МОН УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
(УНУС)

Факультет агрономії
Кафедра загального землеробства

Допущено до захисту
«____» _____ 2023 р.
Зав. кафедри, к.с.-г.н., доцент
_____ Олександр КАРНАУХ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ступеня вищої освіти магістр

ПОРІВНЯЛЬНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ОРАНКИ ТА ЧИЗЕЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД КУКУРУДЗУ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ

Виконав: студент ІІ курсу, групи 27 м-а
спеціальності 201 Агрономія
СЕРЕДНІЙ Анатолій Миколайович

Керівник: НАКЛЬОКА Юрій, к.с.-г.н., доцент

Умань – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП		4
РОЗДІЛ 1.	СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)	6
РОЗДІЛ 2.	ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
РОЗДІЛ 3.	УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	15
	3.1. Характеристика ґрунту	15
	3.2. Погодні умови	16
	3.3. Схема досліду	16
	3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи	17
	3.5. Методика проведення досліджень	17
РОЗДІЛ 4.	РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
	4.1. Вплив мінімалізації обробітку ґрунту на його щільність	19
	4.2. Запаси доступної вологи за різних варіантів основного обробітку ґрунту	23
	4.3. Забур'яненість посівів за різних варіантів основного обробітку ґрунту	28
	4.4. Формування врожаю та урожайність кукурудзи за різних варіантів основного обробітку	31
РОЗДІЛ 5.	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	34
РОЗДІЛ 6.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	36
	6.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек при обробці та зберіганні кукурудзи	36
	6.2. Охорона навколишнього середовища при мінімалізації	

основного обробітку ґрунту 38
ВИСНОВКИ 41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 42
ДОДАТКИ 47

ВСТУП

На сучасному етапі розвиток землеробства призводить до катастрофічного руйнування ґрунтового покриву: практично зникли в результаті вітрової й водної ерозії надпотужні гумусові чорноземи. Цьому ж сприяє й те, що відвальна оранка посилює біологічне розкладання гумусу. З розвитком науково-технічного прогресу в сільському господарстві ситуація зовсім не покращала: посилення механічного й хімічного впливу на ґрунт призвело до агрофізичної деградації. Це виявилось у погіршенні структури ґрунту, зменшенні водопроникності й польової вологоємності: за холодний період року у ґрунті зараз запасів вологи на гектарі в метровому шарі на 600–660м^3 менше, ніж відразу після оранки, наприклад, цілинного степу. І дотепер людина ще не усвідомила, що втрата ґрунту – основної складової природних систем – призводить до посилення екологічної кризи (забруднення навколишнього середовища й опустелювання територій) і, як наслідок, дестабілізації сільського господарства [1].

Тому для збереження природної родючості ґрунтів необхідно розвивати нові технології на основі мінімізації таких операцій, як основний обробіток, культивація, посів, внесення добрив і пестицидів тощо.

Отже, система обробітку ґрунту повинна не тільки створювати сприятливі умови для росту та розвитку культурних рослин, підвищувати родючість ґрунту, бути енергозберігаючою і ґрунтозахисною, але й забезпечувати високу проти бур'янову ефективність, максимальну можливість саморегулювання агрофітоценозів у напрямі зниження забур'яненості [2].

Упродовж останніх десятиріч серед науковців і практиків обговорюються питання щодо переваг альтернативних способів обробітку ґрунту: обертати чи не обертати оброблювальний шар, чи їх поєднувати. Один з показників оцінки цих способів – проти бур'янова ефективність. Більшість учених відмічає збільшення забур'яненості посівів за умови обробітку ґрунту без обертання пласта, а деякі сумніваються в необхідності його перевертання. Альтернативою

є часткова або повна заміна полицевих обробітків різноглибинним безполицевим розпушуванням у сівозміні [3].

Мета і завдання досліджень. Визначити ефективність різних способів основного обробітку ґрунту (полицевого і безполицевого) під кукурудзу на зерно за агротехнічними й економічними показниками.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні завдання: визначити вплив видів основного обробітку ґрунту на елементи структури врожаю кукурудзи та урожайність її зерна; визначити економічну ефективність різних способів основного обробітку ґрунту під кукурудзу на зерно.

Особистий внесок в опрацюванні наукової літератури за темою досліджень, систематизації отриманих результатів і формуванні правильних висновків.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи відбувалась під час засідання наукового студентського гуртка кафедри загального землеробства, а за результатами роботи була опублікована статтю у збірнику Всеукраїнської науково-практичної конференції (Додаток А).

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕННЯ ПИТАНЬ З ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ (огляд літератури)

Кукурудза відноситься до найпродуктивніших зернових культур сучасного рослинництва, яка характеризується універсальністю призначення може вирощуватись у різних ґрунтово-кліматичних умовах світу з продовольчим, кормовим, енергетичним промисловим використанням зерна, зеленої і силосної маси. До країн з широким розповсюдженням кукурудзи до недавнього часу відносилась і Україна. Однак, в останні 25–30 років відзначено різке скорочення посівних площ та валових зборів досліджуваної культури, що можна пояснити комплексним впливом багатьох чинників, зокрема змінами організаційної та господарської структури сільськогосподарської галузі в країні, зменшення обсягів виробництва у тваринницькій галузі, проявом негативної динаміки на внутрішньому ринку, порушення в агротехнологічному процесі виробництва зерна та кормів з кукурудзи, дефіцит фінансових та інших ресурсів. Так, у 2004 році загальна площа під цією культурою склала 2,48 млн. га, а у 2005 році знизилася до 1,78 млн. га або на 30,6% [4]. Процес зменшення посівних площ під кукурудзу зумовлений, в першу чергу, попитом тваринницької галузі. Якщо у 1990 році в Україні на фуражні цілі використовували 28,0 млн. т. зерна, то у 2004 році на годівлю тварин цей показник знизився до 14,0 млн. т [5, 6].

Одночасно особливості погодних умов та певні економічні чинники призвели до суттєвого скорочення площ під озимину, що викликало тенденцію до збільшення площ під ярими культурами з метою отримання необхідного валового виробництва зерна, в тому числі і кукурудзи [7, 8].

Доведено, що максимально реалізувати потенціал продуктивності гібрида кукурудзи, закладений на генетичному рівні, можливо лише за створення умов збалансованого водного та мінерального живлення посівів, оптимального

теплового і світлового режимів. Дослідженнями доведено, що за високого рівня агротехніки, сучасні вітчизняні гібриди в умовах півдня України на зрошенні здатні забезпечити врожаї зерна кукурудзи до 12–16 т/га [9].

На сьогоднішній день Україна посідає чільне місце серед провідних розвинених країн світу за економічними показниками аграрного сектору, отримавши звання виробника-експортера зерна кукурудзи. Так, в 2016 році в нас було отримано валовий збір зерна культури близько 26 млн тон. Це перевищило попередній показник на 18%. За результатами посівної кампанії 2016 року найбільшими регіонами, що сіють кукурудзу, є Полтавська (486,7 тис. га), Кіровоградська (392,6 тис. га), Дніпропетровська (387,5 тис. га), Черкаська (347,9 тис. га), Вінницька (326,2 тис. га) Харківська (325,3 тис. га) області. Щорічно площі посіву кукурудзи збільшуються по всіх областях України [10].

