується тяговий опір машин, що рухаються по полю.

Висока твердість ґрунту може негативно вплинути на схожість насіння, створюючи механічний опір розвитку кореневої системи рослин і

погіршуючи водний, повітряний і тепловий режими ґрунту. Твердість ґрунту вимірюється за допомогою спеціальних приладів — твердомірів (пенетрометрів), до сучасних моделей належать, зокрема, SkokAgro та інші.

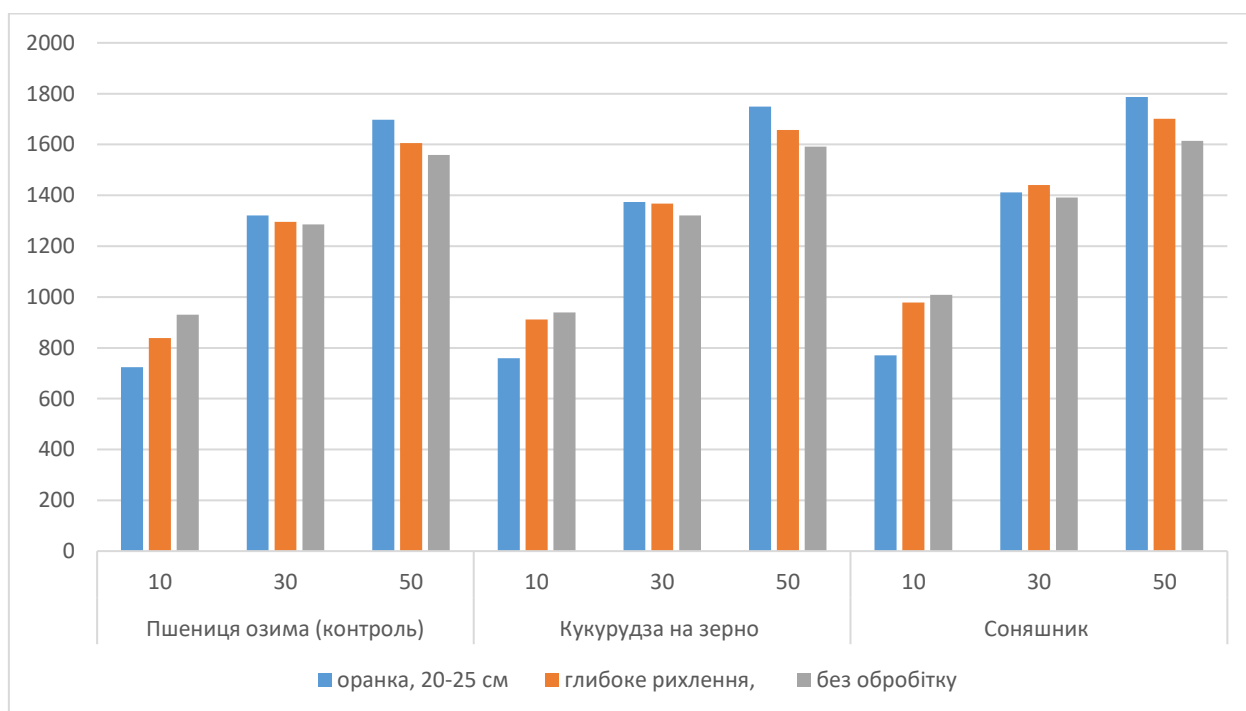


Рис. 3.1 Твердість ґрунту за результатами вимірювань пенетрометром в момент посіву культури, кПа. (дані 2024 р.).

Аналізуючи дані рис. 3.1, можна чітко простежити вплив попередника на формування твердості ґрунту. У полі після озимої пшениці твердість у верхньому шарі (0-10 см) є найнижчою: 724 кПа за оранки, 839 кПа за глибокого плоскорізного рихлення та 930 кПа без обробітку.

У полі після кукурудзи на зерно ці показники зростають від 759 кПа за оранки до 939 кПа без обробітку. Після соняшнику твердість ще більше підвищується.

У шарах ґрунту на глибинах 30 та 50 см зберігається аналогічна тенденція: найбільш твердий ґрунт спостерігається після соняшнику. Варіант без обробітку має твердість на 5-10% нижчу, ніж оброблені варіанти. Додатково, на глибині 34-35 см твердість суттєво зростає, в деяких пробах досягаючи 2500 кПа, що свідчить про наявність плужної підшви.

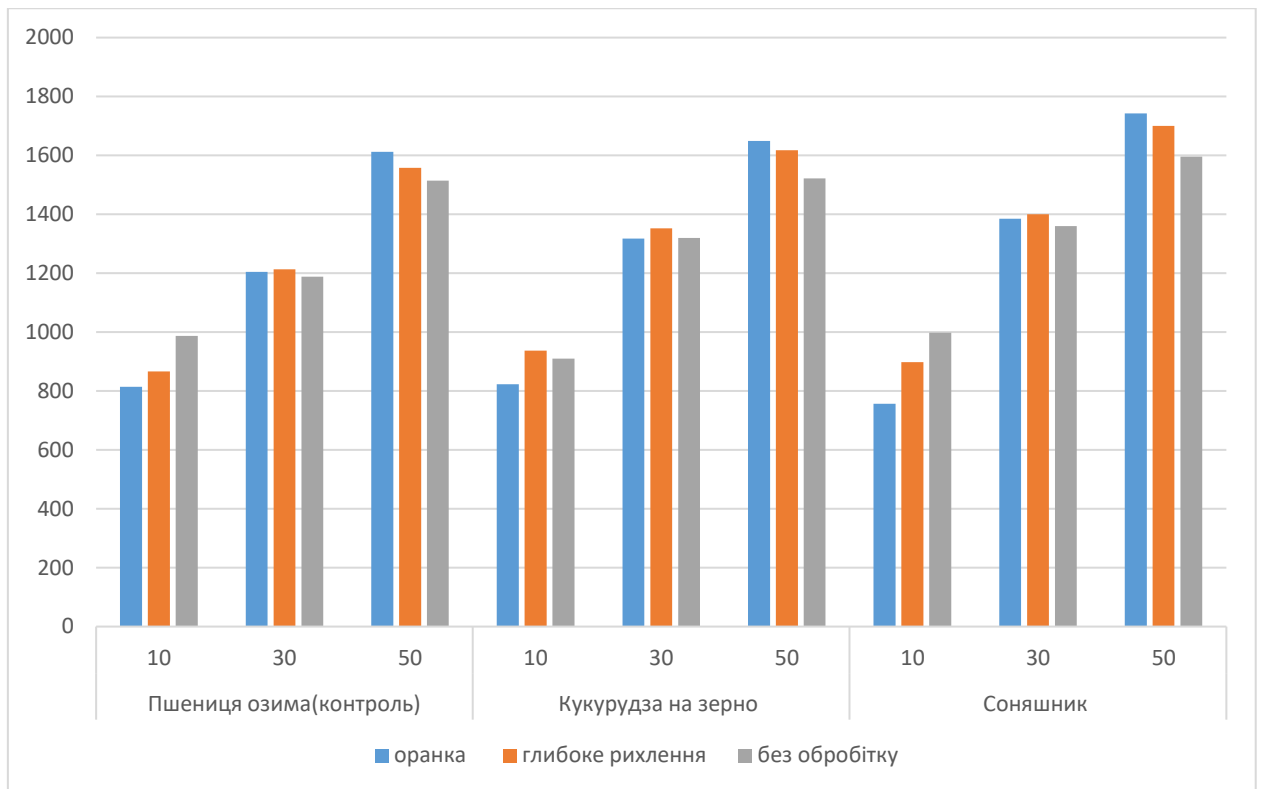


Рис. 3.2. Твердість ґрунту за результатами вимірювань пенетрометра на період збирання кукурудзи на зерно, кПа (дані 2024 р.).