Як просапна культура, кукурудза – гарний попередник у сівозміні, сприяє зменшенню забур'яненості посівів, знижує небезпеку від пошкодження різних сільськогосподарських культур, зокрема зернових, від найнебезпечніших збудників хвороб та шкідників. При збиранні на зерно є гарним попередником для зернових, а при вирощуванні на зелений корм – чудовою парозаймаючою культурою. Кукурудза належить до найкращих попередників для багатьох інших культур, проте слід зауважити, що для озимих культур вона допустимий попередник, що пов'язано з її великим вегетаційним періодом та неможливістю якісно підготувати ґрунт під наступну культуру сівозміни [11].

З точки зору біологізації сучасного рослинництва і землеробства кукурудза має безперечні переваги, оскільки формує велику листостеблову масу, яка при вирощуванні на зерно залишається на полі, потрапляє в ґрунт, суттєво збільшує вміст в ньому органічної речовини, що, в кінцевому випадку, підвищує родючість ґрунту. [12].

Кукурудза (Zea-mays L.) – однорічна рослина, роздільностатева, перехреснозапильна, класу однодольних (Momocotyledanae), порядку Poales, родини злакових (Poaceae), роду Zea підродини просоподібних. За сучасною

класифікацією має 8 підвидів: розлусна (everta Sturt.); крохмалиста (amylacea Sturt.); зубоподібна (indentata Sturt.); кремениста (indurata Sturt.); цукрова (saccharata Sturt.); воскоподібна (ceratina Kulesch.); крохмалисто-цукрова (amyleo-saccharata Sturt.); плівчаста (tunicata Sturt.) [13].

Маючи велику надземну й підземну біомасу кукурудза істотно відрізняється за біологічними параметрами від багатьох інших зернових культур, у першу чергу, потужним розвитком вегетативних органів – стебел, листків, коренів. Коренева система кукурудзи – мичкувата, дуже розвинута, проникає у ґрунт на глибину до 1 м, іноді – до 1,5–2 м, головний корінь відсутній. Скоростиглі низькорослі гібриди кореневу систему розвивають на меншу глибину і ширину, ніж високорослі пізньостиглі гібриди. З підземних вузлів утворюються первинні корінці, що розвиваються безпосередньо з насіння, формуючи потужну кореневу систему, а також додаткові корені, які утворюються у вузлі кущення формують розгалужену вторинну кореневу систему [14].

Кукурудза – рослина з роздільним суцвіттям, будовою своїх суцвіть відрізняється від інших злаків. Чоловіче (пилякове) суцвіття – волоть, жіноче (маточкове) – качан. На рослинах формується різна кількість продуктивних качанів, що залежить від генетичних особливостей, погодних умов, впливу агротехнологічних чинників, проте форма качанів найбільшою мірою залежить від генотипу рослин й найчастіше буває циліндричною або слабоконусоподібною. У кожному качані кількість рядів зерен становить від 8 до 20, але інколи досягає й 30, а число зерен у качані коливається від 400 до 800. Зернівка кукурудзи – односім'яний плід, складається з зародку, ендосперму і оболонок (плодової і насінної). Маса 1000 зерен у мілкосім'яних гібридів складає 100–150 г, крупносім'яних — 300–400 г [15].

Залежно від ботанічної групи гібриду зернівки мають різне забарвлення: біле, кремове, жовте, оранжеве, червоне, що є сортовою ознакою. У деяких гібридів зерно має усі відтінки вказаних кольорів, навіть чорний [16].

Розрізняють п’ять груп стиглості гібридів кукурудзи: ранньостиглі (ФАО

100–200 – період вегетації становить 90–100 днів), середньоранні (ФАО 201–300 — 105–115 днів), середньостиглі (ФАО 301–400 — 115–200 днів), середньопізні (ФАО 401–500 — 120–130 днів), пізньостиглі (ФАО 501–600 — 135–140 днів) [17].

Кукурудза – теплолюбна культура, однак вимоги її до тепла в окремі періоди росту і розвитку різняться. В польових умовах оптимальною для проростання насіння і появи сходів є температура ґрунту 10,0–12,0ºС. Температура ґрунту 7,0–11,0ºС сприяє отриманню сходів кукурудзи впродовж 15–17 днів, а за температури 12,0–15,0ºС сходи з'являються вже через 10–12 днів. Різке зниження інтенсивності росту спостерігається за температури 14,0–15,0ºС, а за 10ºС – ріст припиняється. Максимальна температура, за якої припиняється ріст рослин культури — 45,0–47,0ºС. Дуже чутлива кукурудза до осінніх приморозків. Зелене листя пошкоджується навіть при позитивній температурі дуже близької до нуля, а стебла і качани – за температури мінус 2,5–3,0ºС. Невеликі мінусові температури ушкоджують і стигле надмірно вологе зерно [18].

Польовими дослідами [19] встановлено, що кукурудзі для формування високих і якісних врожаїв за період вегетації необхідно 450–600 мм опадів – у середньому надходження 1 мм атмосферних опадів достатньо для формування 20 кг зерна досліджуваної культури. У першій половині вегетації рослини культури менш вимогливі до вологи, до формування 7–8-го листка випадків нестача вологи для росту кукурудзи майже не проявляється. Вивчивши реакцію культури на ранню посуху, вчені дійшли висновку, що найбільш критичною є довготривала посуха у період від сходів до початку викидання волотей.

З іншого боку, недостатня кількість вологи в ґрунті в період найбільшої потреби в ній для кукурудзи, особливо в поєднанні з повітряною посухою, спричиняє в'янення рослин, зниження фотосинтетичної активності, передчасне підсихання листків, порушення процесів запліднення формування зерна. За вегетаційний період одна рослина кукурудзи витрачає приблизно 200 літрів води [20].

Отже, одним із важливих завдань агротехніки вирощування кукурудзи є збереження вологи у ґрунті. Досить густі посіви кукурудзи утримують вологість повітря на високому рівні, що є одним із чинників, які сприятливо впливають на водний баланс кукурудзи [21].

Найвищі врожаї зерна кукурудза формує на темно-каштанових ґрунтах, чорноземах, суглинкових і супіщаних, а також заплавних ґрунтах. Недоцільно вирощувати кукурудзу на малопродуктивних ґрунтах, з низьким вмістом поживних речовин, підвищеною кислотністю, важким механічним складом та переущільненням, а також на засолених і заболочених площах [8].

Гібриди кукурудзи значно різняться за вегетаційним періодом, а звідси і за потребою в теплі, воді, поживних речовинах і світлі. Різними є ці потреби кожного гібриду і впродовж вегетаційного періоду. Визначення термічних показників різних за скоростиглістю гібридів кукурудзи і забезпеченості кожної кліматичної зони теплом дають можливість науково обґрунтувати їх районування визначити найбільш продуктивні сортозразки для певних ґрунтово-кліматичних умов [22].

Подальше підвищення виробництва зерна кукурудзи можливе за рахунок удосконалення технології вирощування, що дозволить підвищити врожайність на вже чинних площах. Виходячи з нової стратегії виробництва зернових культур, в Україні передбачається довести виробництво кукурудзи до 30 млн т, з яких майже 20 млн т планується експортувати [23].

На сьогодні волога залишається одним із лімітуючих факторів отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур загалом і кукурудзи зокрема. Нестача вологи, як правило, характеризується посухою, що буває різного характеру і спричиняє шкоду кукурудзі в різні етапи її розвитку [24].