Перед збиранням культури ми зафіксували незначне зниження щільності ґрунту в усіх варіантах експерименту. Найбільше розуцільнення спостерігалось в тих випадках, коли обробіток взагалі не проводився, як по глибині, так і за технологією. Тому варіант без обробітку виявився найбільш ефективним, з найнижчою твердістю ґрунту в орному шарі та на глибині до 50 см. Серед попередників тенденція залишилася такою ж: ґрунт після пшениці озимої був найбільш пухким, а після соняшнику — найбільш твердим.

3.2 Визначення доступної вологи ґрунту

Запаси вологості в ґрунті є однією з ключових складових для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур. У зоні Лісостепу волога часто виступає лімітуючим фактором врожайності. Екстремальні погодні умови, які нерідко спостерігаються в нашому регіоні (висока

температура, нестача продуктивної вологи), негативно впливають не лише на ріст і розвиток рослин, але й знижують ефективність агротехнічних заходів.

Вологість ґрунту, як відомо, пов'язана з усіма процесами життєдіяльності рослин. Ґрунтова волога необхідна рослинам як джерело для органічного синтезу, а також для забезпечення середовища для різноманітних біохімічних реакцій. Вона підтримує безперервність транспірації, що, у свою чергу, забезпечує надходження поживних речовин у рослину та інші фізіологічні процеси.

Витрати вологи з ґрунту відбуваються головним чином через десукцію, транспірацію (випаровування з листків) та фізичне випаровування з самого ґрунту.

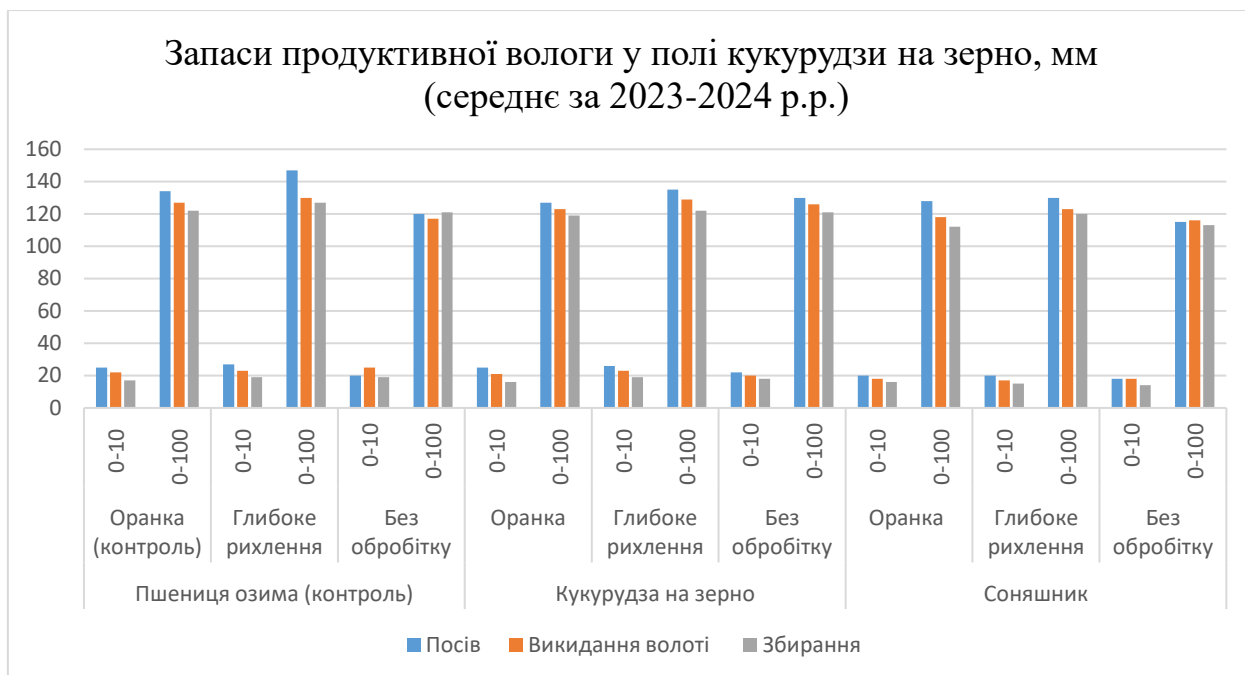
Ефективне використання вологи, накопиченої в ґрунті, залежить від багатьох чинників. Найважливішу роль у накопиченні вологи восени та взимку, її збереженні навесні та раціональному використанні під час вегетації в умовах нестійкого зволоження відіграють раціональний механічний обробіток ґрунту, система сівозмін та використання добрив, зокрема органічних.

Отже, хоча запаси ґрунтової вологи значною мірою залежать від природних умов, стратегія і тактика управління продуктивною вологістю ґрунту в системі землеробства дозволяє зменшити непродуктивні втрати до мінімуму.

Наші дослідження демонструють, що запаси продуктивної вологи в метровому шарі чорнозему значною мірою залежать від системи основного обробітку ґрунту (рис. 3.3).

Кукурудза є культурою, яка потребує значної кількості вологи, особливо на ранніх етапах свого розвитку. Для набрякання та проростання насіння вона вбирає 150–170% води від своєї маси. Коефіцієнт транспірації коливається від 240 до 400. Для формування 1 г сирієї маси рослина використовує 70–80 см³ води, а для отримання 1 г цукру — 450–500 г води.

При врожайності понад 5 т/га з одного гектара споживається приблизно 5000 м³ води.



**Рис. 3.3. Запаси продуктивної вологи у полі кукурудзи на зерно, мм
(середнє за 2023-2024 р.р.)**

Найвищий урожай спостерігається при вологості ґрунту 60–80% від його мінімального рівня. Пік потреби у волозі припадає на період активного росту (червень-липень).



Рис. 3.4. Вологість ґрунту в полі без обробітку під час збору кукурудзи на зерно

З аналізу отриманих даних видно, що обсяги збереженої вологи в ґрунті залежать від попередніх культур на глибині до метра. Дослідження запасів вологи в метровому шарі під час весняного відновлення вегетації показують, що ці запаси були найнижчими після кукурудзи та соняшнику. Натомість, пшениця озима сприяла накопиченню продуктивної вологи для наступного сезону. З діаграми 3.3 видно, що протягом вегетаційного періоду за два роки досліджень у ґрунті формувалося дуже мало вологи. Особливо посушливим виявився період другої половини вегетації кукурудзи на зерно та її дозрівання у 2024 році.

3.3. Забур'яненість посівів

У сучасному інтенсивному землеробстві контроль бур'янів є ключовим елементом, що впливає на підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Бур'яни мають значний вплив на баланс живильних елементів, фізичні та біологічні властивості ґрунту, а також на водно-повітряний, тепловий і світловий режими агрофітоценозу, що позначається на родючості

грунту. Основною метою сільськогосподарського виробництва є не повне знищення бур'янів, а контроль їх кількості на рівні, який не призводить до суттєвого зниження врожайності культур. Висока забур'яненість посівів зумовлена біологічними характеристиками бур'янів та недотриманням організаційних і господарських заходів.

Існують підстави вважати, що основний обробіток ґрунту є одним з найефективніших методів контролю чисельності бур'янів. У загальному ефекті системи обробітку ґрунту внесок окремих її компонентів у протибур'яний ефект становить: основний обробіток — близько 60%, передпосівний — 30%, а післяпосівний — 10%.

Проте на сьогодні не існує єдиного погляду щодо впливу тривалого застосування різних методів основного обробітку в сівозмінах та попередниках на забур'яненість посівів сільськогосподарських культур. Рівень забур'яненості визначається типом знаряддя обробітку, глибиною розпушення, розміщенням культур у сівозміні, родючістю ґрунту, а також темпами проростання насіння бур'янів і вегетативних органів у початкових фазах розвитку культур. Складність контролю чисельності бур'янів зумовлена їх біологічними властивостями, зокрема тривалим періодом проростання насіння та його життєздатністю.

Для оцінки забур'яненості посівів кукурудзи на зерно ми використовували кількісний метод, а чисельність бур'янів визначали шляхом підрахунку рослин на пробних ділянках з чотирикратним повторенням.



Рис. 3.5. Сходи ярих бур'янів у посівах кукурудзи на зерно під час першого обліку забур'яненості.

Облік бур'янів у посівах культури показав, що їх кількість варіювалася залежно від варіанту. Наші спостереження виявили, що в агроценозі найчастіше зустрічаються такі види бур'янів: куряче просо "плоскуха звичайна" (*Echinochloa crus-galli*), калачик, гірчак виткий, щириця звичайна (*Amaranthus retroflexus*), лобода біла (*Chenopodium album*), підмаренник чіпкий (*Galium aparine*) та пирій повзучий (*Agropyrum repens*).

Кількісний облік бур'янів на початку вегетації кукурудзи свідчив про їх збільшення в варіантах глибокого безполицевого рихлення та без обробітку на 40-80% і 100-180% відповідно в порівнянні з контролем.

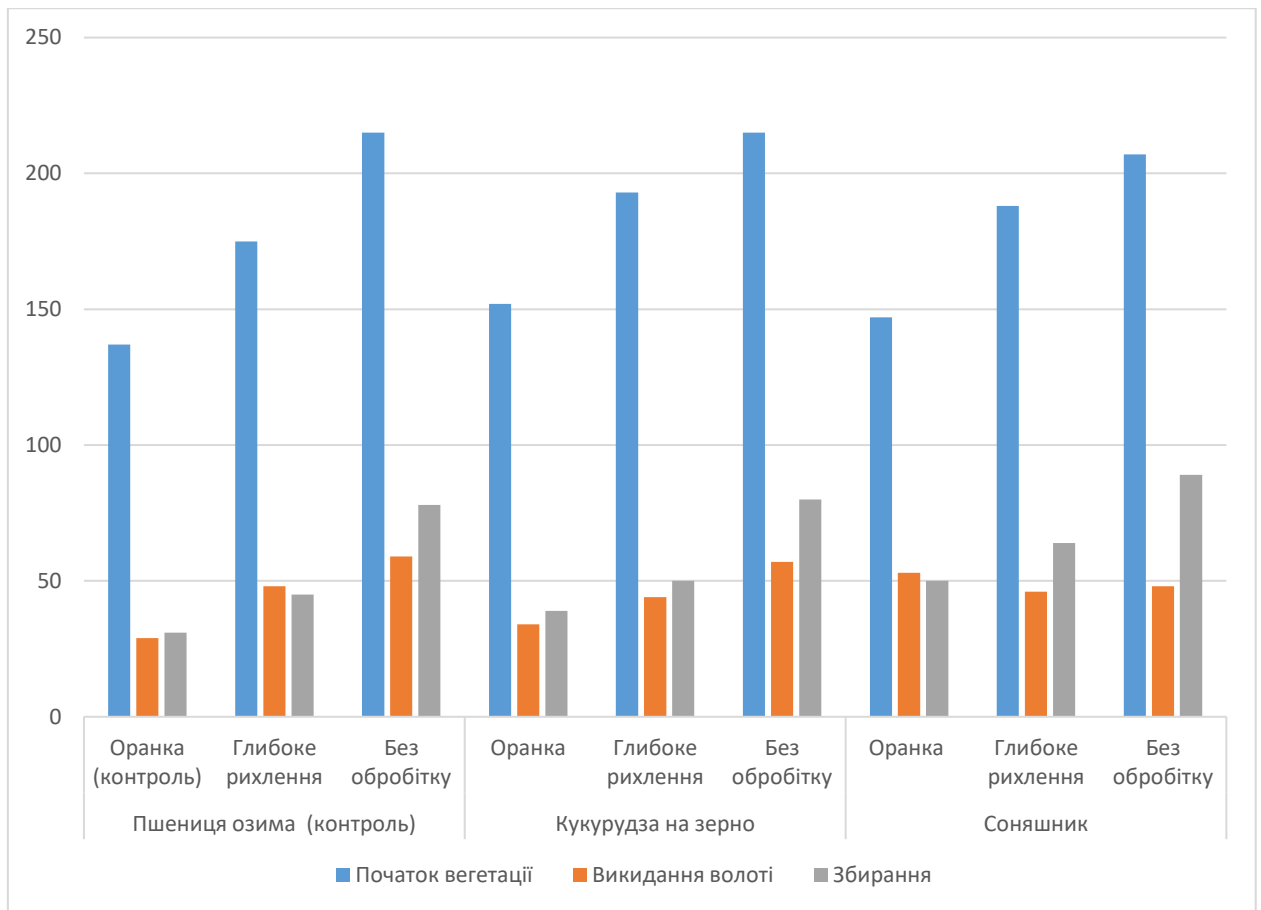


Рис. 3.6. Кількість бур'янів у полі кукурудзи на зерно, шт/м²
(середнє за 2023-2024 р.р.)

Аналіз даних свідчить, що на всіх варіантах дослідження на початку вегетації культури кількість бур'янів була значною, перевищуючи 100 штук на квадратний метр. За умов глибокого рихлення безполицевими знаряддями та варіанту без обробітку ґрунту спостерігалось істотне зростання забур'яненості. Зокрема, в контролі було зафіксовано 137 рослин/м², на глибокому рихленні — 175 рослин/м², а без обробітку — 215 рослин/м².

Протягом вегетації, завдяки застосуванню гербіцидів і виконанню міжрядних обробіток, кількість бур'янів зменшилася. Однак у варіантах без обробітку їх кількість залишалася постійно в рази вищою, ніж у контролі.