Для нормального росту та розвитку рослинам кукурудзи потрібні макро- та мікроелементи, тому що неповноцінне мінеральне живлення може спричинити гальмування процесів листоутворення, погіршують запліднення під час цвітіння, викликають порушення формування наливу зерна, що дуже негативно відображається на врожайності та якості зерна досліджуваної культури.

Нестача азоту найбільше затримує ростові процеси, фосфору – пригнічує розвиток кореневої системи репродуктивних органів, калію – уповільнення процесу фотосинтезу [25].

Щоб розрахувати кількість добрив на запланований врожай насіння кукурудзи, потрібно для кожного локального масиву враховувати наявність доступних для рослин кукурудзи сполук азоту, фосфору і калію в ґрунті, коефіцієнт їх використання рослинами, частки використання добрив у рік їх внесення інші природні антропогенні фактори. Основну частину фосфорних та калійних добрив вносять під зяблеву оранку, азотні – під весняну культивацію і при підживленнях [26].

Рано навесні ґрунт вирівнюють і проводять ранньовесняне боронування передпосівну культивацію на глибину загортання насіння. Сіють кукурудзу на глибину 5–7 см при прогріванні ґрунту до +10–14,0°С, при цьому використовують міжряддя 70 см. Позитивний вплив відзначено за внесення одночасно з сівбою фосфорних добрив – у середньому 10–20 д.р./га, що повною мірою задовольняє потереби рослин на перших етапах росту й розвитку [27].

Важливу роль у підвищенні врожайності поліпшенні якості зерна кукурудзи відіграє правильний добір гібридів для вирощування. Відповідно до висновків вітчизняних науковців, протягом найближчих років весь світовий приріст виробництва продукції рослинництва буде досягнуто за рахунок селекції, тобто нових сортів та гібридів, їх корисних властивостей якісних показників [28].

Застосування сучасних високопродуктивних гібридів кукурудзи інтенсивного типу з високими показниками біологічної продуктивності та адаптивності дозволяє підвищити врожайність зерна та зменшити показники збиральної вологості, що має вагоме значення з точки зору ресурсоощадності. Актуальними є вивчення і добір сучасних гібридів з метою встановлення їх адаптивних властивостей у конкретних природно-кліматичних умовах, що є важливим фактором повноцінного використання генетичного потенціалу і підвищення продуктивності зерна кукурудзи [29].

У системі агротехнічних заходів вирощування кукурудзи важливе місце займає норма висіву. При цьому слід враховувати показники його схожості планову густоту стояння рослин, яка є оптимальною для локальних умов кожного поля і сівозміни. Індивідуальний підхід з встановлення оптимальної густоти стояння рослин дозволяє повною мірою використати природні й агротехнічні ресурси, отримати високі, якісні та економічно обґрунтовані врожаї кукурудзи за використання інтенсивних, ресурсоощадних та біологізованих технологій вирощування [30].

В практиці світового землеробства оптимальну густоту стояння рослин кукурудзи різних груп стиглості необхідно визначати в польових дослідах і коригувати залежно від ступеню інтенсифікації агротехнологій, груп ФАО гібридів, даних агрохімічних досліджень вмісту поживних речовин в ґрунті, погодних умов у конкретні роки вирощування тощо [31]. Закордонними вченими встановлено, що оптимальна ступінь загущення кукурудзи для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої планети становить: Південна Африка — 17,5–20,0 тис. шт./га, США — 30–40; країни ЄС — 50–75 тис./га [32].

Ступінь загущення рослин кукурудзи значно впливає на темпи їх росту й розвитку. Деякі вчені [33] стверджують, що при загущенні в умовах неполивного землеробства формування генеративних органів і дозрівання запізнюється. Також є експериментальні дані [34], які доказують, що загущеність рослин скоростиглих гібридів, значно прискорює їх дозрівання. Такі суперечливі дані свідчать про те, що вплив густоти стояння на темпи росту і розвитку рослин проявляється по різному, що обумовлено агротехнічними, ґрунтово-кліматичними, а також морфо- біологічними особливостями гібридів кукурудзи [35].

Кукурудзі необхідна велика кількість поживних речовин. Вона виносить з ґрунту: азоту – до 240 кг/га, фосфору – понад 100 і калію біля 200 кг/га [36].

У польових дослідах встановлено, що на початкових етапах органогенезу кукурудзи (сходи — 4–5 листків) дуже важливе значення має високий фон азотного живлення. Крім того, у цей же час відзначено критичний період щодо

наявності фосфору, особливо при закладанні у досліджуваної культури 3–4 листків. В подальші фази росту й розвитку необхідно забезпечити посіви азотом у найважливіший період інтенсивного росту, який розпочинається за 15–20 днів перед цвітінням і завершується після цієї фази. Фосфорне живлення також необхідне рослинами наприкінці вегетації – починаючи від фази формування й наливу зерна. Також протягом майже всього вегетаційного періоду проявляються високі потреби рослин кукурудзи у калії – від початку сходів і до викидання рослинами волоті, при цьому критичний період у споживанні $К^2О$ відзначено у період утворення розвитку ниток качанів [37].

У дослідах університету штату Північна Кароліна (США) вивчали вплив азотних добрив на продуктивність кукурудзи. Вносили 60, 80, 100, 140 кг/га. Максимальна врожайність отримана при застосуванні N100N140, а строки внесення добрива не впливали на їх ефективність [38].

Дослідники Ansorage H., Jauert R. на ґрунтах північної Німеччини рекомендують вносити під кукурудзу: азоту — 80–110 кг/га, фосфору — 60–90 кг/га. Внесення азотно-фосфорних добрив дозволяє суттєво підвищити продуктивність рослин і значно збільшити економічну ефективність виробництва зерна кукурудзи [39].

Практично усі закордонні дослідники свідчать про позитивний вплив внесення добрив, на урожайність і якість зерна кукурудзи [40].

Таким чином, кожен з гібридів кукурудзи різних груп стиглості потребує встановлення оптимального ступеня густоти стояння рослин, забезпечення елементами мінерального живлення підбору оптимального варіанту основного обробітку ґрунту з метою отримання максимальної продуктивності посівів, повного використання ґрунтово-кліматичних умов та генетичного потенціалу рослин, підвищення економічної та енергетичної ефективності за зменшення антропогенного тиску на агроекосистеми. Недостатня вивченість вищенаведених актуальних проблем для умов Лісостепу України обумовила необхідність проведення відповідних досліджень з даного напряму.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

Кукурудза історично є однією з основних сільськогосподарських культур України. Утім, повномасштабне російське воєнне вторгнення в Україну внесло свої корективи: у сезоні 2022 року площі під цією культурою зменшилися на 30% – до приблизно 4,3 млн га. Висока вартість просушування, 5-разове здорожчання логістики, блокування морських портів, низька внутрішня ціна на зерно, а також дощова осінь (через це близько 10% кукурудзи залишається в полях у січні 2023 р.) сформували тенденцію до подальшого скорочення площ під кукурудзою. Так, за прогнозами, у 2023 році ці площі можуть зменшитися на 25–30% і становитимуть 3–3,5 млн га. Однак навіть за такої ситуації Україна зберігає за собою місце лідера у виробництві кукурудзи в Європі.

У наших дослідженнях було висіяно гібрид кукурудзи Р8904 (ФАО 280), який належить до лінійки Optimum® AQUAmax®. Гібрид вирізняється високою стресостійкістю на ранніх етапах розвитку, тому висівати його можна раніше за оптимальні терміни (8–9°С на глибині посіву з позитивним прогнозом), використовуючи різні технології обробітку ґрунту. Гібрид має гарні стартовий розвиток і толерантність до хвороб монокультури. Рослина дещо зависока (має 19 вузлів), але стебло міцне. Кріплення качана оптимальне (12-й вузол), тому ризики кореневого та стеблового полягання практично відсутні. Посухостійкість і вологовіддача Р8904, як і у всіх гібридів лінійки Optumum® AQUAmax®, – на високому рівні. На час збирання достатньо мати 65–70 тис./га, загущувати гібрид немає сенсу [41].

РОЗДІЛ 3

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Характеристика ґрунту

Ґрунтовий покрив поля чорнозем важко-суглинковий опідзолений на лесі, характеризується відносною гранулометричного та хімічного складу однорідністю за профілем, вилугованістю легкорозчинних солей, розподілу карбонатів типом ілювіальним а також значним нагромадженням поживних елементів в ґрунті.

Ґрунти відзначаються структурністю із кількістю агрегатів >10 мм — 21–25%, розміром 10–0,25 мм — 73–76%, <0,25 мм — 2–3%, великою кількістю водостійких агрегатів, які сприяють високому водо- і повітря проникненню та доброму прогріванню, рівномірному поглинанню вологи та хорошій віддачі її рослинам.

Ґрунт має сприятливі гідрологічні та фізичні властивості для вирощування кукурудзи.

З поглибленням ґрунту рівноважна щільність майже не змінюється, а вологість стійкого в'янення залежно від глибини дещо збільшується.

Чорнозем опідзолений відзначається глибоким заляганням карбонатів (115–120 см) та невисоким вмістом гумусу (3,3%). Ступінь насиченості ґрунту основами знаходиться в межах 81–97%, гідрологічна кислотність 1,8–2,0 смоль/кг ґрунту, реакція ґрунтового розчину слабокисла ($pH_{сол}$ 6,0), вміст обмінного калію та рухомих форм фосфору (за Чіриковим) 80–112 мг/кг ґрунту, лужногідролізованих сполук азоту (за Корнфілдом) 80–108 мг/кг ґрунту [42].

Загалом ґрунт поля в господарстві відмічається за фізичними та гідрологічними властивостями високою родючістю є придатний для вирощування кукурудзи.

3.2. Погодні умови

Згідно даних метеостанції Умань (додаток Б), у 2021–2022 сільськогосподарському році випало 418,6 мм опадів, що на 149,4 мм менше відносно середньобагаторічного значення. За осінньо-зимовий період першого року досліджень випало у вигляді дощів та снігу 298,3 мм опадів, що перевищило значення наступного року, та середньобагаторічне на 40,3 мм.

Впродовж вегетаційного періоду кукурудзи надійшло у вигляді дощу 158,4 мм опадів, що на 177,6 мм менше відносно середньобагаторічного значення.

У 2022–2023 сільськогосподарському році за осінньо-зимовий період випало лише 263,8 мм опадів, що значно менше відносно середньо багаторічного навіть попереднього року дослідження. Впродовж вегетаційного періоду надійшло 230,9 мм опадів, а це більше ніж попереднього року. Проте, урожайність кукурудзи за такої кількості опадів була нижчою. Це пов'язано з тим, що дана кількість вологи надходила в ґрунт за 3–4 дні, а решту часу спостерігалась засуха, а тому використання опадів було неефективним. До того ж цей рік переважав попередній середньобагаторічний за температурним режимом на 1,0 та 3,2^{0}С. Особливо посушливими були липень та серпень – період формування качанів, та наливу зерна кукурудзи.

Отже, за погодними умовами 2023 рік був набагато сприятливішим для вирощування кукурудзи ніж попередній 2022 рік.

3.3. Схема досліду

Наші дослідження, з вивчення впливу основного обробітку ґрунту на урожайність кукурудзи, проводились в 5-пільній сівозміні на дослідному полі кафедри загального землеробства Уманського НУС. Попередником кукурудзи був ячмінь ярий. Схема досліду передбачала вивчення наступних основних обробітків ґрунту:

1. Оранка на 25–27 см (контроль)

2. Оранка на 20–22 см

3. Чизельний обробіток на 25–27 см

4. Чизельний обробіток на 20–22 см

	I варіант	II варіант	III варіант	IV варіант
I повторення				
II повторення				
III повторення				

Рис. 1. Схематичне розміщення варіантів досліду

Розміщення варіантів у досліді систематичне, повторення триразове.

3.4. Агротехніка вирощування кукурудзи

Агротехніка вирощування кукурудзи у нашому досліді була наступна:

1. Після збирання попередника, проводили дискування стерні лущильником ДУКАТ-3 на глибину 5–6 см.

2. Основний обробіток проводили згідно схеми досліду наступними агрегатами: плугом ПО-4-35; чизелем ГРЗ–2,4.

3. Навесні проводили вирівнювання ґрунту важкими боронами ЗБН–6Т на всіх варіантах досліду.

4. Передпосівну культивацію на цих варіантах виконували в день сівби культиватором КПС-6 на глибину загортання насіння.

5. Сівбу у варіантах досліду виконували сівалкою Веста 8 (УПС–8) на глибину 5–7 см. Норма висіву – 65 тис. шт./га.

6. Догляд за посівами кукурудзи був загальний як для всіх інших масивів.

3.5. Методика проведення досліджень

Дослідження впливу основного зяблевого обробітку ґрунту на агрофізичні

показники чорнозему опідзоленого важкосуглинкового проводили в такі строки та за такими методиками:

– вологість ґрунту визначали перед сівбою та перед збиранням врожаю – термостатно-ваговим методом з перерахунком на доступні запаси в шарі 0–100 см [43];

– щільність ґрунту визначали перед сівбою та у період викидання волотей – за методом Качинського з використанням ріжучих кілець у шарі 0–30 см через кожні 10 см згідно ДСТУ ISO 11272-2001 [43];

Забур'яненість посівів на початок та на кінець вегетації кукурудзи визначали кількісно-ваговим методом [44].

Облік густоти посівів у фазу повних сходів а також перед збиранням врожаю здійснювали шляхом підрахунку рослин на ділянці.

Облік врожаю проводили виламуванням зважуванням качанів з облікової площі та перерахунком маси качанів на врожай зерна за стандартної вологості.

Результати досліджень урожайності кукурудзи піддавались статистичній обробці із використанням дисперсійного аналізу.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Вплив мінімалізації обробітку ґрунту на його щільність

З усіх фізичних властивостей ґрунту, його щільність є основною її властивістю. Від об'ємної маси значною мірою залежать повітряний, водний, тепловий режим ґрунту, інтенсивність спрямованість мікробіологічних процесів, мобілізація поживи та умови живлення рослин.

Для кожного ґрунту характерна своя рівноважна щільність, значення якої змінюється в широких межах: дерново-підзолистий ґрунт 1,32–1,6 г/см^3, чорноземи 1,1–1,2 г/см^3, сіроземи 1,42–1,6 г/см^3.

У дослідженнях Г.І. Казакова встановлено, що рівноважна щільність чорнозему звичайного в орному шарі складає 1,06–1,21 г/см^3, а середня за рік – 1,10 г/см^3. Ця величина може співпадати або не співпадати з оптимальною щільністю, характерною для тієї або іншої культури.