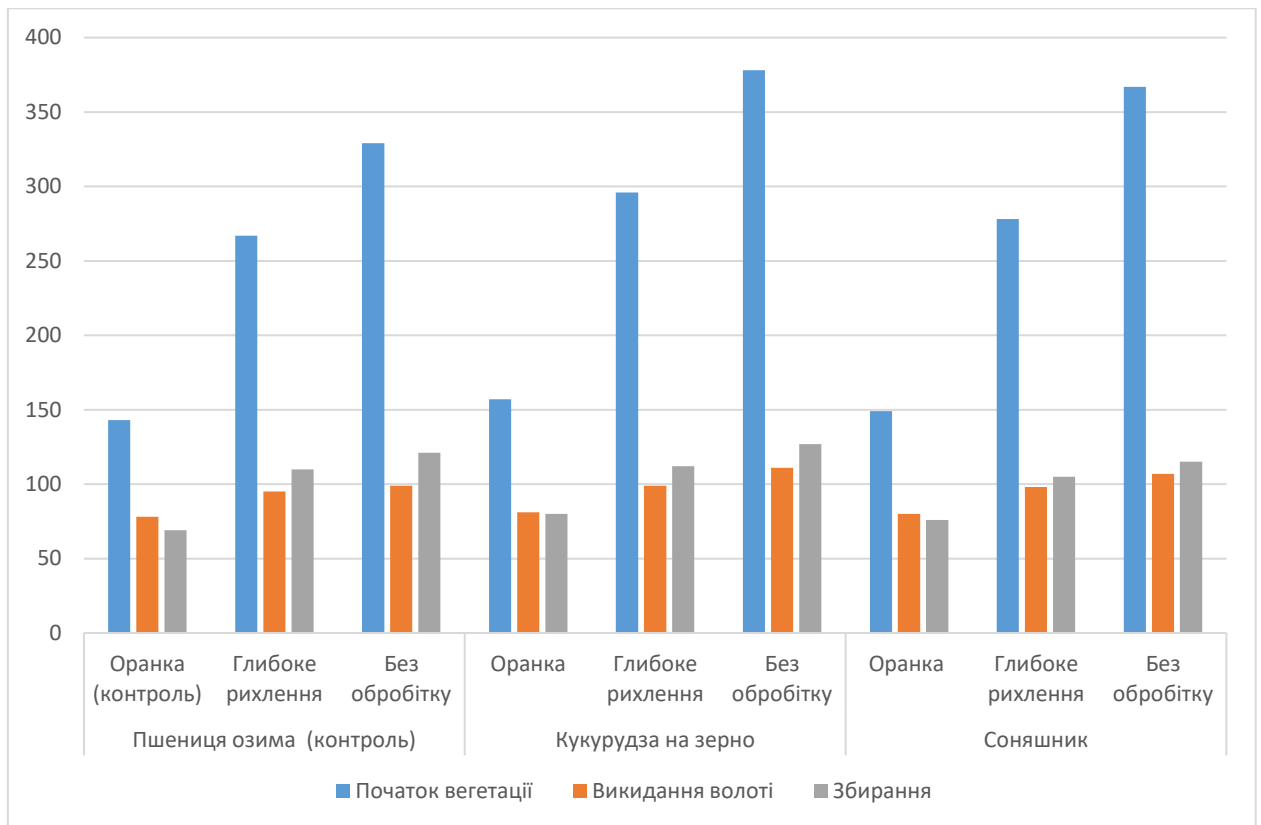


Рис. 3.7. Маса бур'янів у полі кукурудзи на зерно, г/м² (середнє за 2023-2024 р.р.)

Серед попередників контрольні варіанти з просапними культурами значно поступаються. Це особливо стосується повторного розміщення кукурудзи на зерно, де завдяки попереднику кількість бур'янів збільшується на 25-30%.

Маса бур'янів істотно впливає на урожайність культури. Якщо бур'яни сходять пізно і перебувають на ранніх стадіях розвитку, їх шкодочинність незначна. Однак, якщо вони виживають і формують розвинену вегетативну масу в посівах кукурудзи, їх негативний вплив стає значно відчутнішим.

Рис. 3.7. показує, що варіанти обробітку ґрунту демонструють значні результати, оскільки в господарствах існують сприятливі умови для розвитку бур'янів. На початку вегетації контроль мав 143 г/м², глибоке рихлення — 267 г/м², а без обробітку — 329 г/м².

До кінця вегетації ці показники зменшилися, але при глибокому рихленні вони перевищували контроль на 75%, а без обробітку — майже вдвічі.

Сходи бур'янів у посівах кукурудзи мали певні особливості: на початку вегетації та з підвищенням температури з'являлися ефемери, ярі ранні, зимуючі та багаторічні види. У другій декаді травня кількість сходів сягала 145 шт./м², а в третій — перевищувала 150 шт./м². У цей час масово з'являлися лобода біла, щиріця звичайна, щиріця біла, паслін чорний, півняче просо та мишій сизий.

Було встановлено, що з другої декади травня тепловий дефіцит поступово знижувався, що сприяло масовій появі пізніх бур'янів та інших біологічних груп. Ступінь забур'яненості посівів кукурудзи залежав від погодних умов: при прохолодній весні збільшувалася частка широколистяних дводольних бур'янів, а при теплій — однодольних.

Таким чином, розміщення основної частини насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту за безполицевого обробітку та відсутність заходів боротьби призводять до зростання фактичної забур'яненості культури та збільшення маси бур'янів.

3.4. Густота стояння рослин кукурудзи залежно від досліджуваних факторів

Існує пряма залежність між густиною посівів кукурудзи на зерно та врожайністю. Дослідження доводять, що для отримання високого врожаю оптимальною є густина приблизно 110 тисяч рослин на гектар. При цьому у регіонах із достатнім зволоженням можна збільшувати густоту, тоді як у зонах із нестабільним або недостатнім зволоженням доцільно зменшувати її.

Варто зауважити, що густина посівів не свідчить про рівномірність розподілу рослин на полі. При однаковій густоті розташування рослин може бути рівномірним або нерівномірним залежно від польової схожості насіння. Посіви з високою польовою схожістю забезпечують більш рівномірний розподіл рослин кукурудзи на полі.

Також важливо враховувати, що до моменту змикання міжрядь втрачається 5-15% весняних сходів. Для забезпечення достатньої густоти

стеблостою з рівномірним розподілом рослин по полю необхідно досягти понад 90% польової схожості, при цьому оптимальна площа живлення для кожної рослини має становити 140–155 см². Щоб кожна з приблизно 90 тис. рослин могла розвиватися належним чином і сприяти високій врожайності, необхідно забезпечити, щоб на одному квадратному метрі розташовувалося 9-12 рослин.

Отже, найкраща густина й однаковий розподіл кукурудзи для зерна на полі добре впливають на збір. У даному експерименті застосовувався сорт ДКС 3939, а виробник сорту, компанія «Монсанто», радить певну густоту посівів на рівні 110 тисяч рослин на ділянку.

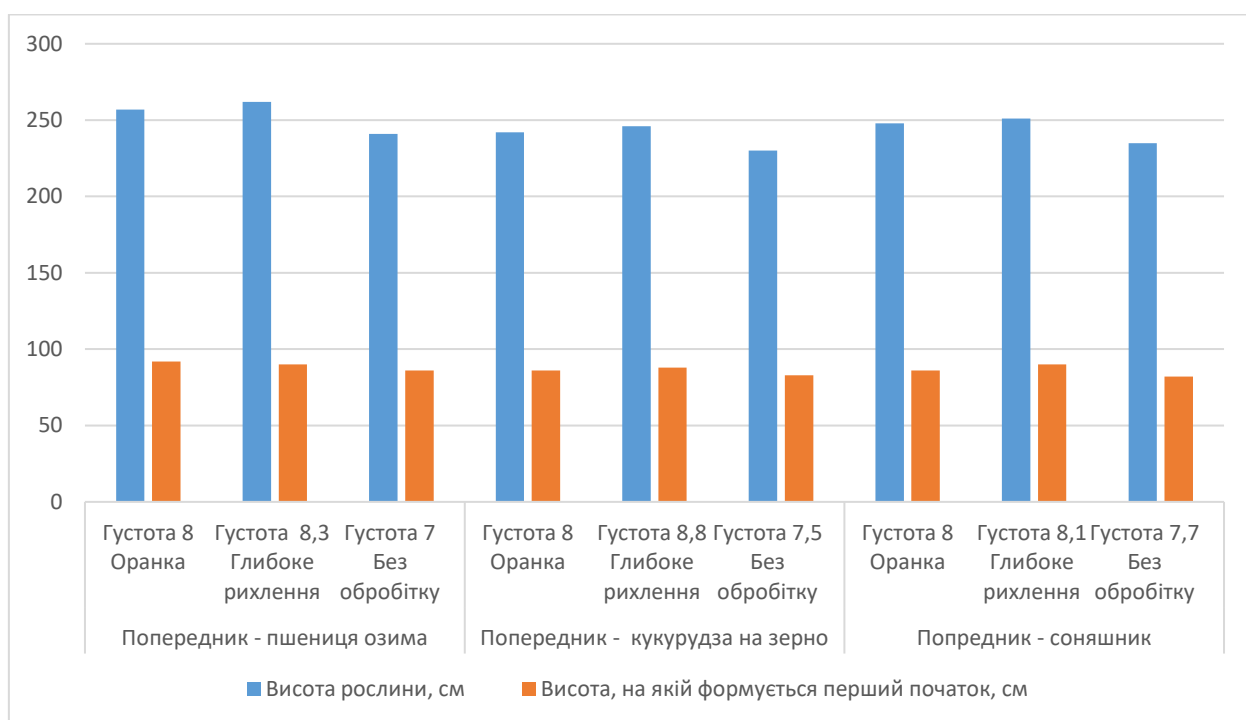


Рис. 3.8. Густина стояння рослин, висоти рослин та висоти, на якій формується 1-й початок, під час фази викидання волоті гібриду ДКС3939 (середнє за 2023-2024 р.р.

З аналізу рис. 3.8 видно, що густина рослин на всіх рівнях експерименту була близькою до рекомендованої. Результати різних методів обробітку ґрунту показали позитивну динаміку: після глибокого рихлення показники перевищили контрольні значення на 3-5%. Натомість без обробітку густина стояння була дещо нижчою за контроль, приблизно на

такий самий відсоток. Схожа ситуація спостерігалася і з висотою рослин, яка коливалася від 262 до 230 см, а також із висотою прикріплення першого качана — від 92 см при оранці до 82 см у варіанті без обробітку.

При оранці ріст і розвиток кукурудзи суттєво не покращилися порівняно з глибоким плоскорізним рихленням. Однак без обробітку рослини були нижчими на 8-10 см.

На всіх варіантах обробітку ґрунту було отримано рівномірні сходи, що пояснюється сприятливими умовами для проростання насіння і достатніми запасами доступної вологи в шарі ґрунту 0–10 см. До моменту збирання врожаю густота стояння культури трохи знизилася, що є цілком природним процесом.

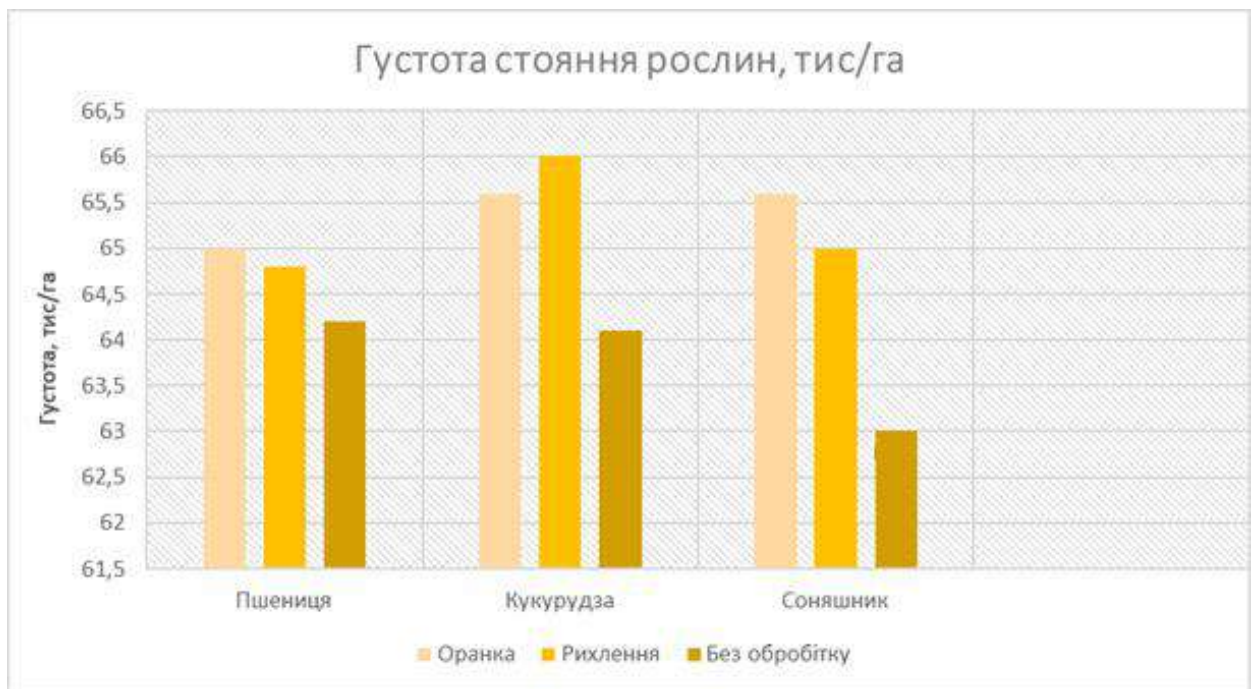


Рис. 3.9. Густота стояння рослин, тис./га.

Серед попередників перспективним залишається контрольний варіант — пшениця озима, на тлі якої показники для повторної кукурудзи та соняшника виявилися нижчими на 6-10% залежно від варіанту. Наші дослідження підтверджують, що у виробничих умовах не вдалося досягти рекомендованої густоти стояння, яка на момент збирання була значно нижчою.

3.5. Вплив обробітку ґрунту та попередників на урожайність кукурудзи

Господарську ефективність певного заходу обробітку ґрунту визначають за показниками врожайності сільськогосподарських культур та продуктивністю ріллі. Урожайність і якість культур залежать від типу ґрунту та його родючості. Нині одним із головних завдань у виробництві є збереження родючості ґрунту, а також врахування його господарського та екологічного значення. Врожайність культур обумовлена поєднанням багатьох факторів: умовами живлення рослин, удобренням, а також їхніми біологічними особливостями.

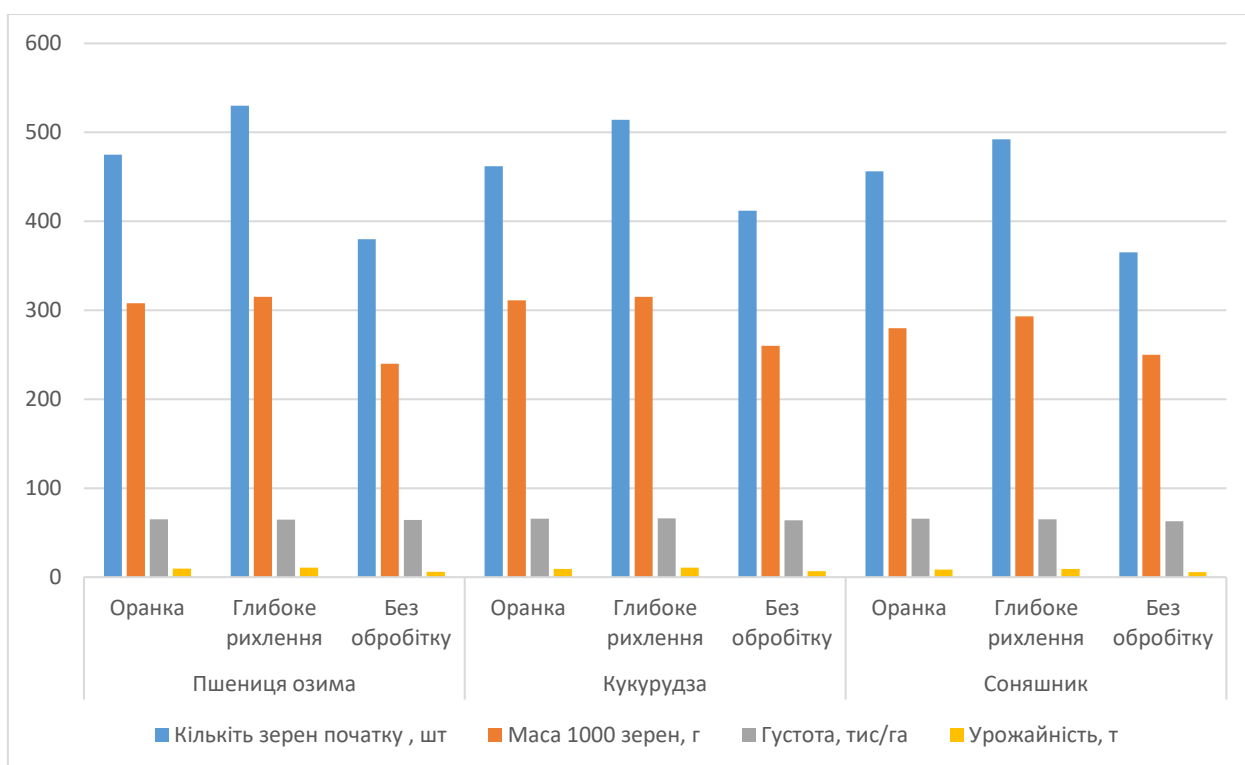


Рис. 3.9. Біологічна урожайність кукурудзи

Для обчислення біологічної врожайності ми використали дані про кількість зерен у качані, масу 1000 зерен, а також густоту стояння рослин на момент збирання.