У різних регіонах країни проведено багато досліджень по виявленню оптимальної щільності ґрунту. На чорноземних ґрунтах оптимальне значення об'ємної маси орного шару для вирощування ярих зернових культур складає 1,10–1,15 г/см^3, дляозимої пшениці 1,15–1,20 г/см^3.

Оптимальна щільність для сільськогосподарських культур, як відмічає Г.И. Казаков має бути диференційованою по глибині орного шару: згори рихлою до 5–7 см для посіву ярих озимих зернових з щільністю цього шару 0,98–1,04 г/см^3, а нижче розпушеного шару оптимальна щільність для озимих складає 1,1–1,3 г/см^3, для ярих — 1,0–1,2 г/см^3.

Відхилення від цих агрофізичних параметрів несприятливо позначаються на зростанні розвитку культур, що, кінець кінцем, призводить до помітного зниження врожайності сільськогосподарських культур [48]. Зайва рихлість ґрунту обумовлює велику витрату води на випаровування, поганий контакт між

ґрунтом насінням, повільне проростання отримання слабких недружніх сходів, а також пошкодження кореневої системи рослин, в результаті природного процесу ущільнення осідання ґрунту [49].

Підвищена щільність сприяє погіршенню водно-повітряного режиму, зменшується мікробіологічна активність, пригнічується процес нітріфікації йде накопичення NH4, крім того, пригноблюється розвиток кореневої системи рослин. Для недопущення природного переущільнення ґрунтів в системах землеробства передбачаються заходи по поліпшенню їх фізичних властивостей шляхом правильного чергування культур в сівозміні, внесення органічних добрив, вапнування і гіпсування. Щільність ґрунту регулюється різними прийомами обробітку.

Так, традиційна оранка чинить сильну розпушуючу дію на орний шар в той же час створює ущільнення в підорній частині (плужна підошва). Поверхневий мілкий обробіток забезпечують розпушування верхнього (0–10 см) шару ґрунту, проте в шарах, що знаходяться нижче (10–30 см) щільність значно вища. Плоскорізне розпушування на різну глибину веде до ущільнення середньої частини оброблюваного шару, тоді як нижня його частина залишається більше рихлою. Ґрунт, що не обробляється з осені, до часу весняної сівби знаходиться в природному (рівноважному) стані.

Але застосування того або іншого способу глибини основного обробітку ґрунту багато в чому залежить від її природного складу.

Так, чорноземні ґрунти лісостепу, мають сприятливі агрофізичні властивості, як правило, не потребують особливого розпушування з оборотом пласта. Оранка на таких ґрунтах в посушливих умовах веде до надмірної рихлості орного шару, що сприяє швидкому його висушенню [50].

За даними наукових установ Поволжя, Західного Сибіру, України, Казахстану, оптимальне складання чорноземним ґрунтам при недостатньому зволоженні надають безполицевий поверхневий обробіток [51].

Результати дослідження щільності складення ґрунту на полях з кукурудзою наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Щільність ґрунту в період сівби кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту, г/см^3

Варіант	Шар ґрунту, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
2022 рік				
Оранка на 25–27 см	1,13	1,25	1,24	1,21
Оранка на 20–22 см	1,14	1,24	1,25	1,21
Чизельне розпушування на 25–27 см	1,14	1,23	1,23	1,20
Чизельне розпушування на 20–22 см	1,14	1,24	1,25	1,21
2023 рік				
Оранка на 25–27 см	1,15	1,25	1,26	1,22
Оранка на 20–22 см	1,14	1,26	1,27	1,22
Чизельне розпушування на 25–27 см	1,14	1,24	1,25	1,21
Чизельне розпушування на 20–22 см	1,13	1,25	1,26	1,21
Середнє за два роки				
Оранка на 25–27 см	1,14	1,25	1,25	1,22
Оранка на 20–22 см	1,14	1,25	1,26	1,22
Чизельне розпушування на 25–27 см	1,14	1,24	1,24	1,21
Чизельне розпушування на 20–22 см	1,14	1,25	1,26	1,21

Як видно з даних таблиці, щільність у 2022 році була дещо меншою ніж у наступному році що пов’язано з умовам волого накопичення в осінньо-зимовий період. Якщо ж проаналізувати як вплинули обробітки на щільність складення орного шару ґрунту, то тут чітко прослідковується закономірність наступного характеру. Так, при застосуванні чизельного розпушування на глибину 25–27 см щільність в орному шарі найменша. На нашу думку це пов’язано з тим,

що під час чизелювання грунт розпушується не перемішуючи горизонти та не порушуючи капіляри по яких опади вбираються ґрунтом і проникають в глибші шари. Під час оранки грунт перемішується, внаслідок чого порушується будова і під час опадів всі капіляри замулюються і відбувається деяке ущільнення.

Якщо проаналізувати щільність в цілому по горизонтах то тут видно чітку закономірність, що верхній посівний шар має меншу щільність, так як він був розущільнений передпосівною культивацією. Наступні горизонти сформували ж природню щільність, де вона знаходиться у межах 1,23–1,25 г/см^2 і є цілком придатною для вирощування кукурудзи.

Впродовж вегетації кукурудзи, в ґрунтовому середовищі відбуваються певні фізіологічні процеси, які призводять до розущільнення ґрунту, окрім цього верхній шар ми можемо розпушувати за допомогою міжрядного обробітку. Але є моменти які призводять до ущільнення ґрунту, наприклад використання під час міжрядного обробітку та обприскування посівів важкої техніки, або ж надмірне випаровування вологи під час посухи в результаті чого відбувається спікання ґрунту. Ці явища призводять до ущільнення ґрунту в результаті чого кукурудза може зменшувати свою урожайність.

Згідно даних таблиці 2, у період викидання волотей кукурудзи в 2023 році щільність була меншою відносно попереднього року. Але як і навесні, перевага за цим показником була на боці чизельного розпушування на глибину 25–27 см. У 2022 році через малу кількість опадів у цей період визначення ґрунт спікався і щільність була вищою по всьому орному шарі. В середньому за два роки щільність у 0–10 см шарі коливалась від 1,20 до 1,22 г/см^3, а в наступних шарах вона різко зростала до 1,28–1,32 г/см^3. Якщо в цей період порівняти між собою два роки досліджень, то видно, що надмірне спікання і як наслідок ущільнення ґрунту призвело до зниження урожайності кукурудзи 2022 року.

Отже, заміна оранки чизельним розпушуванням на глибину 25–27 см, та подальше зменшення глибини обробітку до 15–17 і 10–12 см не збільшувало параметри щільності ґрунту. Вони в більшій мірі залежали від погодних умов року ніж від самого обробітку ґрунту.

Таблиця 2

Щільність ґрунту в період викидання волотей кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту, г/см^3

Варіант	Шар ґрунту, см			
	0–10	10–20	20–30	0–30
2022 рік				
Оранка на 25–27 см	1,24	1,34	1,33	1,30
Оранка на 20–22 см	1,23	1,31	1,30	1,28
Чизельне розпушування на 25–27 см	1,22	1,33	1,32	1,29
Чизельне розпушування на 20–22 см	1,23	1,32	1,30	1,28
2023 рік				
Оранка на 25–27 см	1,19	1,29	1,28	1,25
Оранка на 20–22 см	1,20	1,27	1,27	1,24
Чизельне розпушування на 25–27 см	1,18	1,28	1,26	1,23
Чизельне розпушування на 20–22 см	1,19	1,28	1,27	1,24
Середнє за два роки				
Оранка на 25–27 см	1,22	1,32	1,30	1,27
Оранка на 20–22 см	1,22	1,29	1,28	1,26
Чизельне розпушування на 25–27 см	1,20	1,31	1,29	1,26
Чизельне розпушування на 20–22 см	1,21	1,30	1,28	1,26

4.2. Запаси доступної вологи за різних варіантів основного обробітку ґрунту

Одним з вирішальних чинників, що впливають на ріст і розвиток рослин, є ґрунтова волога. Вона також є визначальною для численних біологічних, фізичних і фізико-хімічних процесів, що здійснюються усередині ґрунту і на

його поверхні.