Рис. 3.10. Облік урожаю гібриду ДКС3939.

Аналіз рис 3.10 показує, що серед методів обробітку ґрунту найбільш ефективним виявився варіант з використанням глибокого безполицевого рихлення. У цьому випадку кількість зерен у качанах була більшою для всіх попередників: 530 шт після озимої пшениці, 514 шт після кукурудзи та 492 шт після соняшнику. Зерна в качанах виявилися більш заповненими, про що свідчить маса 1000 зерен. Відповідно, урожайність була суттєво вищою — 10,8 т/га, 10,6 т/га та 9,3 т/га залежно від попередника.

Залежність урожайності кукурудзи від обробітку ґрунту та попередників,
т/га, середнє за 2023-2024 р.р.

Попередник	Заходи обробітку ґрунту		
	Оранка , т/га	Рихлення, т/га	Без обробітку, т/га
Пшениця озима	9,12	10,22	6,31
Кукурудза на зерно	9,03	9,85	6,76
Соняшник	8,5	9,12	5,9

Варіант без обробітку продемонстрував найгірші результати за всіма попередниками. Особливо низька врожайність спостерігалася після соняшнику — всього 5,7 т/га.

Таким чином, найвищий врожай — 10,8 т/га — був отриманий при застосуванні глибокого плоскорізного рихлення на глибину 25-30 см за умови попередника озимої пшениці.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСЛІДУ

Під час проведення дослідження були понесені витрати на ПММ, посівний матеріал, засоби захисту рослин, добрива, запчастини для агрегатів, тракторів та інші матеріали. Однак, у порівнянні з диференційованим і недиференційованим внесенням добрив, основним показником економічної ефективності стали витрати на добрива. Порівняльні дані дослідження представлені на рис. 4.1.

З рис. 4.1 видно, що вирощування кукурудзи на зерно є досить затратним процесом. Витрати на оранку залежать від попередника і складають від 31,342 грн/га після соняшнику до 26,780 грн/га після озимої пшениці. Високостебельні попередники потребують більш уважного внесення залишків у ґрунт. Однак ці витрати виправдовуються збільшенням врожайності, що забезпечує прийнятну рентабельність на рівні 62,6% і 64,3%.

Глибоке рихлення також показує добрі результати, адже воно дозволяє отримувати вищі врожаї після озимої пшениці та кукурудзи на зерно, що, в свою чергу, призводить до високої рентабельності — 57,2% і 65,1%.

Таким чином, можна зробити висновок, що глибоке рихлення забезпечує найбільший приріст урожаю, хоча витрати на цю технологію вищі, проте це є більш вигідним рішенням. Відсутність основної обробки ґрунту під кукурудзу призводить до втрати в середньому 3 тонни врожайності через погіршене накопичення вологи, створення ущільнення, підвищення кількості патогенів і шкідників у верхніх шарах, зростання бур'янів та гірше прогрівання ґрунту, що затримує вегетацію.

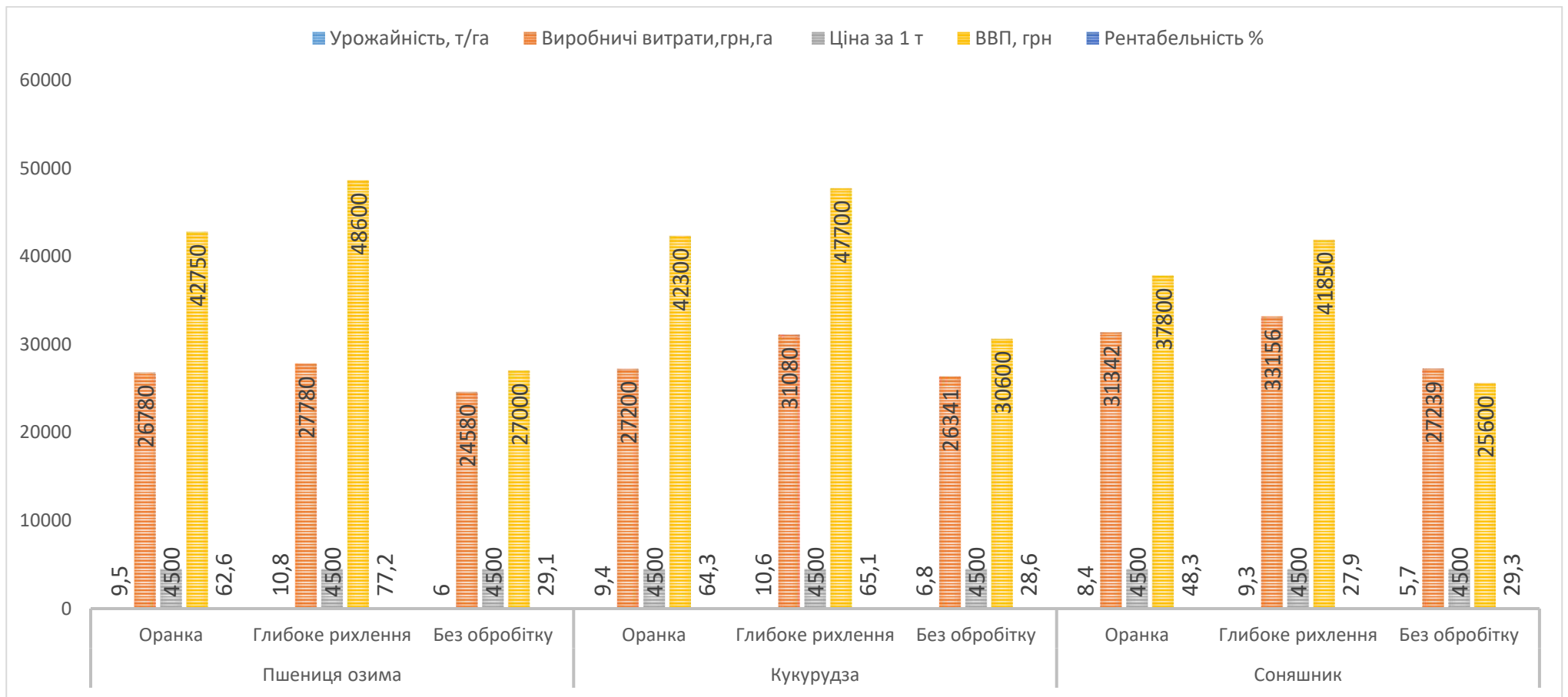


Рис. 4.1. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно за різних заходів обробітку ґрунту та попередників, грн/га, середнє за 2023-2024 р.р.

ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі на тему: «Наукове обґрунтування та оцінка заходів обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно у ТОВ “Альфа-Агро” КВГ Черкаської області » представлені результати дослідження заходів основного обробітку ґрунту на фоні двох попередників, зокрема їхнього впливу на ґрунтові характеристики, умови росту та розвитку рослин, а також на урожайність.

1. Після озимої пшениці всі заходи обробітку ґрунту призводять до найменшої твердості в верхньому шарі 0-10 см: 724 кПа при оранці, 839 кПа при глибокому безполицевому рихленні та 930 кПа без обробітку. Після кукурудзи на зерно ці значення підвищуються з 759 кПа при оранці до 939 кПа без обробітку. Після соняшнику ці показники стають ще вищими. У шарах ґрунту на глибинах 30 та 50 см спостерігається збереження тієї ж тенденції.
2. Упродовж усього вегетаційного періоду в середньому за два роки досліджень вологість ґрунту залишалася дуже низькою, становлячи 140-120 мм у метровому шарі. Особливо посушливим був період другої половини вегетації кукурудзи на зерно та її дозрівання в 2024 році. Варто зазначити, що в умовах без обробітку після пшениці озимої запаси вологи виявилися вищими на 15-20% порівняно з оранкою.
3. На всіх варіантах експерименту на початку вегетації кількість бур'янів була значною, перевищуючи 100 штук. Обробіток ґрунту, включаючи глибоке рихлення безполицевими знаряддями та варіант без обробітку, призвели до значного збільшення забур'яненості. Зокрема, в контрольному варіанті було 137 рослин/м², у варіанті з глибоким рихленням — 175 рослин/м², а в безобробітковому — 215 рослин/м². Наприкінці вегетації їх кількість зменшилась приблизно вдвічі, з перевагою оранки на фоні пшениці озимої. На початку вегетації контроль демонстрував масу бур'янів у 143 г/м², глибоке рихлення — 267 г/м², а без обробітку — 329 г/м². До завершення вегетації ці показники зменшились, але при глибокому рихленні вони

залишались на 75% вищими за контроль, тоді як у варіанті без обробітку — майже удвічі.

4. Густота рослин становила від 66 тис./га після оранки та пшениці озимої до 63 тис./га після соняшнику без обробітку. Серед попередників контроль, пшениця озима, залишається перспективним, оскільки її показники по повторній кукурудзі та соняшнику нижчі на 6-10% залежно від варіанту.
5. Найвищий урожай — 10,8 т/га було досягнуто за умов глибокого безполицевого рихлення на 25-30 см із використанням попередника пшениці озимої.
6. Витрати на вирощування за оранки в усіх попередниках були значними — від 31,342 грн/га після соняшнику до 26,780 грн/га після пшениці озимої. Високостебельний попередник вимагає більш ретельного внесення залишків у ґрунт. Проте ці витрати компенсуються збільшенням урожаю та забезпечують хорошу рентабельність — в межах 62,6% та 64,3%
7. Усе вищезазначене свідчить про те, що в умовах ТОВ “Альфа-Агро” КВГ Черкаського району, Черкаської області найефективніше застосовувати оранку або глибоке безполицеве рихлення на глибину 25-30 см. Технологія вирощування кукурудзи без обробітку ґрунту виявляється менш вигідною. Серед попередників рекомендується використовувати пшеницю озиму.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У умовах ТОВ “Альфа-Агро” КВГ Черкаської області, на чорноземах опідзолених з вмістом гумусу 4,3%, для досягнення урожаю зерна кукурудзи гібриду ДКС3939 в обсязі 10,8 т/га та рентабельності 77,2% рекомендовано вирощувати її після озимої пшениці з застосуванням глибокого безполицевого рихлення на 25-30 см.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авраменко Р.А., Кірсанова Г.В.. Визначення біологічного врожаю основних сільськогосподарських культур: Навчальний посібник /Дніпропетр. держ. агр. ун-т. Дніпропетровськ, 2004. 84с.
2. Андрієнко А., Дергачов Д., Кузьмич В., Токар Б. Гібриди кукурудзи – такі схожі, такі різні. Агроном. 2015. №1(47), лютий. С. 130–138.
3. Анішин Л.П. Особливості кукурудзи. Агроперспектива. 2007. №5. С. 16–18.
4. Бойко П., Коваленко Н. Традиційно й по «нулю». Farmer (the Ukrainian). 2017. №3(87), березень. С. 14–16.
5. Вожегова Р.А., Дробіт, О.С., Шебанін В. С. Дробітько А.В. Вплив агротехнічних прийомів на продуктивність та якісні показники зерна кукурудзи. Науково практичні основи формування інноваційних агротехнологій – новітні підходи молодих вчених : зб. матер. міжнар. наук.-практ. online конф. молодих вчених, м. Херсон : ІЗЗ НААН, 2020. 48–49 с.
6. Гаврилюк В.М. Гібриди кукурудзи: грані проблеми. Насінництво. 2015. № 3/4. С. 4–7.
7. Гангур В. В. Вплив мінеральних та органічних добрив на урожайність кукурудзи на зерно. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2002. № 1. С. 21–22.
8. Гень С. П. Урожайність зерна кукурудзи залежно від систем удобрення і обробітку ґрунту. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2011. № 1. С. 117–124.
9. Говенько Р. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування елементів структури врожаю гібридів кукурудзи. Збірник наукових праць “Агробіологія”. 2022. №2 (174). С. 112–121.
10. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 288 с.
11. Землеробство з основами ґрунтознавства / С.П. Танчик, В.М. Рожко, О.Ю. Карпенко- Київ, Прінтеко, 2020.- 443 с.

12. Зінченко О. І. Кормовиробництво: Навчальне видання. 2-е вид., доп. і перероб. К.: Вища освіта, 2005. 448 с.: іл..
13. Зінченко О. І., Салатенко В. Н. Рослинництво Білоножко М. А. К.: Аграрна освіта, 2001. 591 с.
14. Іващенко О.О. Перспективи вирощування кукурудзи і сорго. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2011. № 12. С. 38-41.
15. Каленська С. М., Говенько Р. В. Особливості формування рослин кукурудзи залежно від удобрення, гібриду та метеорологічних чинників. Рослинництво ХХІ століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 25–26 вересня 2019 року: тези доповіді. Київ, 2019. С. 84–85.
16. Каленська С. М., Таран В. Г., Данилів П. О. Особливості формування урожайності гібридів кукурудзи залежно від удобрення, густоти стояння рослин та погодних умов. Таврійський науковий вісник. 2018. № 101. С. 42–49
17. Камінський В.Ф., Асанішвілі Н.М. Економічна ефективність технології вирощування кукурудзи різного рівня інтенсивності. Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 3.С. 27-34.
18. Котельников Д. І. Ефективність способів обробітку ґрунту та живлення посівів кукурудзи на півдні України : автореф. на здобуття вченого ступеня канд. с.-г. н за спеціальністю: 06.01.02. «Землеробство» Херсон, 2015. 23 с.
19. Котченко М.В., Румбах М.Ю. Вплив елементів технології на урожайність зерна кукурудзи. Бюлетень інституту зернового господарства УААН. Дніпропетровськ, 2008. №33-34. С. 164-167,
20. Лавриненко Ю.О., Плоткін С.Я. та ін. Адаптивна характеристика нових гібридів кукурудзи. Таврійський науковий вісник: збірник наукових праць ХДАУ. Херсон : Айлант, 2007. Вип. 52. С. 76–82.