Важливо щоб вміст доступної вологи в ґрунті знаходився в оптимальних для рослин межах. Для різних культур потреба у воді неоднакова [52].

Вимоги рослин до води розрізняються в різні періоди життя. Впродовж вегетації можна виділити короткі проміжки часу, під час яких нестача вологи особливо позначається на рості й розвитку рослин, а зрештою значно знижує врожайність. Ці періоди вегетації умовно називають критичними періодами. У зернових культур критичний період співпадає з виходом в трубку. Витрата води на процеси транспірації в цей час особливо велика.

Проте витрата води в польових умовах пов'язана не лише з біологічними особливостями рослин, але і з випаровуванням її безпосередньо ґрунтом. За даними НДІСГ південного Сходу, в умовах дефіциту вологості повітря на фізичне випаровування витрачається в середньому понад половина річних опадів.

Зменшення втрат ґрунтової вологи від фізичного випаровування – великий резерв підвищення врожайності в районах з недостатнім і нестійким зволоженням.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що для кращого збереження вологи і створення умов для поглинання ґрунтом літньоосінніх післяжнивних опадів служить основний обробіток ґрунту.

Ще одним чинником, що відіграє важливу роль у водонакопиченні є глибина обробітку ґрунту. Із цього приводу є найрізноманітніші думки.

У роботах цілого ряду авторів доводиться необхідність глибокої осінньої оранки, оскільки вона, на їх думку, забезпечує кращу водопроникність ґрунту і інтенсивніше накопичення осінніх опадів і талих вод в порівнянні з мілким обробітком.

Але обертання ґрунту при оранці саме по собі, незалежно від глибини обробітку сприяє високій непродуктивній втраті вологи.

Існують експериментальні дані, згідно з якими поверхневий обробіток ґрунту по вологозабезпеченості не поступається оранці, особливо в посушливі

роки з малосніжними зимами.

Є досить великий експериментальний матеріал і по так званому «нульовому» обробітку ґрунту. Його вплив на водний режим ґрунту так само неоднозначно. За деякими спостереженнями, ґрунт залишений з осені без обробки, менше випаровує вологу, чим розпушений. Це вірно лише у тому випадку, коли конвекційно–дифузне випаровування переважає над капілярним, тобто при вологості нижче рівня розриву капілярів, що буває в дуже суху осінь.

Вбирання талих вод за «нульового» обробітку весною залежить від міри початкового зволоження ґрунту восени. У сухі роки водопроникність ґрунту зростає майже удвічі. Навесні такий ґрунт активно вбирає вологу.

З іншого боку, у вологі роки здатність необробленого ґрунту засвоювати талі води зменшується. Проте є дані, згідно з якими водопроникність ґрунту, що довший час не оброблявся не знижується за рахунок того, що в необробленому ґрунті залишаються ходи після розкладання кореневих залишків які сприяють створенню сприятливішої структури і кращої фільтрації.

У нашому досліді запаси ґрунтової вологи залежали не лише від погодних умов року а й від основного обробітку ґрунту. Так, згідно даних таблиці 3, у 2023 році на час сівби кукурудзи, запаси вологи були більшими ніж в попередньому році. На фоні оранки на глибину 25–27 см в шарі ґрунту 0–30 та 0–100 см у 2023 році було 45,5 та 172,9 мм вологи, при заміні даного обробітку на чизельний на аналогічну глибину, та подальше зменшення її призводило до зниження запасів вологи в ґрунті 45,0 та до 168,2 мм. Таке явище, на нашу думку пов’язано з тим, що велика кількість опадів не могла утримуватись на поверхні і поступово проникати в нижні горизонти, а натомість стікала з поверхні поля. Натомість у варіанті де була проведена зяблева оранка, опади у вигляді снігу та дощу могли затримуватись у борознах і поступово проникати в нижні горизонти ґрунту.

У 2021 році в осінньо-зимовий період випала рекордно низька кількість опадів, а тому в орному шарі ґрунту на час сівби кукурудзи запаси вологи коливались від 40,9 до 42,2 мм, при цьому вони не залежали від обробітку. У

Таблиця 3

Запаси доступної вологи перед сівбою кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту, мм

Варіант	Шар ґрунту, см	
	0–30	0–100
2022 рік		
Оранка на 25–27 см	42,2	165,5
Оранка на 20–22 см	42,0	163,2
Чизельне розпушування на 25–27 см	41,5	162,6
Чизельне розпушування на 20–22 см	40,9	161,4
2023 рік		
Оранка на 25–27 см	45,5	172,9
Оранка на 20–22 см	43,2	169,1
Чизельне розпушування на 25–27 см	45,0	168,2
Чизельне розпушування на 20–22 см	43,7	168,0
Середнє за два роки		
Оранка на 25–27 см	43,9	169,2
Оранка на 20–22 см	42,6	166,2
Чизельне розпушування на 25–27 см	43,3	165,4
Чизельне розпушування на 20–22 см	42,3	164,7

метровому горизонті спостерігалась така ж тенденція як і попереднього року досліджень, де при зменшені глибини обробітку запаси вологи в ґрунті зменшувались.

Впродовж вегетаційного періоду волога надходила в ґрунт з опадами, використовувалась рослинами та інтенсивно випаровувалась. В результаті перед збиранням кукурудзи запас доступної вологи в ґрунті зменшилися вдвічі

і знову ж таки в деякій мірі залежали від основного обробітку.

Так, згідно даних таблиці 4, у 2022 та 2023 році при зменшенні глибини обробітку в шарі 0–30 см запаси доступної вологи зростали. Така ж тенденція була відмічена і в шарі 0–100 см.

Слід відмітити, що запаси у перший рік були нижчими, а в другий – вищими, що пов'язано з погодними умовами року. У 2022 році в метровому шарі запаси вологи були на рівні 49,3–53,9 мм, а в наступному — 59,4–61,5 мм.

Таблиця 4

Запаси доступної вологи перед збиранням кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту, мм

Варіант	Шар ґрунту, см	
	0–30	0–100
2022 рік		
Оранка на 25–27 см	21,5	49,3
Оранка на 20–22 см	23,6	51,8
Чизельне розпушування на 25–27 см	22,6	52,2
Чизельне розпушування на 20–22 см	23,2	53,9
2023 рік		
Оранка на 25–27 см	25,8	59,4
Оранка на 20–22 см	26,5	61,5
Чизельне розпушування на 25–27 см	26,8	59,8
Чизельне розпушування на 20–22 см	27,2	61,0
Середнє за два роки		
Оранка на 25–27 см	23,7	54,4
Оранка на 20–22 см	25,1	56,7
Чизельне розпушування на 25–27 см	24,7	56,0
Чизельне розпушування на 20–22 см	25,2	57,5

В середньому за два роки на фоні оранки на глибину 25–27 см залишалось 54,4 мм доступної вологи, а після чизельного розпушування на таку ж глибину – 56,0 мм. Таке явище, на нашу думку, пов'язано з тим, що під час оранки, вся органічна речовина у вигляді стерні попередника заробляється в грунт, а після чизелювання та дискування вона зосереджується на поверхні ґрунту і виконує роль мульчуючого шару, який додатково утримує вологу в ґрунті і зменшує випаровування.

Отже, заміна традиційної полицевої оранки безполицевим розпушуванням призводить до зниження запасів вологи в ґрунті на початок вегетації культури.

Перед збиранням кукурудзи така заміна сприяє підвищенню кількості доступної вологи в орному та метровому шарах ґрунту, за рахунок збереженого мульчуючого шару.

4.3. Забур'яненість посівів за різних варіантів основного обробітку ґрунту

Екологічна проблема при виборі засобів механічного обробітку ґрунту та технологій вирощування культур складається у тому, що слід сприяти щонайменшому використанню синтетичних засобів – основної причини забруднення довкілля від сільськогосподарського виробництва. Скасування інтенсивного обробітку ґрунту у більшості випадках викликає необхідність підсиленого хімічного навантаження. Застосування агрохімікатів у даному випадку необхідне для підсилення боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, підвищення доз для підживлення мінеральними сполуками. З іншого боку екологічна проблема передбачає збереження родючості ґрунтів та зниження темпів їх деградації, що майже не узгоджується з інтенсивними технологіями.

Багато досліджень свідчать про те, що на рівень появи бур'янів на сільськогосподарському полі впливають такі чинники, як статус поживних речовин у ґрунті, особливості сівозміни та система обробітку ґрунту.

Важливою умовою запобігання негативному впливу бур’янів є створення оптимальних умов для життя культурних рослин. Мілка оранка спричиняє розповсюдження бур’янів по полю. Кількість бур’янів однорічників зростала при оранці порівняно з мінімальним обробітком. Кількість бур’янів-багаторічників була значно вища у посівах ярової пшениці та рапсу при посіві по стерні порівняно з оранкою. Послідовне застосування безвідвальної оранки протягом двох років призвело до зниження однорічних бур’янів та збільшенню багаторічних.

У варіантах з безполицевим і мінімальним обробітком ґрунту велика частина насіння бур’янів, обсипаючись, залишається на його поверхні. Це насіння піддається дії біотичних і абіотичних чинників середовища, тим самим наближаючись до умов, в яких функціонують природні екосистеми. Тому мінімізація обробітку ґрунту має величезний потенціал для регулювання і контролю видового складу і кількості бур’янів і вимагає ретельнішого підходу до дослідження процесів, що відбуваються.

Слід також звернути увагу на те, що запаси життєздатного насіння в ґрунті, що знаходиться в стані спокою, при обробці гербіцидами не знищуються. Вельми складно подавити таку кількість і біологічними методами, тому йде активний пошук способів знищення насіння бур'янів. Так, в США синтезували препарат метілізотіоцинат (МІТ), який знищує насіння бур'янів, що знаходяться в ґрунті (окрім насіння з твердою оболонкою).

Наші дослідження показали (табл. 5), що заміна традиційної зяблевої оранки на безполицеві обробітки призводить до погіршення фітосанітарного стану ґрунту. Вперше забур’яненість ми визначали у фазу 6–7 листочків, тобто до внесення гербіцидів. В результаті ми отримали, що при оранці налічувалось в середньому 30,4 шт/м^2 бур’янів, з них 1,8 шт/м^2 припадало на долю багаторічних. Заміна оранки на чизельне розпушування на таку ж глибину призвело до збільшення кількості бур’янів до 49,9 шт/м^2, з них 3,0 шт/м^2 припадало на багаторічники.

Після проведених обрахунків на посівах кукурудзи був внесений гербіцид,

для знищення сегетальної рослинності, але і він не дає стовідсоткової гарантії захисту посівів від бур'янів. І, як наслідок, з часом після випадання опадів почали проростати нові бур'яни. Тому перед збиранням кукурудзи ми знову провели підрахунок забур'яненості посівів і результати відобразили в таблиці 6.

На нашу думку бур'яни в цей період не мають впливу на показники продуктивності посівів. Єдиний їхній негатив полягає в тому, що вони до проведення наступного основного обробітку встигають дозріти і осипатись. В

Таблиця 5

Забур'яненість посівів кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту (6–7 листочків)

Варіант	Кількість бур'янів, шт/м^2		
	всього	малорічних	багаторічних
2022 рік			
Оранка на 25–27 см	37,5	36,4	1,2
Оранка на 20–22 см	49,1	46,6	2,6
Чизельне розпушування на 25–27 см	61,2	58,3	3,0
Чизельне розпушування на 20–22 см	64,7	61,6	3,2
2023 рік			
Оранка на 25–27 см	13,1	11,9	1,3
Оранка на 20–22 см	21,6	19,5	2,2
Чизельне розпушування на 25–27 см	35,0	32,4	2,7
Чизельне розпушування на 20–22 см	38,6	35,8	2,9
Середнє за два роки			
Оранка на 25–27 см	25,3	24,2	1,3
Оранка на 20–22 см	35,4	33,1	2,4
Чизельне розпушування на 25–27 см	48,1	45,4	2,9
Чизельне розпушування на 20–22 см	51,7	48,7	3,1

результаті цього явища в наступному році ми знову матимемо проблему з сегетальною рослинністю на наступній культурі сівозміни.

Як видно з даних таблиці впродовж двох років досліджень спостерігалась однакова залежність, коли при заміні полицевої оранки безполицевими розпушуваннями забур'яненість в досліді зростала. Так, в середньому за 2022–2023 роки на фоні оранки залишалось 9,3 шт/м^2 бур'янів, при заміні даного обробітку на аналогічне чизелювання кількість бур'янів зростала до 11,4 шт/м^2.

Таблиця 6

Забур'яненість посівів кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту (кінець вегетації)

Варіант	Кількість бур'янів – всього, шт/м^2		
	2022 рік	2023 рік	Середня
Оранка на 25–27 см	8,5	6,8	15,2
Оранка на 20–22 см	9,3	7,2	16,4
Чизельне розпушування на 25–27 см	9,9	8,9	18,7
Чизельне розпушування на 20–22 см	11,4	10,5	21,8

Отже, заміна полицевого розпушування на безполицеве та зменшення глибини обробітку призводить до зростання забур'яненості посівів як на початок так і на кінець вегетації кукурудзи.

4.4. Формування врожаю та урожайність кукурудзи за різних варіантів основного обробітку

Стійкість природних ландшафтів згідно відомого закону природи забезпечується багатокомпонентністю рослинного угруповання. Створення агроценозу у будь-якому разі руйнує встановлені природою закономірності внаслідок застосування монокультури. Частковим вирішенням даної проблеми в сучасному сільськогосподарському виробництві є створення системи

сівозмін, що дозволяє імітувати природну багатокомпонентність та знижувати негативні наслідки інтенсивного обробітку ґрунту.

Будь-яка технологія при цьому повинна забезпечувати збереження сівозміни, що за законом плодозміни дозволить вирішити більшість проблем, у тому числі продукційну. Сучасне ж розуміння мінімальних технологій, ототожнюється з використанням постійного проективного покриття поверхні.