21. Лихочвор В. В., Проць Р. Р. Кукурудза : навч.-практ. вид. Львів : Українські технології, 2002. 48 с.
22. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Укр. технології», 2006. 730 с
23. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.,
24. Мазур В. А., Шевченко Н. В. Вплив технологічних прийомів вирощування на формування якісних показників зерна кукурудзи. Сільське господарство і лісівництво. Вінниця, 2017. №6, т. 1. С. 7–14
25. Мерко І. Т. Моргун В. А.. Наукові основи технології зберігання і переробки зерна. Одеса, 2001. 207 с.
26. Мокрієнко В.А. Мінеральне живлення кукурудзи. Агроном. 2009. №2. С. 102-104.
27. Молдован В.Г., Галиш Ф.С., Молдован Ж.А., Войтов О.Д. Рекомендації по вирощуванню кукурудзи на зерно в агроформуваннях Хмельницької області. УААН, Хмельниц. держ. с-г. дослід. ст. Самчаки. 2008. 18 с.
28. Наумов Є., Болтик Н., Чернищенко О. Вплив удобрення на зміну густоти посівів кукурудзи в умовах Північного Сходу України. Матеріали XV Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (19-20 вересня 2023 року). С. 74-77.
29. Оничко В.І., Наумов Є.О., Сенік І.І. Урожайність кукурудзи на зерно залежно від форм і норм азотних добрив в умовах північного сходу України. *Вісник Сумського національного університету*. Серія «Агрономія і біологія», випуск 2 (52), 2023. С. 72-77.
30. Основи землеробства і рослинництва Видання друге, доповнене і перероблене: навчальний посібник /С.П. Танчик, В.М. Рожко, О.Ю. Карпенко, А.А. Анісімова - Київ, НУБіП України, 2019.- 259 с.

31. Основи землеробства і рослинництва С.П. Танчик, В.М. Рожко, О.Ю. Карпенко, А.А. Анісімова Київ, НУБіП України, 2018.- 239 с.
32. Основи землеробства і рослинництва: Підручник/ С.П. Танчик, В.М. Рожко, О.Ю. Карпенко, А.А. Анісімова / За ред. С.П. Танчика.- Київ: видавництво НУБіП України, 2022.
33. Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Каленська С. М., Єрмакова Л. М. Біологія та екологія сільськогосподарських рослин. Вінниця, 2013. 636 с
34. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с..
35. Пащенко Ю. М., Борисов В. М., Шишкін О. Ю. Адаптивні і ресурсозбережні технології вирощування гібридів кукурудзи : монографія. Д. : АРТ-ПРЕС, 2009. 224 с
36. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підруч. Львів : НВФ "Українські технології", 2020. 806 с.
37. Попович І.А., Навроцька Н.Б. Довідник кукурудзівника. Ужгород, видавництво «Карпати», 1986. 168 с.
38. Рогач С. М., Суліма Н. М., Гуцул Т. А., Ярема Л. В. Економіка сільського господарства: Навчальний посібник. Київ: ЦП "Компринт", 2018. 517 с.
39. Романенко М. Технологія вирощування кукурудзи. Рекомендації. KWS 150-річний досвід в селекції і насінництві с.-г. культур. 2010. 58 с.
40. Сайко В.Ф., Лобас М.Г., Яновський І.В., Малієнко А.М. та ін. Наукові основи ведення зернового господарства. К. : Урожай, 1994. 336 с.).
41. Санін Ю.В. Вітаміни для рослин! Максимальне розкриття потенціалу гібридів кукурудзи компанії «Монсанто» завдяки застосуванню позакореневого підживлення добривами «Басфоліар» компанії «Адоб». Агроном. 2011. №4(34). С. 28–29.

42. Свидинюк І. М., Асанішвілі Н. М., Величко В. П. Продуктивність гібридів кукурудзи залежно від технологічних факторів у північному Лісостепу. Землеробство. 2006. №. 78. С. 40–46
43. Танчик С. П., Мокрієнко В. А. Формування оптимальної площі асиміляційної поверхні – запорука високих врожаїв зерна кукурудзи. Хімія. Агрономія. Сервіс. 2008. № 4. С. 12.
44. Танчик С.П., Центилю Л. В. Особливості удобрення кукурудзи за її вирощування на чорноземі типовому в Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2017. №. 269. С. 74–83
45. Технологія виробництва продукції рослинництва: навчальний посібник / Ю.П. Манько, С.П. Танчик, О.А. Цюк, О.Ю. Карпенко, В.М. Рожко., В.М. Дудченко- Київ: НУБіП України, 2019.- 220 с.
46. Трибель С.О., Стригун О.О., Ретьман С.В. Вдосконалена система захисту посівів кукурудзи, вирощуваних на зерно та насіння. Насінництво. 2011. № 5. С. 14–20.
47. Трубілов О. В. Зернова продуктивність гібридів кукурудзи залежно від способів обробітку ґрунту і мінерального живлення. Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України. 2012. № 3. С. 114–117.
48. Чернобай Л. ФАО кукурудзи: на що впливає та як обирати. Пропозиція. №1. 2020. URL: <https://propozitsiya.com/ua/fao-kukurudzy-na-shcho-vplyvaye-ta-yak-obyraty>.
49. Шевченко М., Шевченко О., Шевченко С. Епоха потепління і кукурудза. Farmer. 2014. №3(51), березень. С. 42–44.
50. Шпаар Д. та ін. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання. К. : Альфастевія ЛТД., 2009. 396 с.
51. Щоткін В. Цариця полів. Зерно. 2013. № 4. С. 160–163.
52. Якунін О.П., Румбах М.Ю. Економічна і біоенергетична ефективність вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони

Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрного ун-ту. 2010. №1. С. 7-10.

53. Ярошко М. Значення фосфору у живленні сільськогосподарських культур. Агроном. 2013. № 3. С. 30–32.

54. Adaptation of various maize hybrids when grown for biomass. O.Y. Karpenko M.V. Radchenko, V.I. Trotsenko, A.O. Butenko, I.M. Masyk, Z.I. Hlupak, O.I. Pshychenko, N.O. Terokhina, V.M. Rozhko. Agronomy Research, 2022, 20(22), 404-413.
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57398171500>

55. Aslam M., Maqbool M.A., Cengiz R. Mechanisms of Drought Resistance. Drought Stress in Maize (*Zea mays* L.). 2015. pp.19-36. URL: https://www.researchgate.net/publication/318027018_Mechanisms_of_Drought_Resistance

56. Influence-of-Agricultural-Systems-on-Microbiological-Transformation-of-Organic-Matter-in-Wheat-Winter-Crops-on-Typical-Black-Soils. Olena Karpenko, Yevheniia Butenko, Valentina Rozhko, Oksana Sykalo, Alla Kustovska, Viktor Onychko, Dmytro S. Tymchuk, Vasyl Filon- Journal of <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57398171500>

57. Influence of Cultivation Technology on the Growth and Development of Sweet Corn Plants of Hybrid Moreland F1. Ivan Salatenko Yaroslava Hryhoriv, Sergey Butenko, Anna Hotvianska, Nataliia Nozdrina, Valentina Rozhko, Olena Karpenko, Oksana Sykalo, Alla Kustovska, Valentina Toryanik. Ecological Engineering & Environmental Technology, 2022, 23(6), 104–110.. <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57398171500>

58. Parkhomenko M.M., Lychuk A.I., Butenko A.O., Karpenko O.Yu., Rozhko V.M., Tsyz O.M., Chernega T.O., Tymoshenko O.P., Chmel O.P. Nitrogen balance in short crop rotations under various systems for restoring sod-podzolic soil fertility. Ukrainian Journal of Ecology. 2021. 11(2). С. 67-71.

59. Szulc P., Bocianowski J., Kruczek A., Szymańska G., Roszkiewicz R. Response of two cultivar types of maize (*Zea mays* L.) expressed in protein

content and its yield to varied soil resources of N and Mg and a form of nitrogen fertilizer. Polish Journal of Environmental Studies. 2013. T. 22. №. 6. P. 1845–1853.