Таблиця 7

Формування густоти посівів кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту

Варіант	Польова схожість насіння, %	Густота рослин, тис. шт./га	
		повні сходи	перед збиранням
2022 рік			
Оранка на 25–27 см	84	70,3	64,4
Оранка на 20–22 см	82	68,1	62,7
Чизельне розпушування на 25–27 см	79	66,8	59,3
Чизельне розпушування на 20–22 см	78	65,2	58,6
2023 рік			
Оранка на 25–27 см	81	68,4	56,6
Оранка на 20–22 см	78	65,6	55,0
Чизельне розпушування на 25–27 см	76	63,7	50,7
Чизельне розпушування на 20–22 см	74	62,3	50,3
Середнє за два роки			
Оранка на 25–27 см	83	69,4	60,5
Оранка на 20–22 см	80	66,9	58,9
Чизельне розпушування на 25–27 см	78	65,3	55,0
Чизельне розпушування на 20–22 см	76	63,8	54,5

Запаси доступної вологи в ґрунті та його щільність можуть впливати на польову схожість кукурудзи. Згідно даних таблиці 7, у 2022 році при заміні оранки на чизельне розпушування польова схожість насіння спочатку зростала на 2 %, а далі зменшувалась від 84 до 78 %. У наступному році тенденція була аналогічна.

Густота рослин аналогічно схожості при заміні оранки на чизелювання на глибину 25–27 см призводило до зростання даного показника, а подальше зменшення глибини безполицевих обробітків призводило до зменшення густоти посівів як у період повних сходів, так і перед збиранням кукурудзи.

Урожайність кукурудзи залежить від багатьох факторів. У нашому досліді (табл. 8) в 2022 році найвища урожайність була зафіксована у варіанті оранки на глибину 25–27 см (7,49 т/га), при зменшені інтенсивності обробітку урожайність знижувалась до 6,48 т/га.

Таблиця 8

Урожайність кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту, т/га

Варіант	Роки		Середнє
	2022	2023	
Оранка на 25–27 см	7,49	9,22	8,36
Оранка на 20–22 см	7,12	9,04	8,08
Чизельне розпушування на 25–27 см	6,83	8,97	7,90
Чизельне розпушування на 20–22 см	6,48	8,40	7,44
$HIP_{0,95}$	*0,41*	*0,35*	

Аналогічну тенденцію спостерігали 2023 року, де найвищий показник врожайності був на фоні оранки на глибину 25–27 см і становив 9,22 т/га. Після оранки у варіантах чизеля урожайність знижувалась із зменшилась глибини обробітку.

В середньому за два роки досліджень за мінімалізації основного обробітку ґрунту спостерігається зниження урожайності кукурудзи від 8,36 до 7,44 т/га.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ ЗА РІЗНИХ ВАРІАНТІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Сучасні питання підвищення стійкості українського аграрного виробництва в умовах економічної нестабільності тісно пов’язані із прогнозуванням виробничих процесів у агропромисловому комплексі. В зв'язку із цим особливого значення набуває економічний аналіз, заснований на статистичних законах та залежності виробництва рослинної продукції із факторів виробничих характеристик. Необхідність урахування впливу великої кількості динамічних факторів на продуктивність рослин диктує необхідність впровадження системного підходу на основі економічного аналізу до управління формуванням врожаю, враховуючи конкретні особливості кожного господарства, що має справу із несприятливими факторами навколишнього середовища такими як: зміна клімату, відсутність опадів, висока температура, посуха.

Для економічних розрахунків використовували курси валют, складені за період 2022–2023 років. Крім того, у цей же період використовувалися ринкові ціни на сільськогосподарські ресурси: паливо мастильні матеріали, добрива, пестициди, насіння тощо.

Всі розрахунки по економічній ефективності вирощування кукурудзи залежно від варіантів основного зяблевого обробітку ґрунту проведені нами на основі даних технологічної карти (додаток Б) у цінах 2023 року.

Розрахунки показали, що економічні показники виробництва кукурудзи на зерно (табл. 9) відрізнялись, в основному за рахунок прямих витрат на проведення основного обробітку ґрунту різної інтенсивності, а також на транспортування і відповідну доочистку продукції відповідно величини отриманої прибавки урожаю.

Таблиця 9

Економічна ефективність вирощування кукурудзи на фоні різних варіантів основного обробітку ґрунту (середнє за 2022–2023 рр.)

Показник	Оранка на 25–27 см (контроль)	Оранка на 20–22 см	Чизельне розпушування на 25–27 см	Чизельне розпушування на 20–22 см
Урожайність, т/га	8,36	8,08	7,90	7,44
Матеріально – грошові витрати на 1 га, грн.	20536	20328	20245	20198
Собівартість 1 т, грн.	2456	2516	2563	2715
Вартість валової продукції з 1га, грн.	41800	40400	39500	37200
Чистий прибуток, грн.	21264	20072	19255	17002
Рівень рентабельності, %	104	99	95	84

Так, заміна полицевої оранки чизельним розпушуванням супроводжувалась зменшенням матеріально-грошових витрат при відповідній зміні вартості на одержаної продукції. За традиційного обробітку матеріально-грошові затрати вартість і валової продукції були найбільшими, рентабельність становила 99–104 %. За чизельного розпушування на глибину 25–27 см чистий прибуток становив 19255 грн і, відповідно, вища рентабельність, відносно розпушування на меншу глибину – 95 %. Найменша рентабельність на фоні чизельного розпушування на 20–22 см – 84 %.

Отже, за виробничих умовах найефективніше вирощувати кукурудзу на фоні традиційної оранки на 25–27 см, хоча можна її заміна на чизельне розпушуванням на таку ж глибину.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1. Аналіз умов і заходів з охорони праці та моделювання виробничих небезпек при обробці та зберіганні кукурудзи

Під час виконання робіт необхідно пам’ятати про безпеку праці. Адже безпека праці – це життя та здоров’я працівника. Однією із складових частин безпеки праці є профілактика нещасних випадків. В свою чергу, профілактика нещасних випадків включає в себе проведення інструктажів із питань охорони праці і навчання працівників безпечним методам роботи.

В Україні діють «Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві» (НПАОП 01.0-1.02-18). Дія цих Правил поширюється на усі підприємства, установи і організації незалежно від підпорядкування та форми власності, на підприємців, фермерів і інших юридичних та фізичних осіб, які займаються виробництвом сільськогосподарської продукції.

Правила встановлюють вимоги безпеки праці до організації і виконання технологічних процесів по вирощуванню, збиранню та первинній обробці сільськогосподарських культур, виробництву та первинній обробці продукції тваринництва і птахівництва, а також підчас виконання вантажно-розвантажувальних робіт і транспортування вантажів.

Правила є обов’язковими для працівників підприємств, а також для тимчасово залучених до праці людей.

Згідно із Правилами перед початком виконання робіт із працівником необхідно провести інструктаж із охорони праці із доведенням безпечних прийомів та методів праці. При організації інструктажу із охорони праці на робочому місці повинні враховуватися стан культури, яка збирається, погодні умови, стан збиральної техніки та транспортних засобів, кількість та

кваліфікація працівників, інформація про виробничі небезпеки та випадки травмування підчас збирання врожаю в умовах воєнних (бойових) дій в Україні. Персонал, який обслуговує збиральні агрегати, потрібно комплектувати працівниками із врахуванням їхньої кваліфікації.

Після збирання приходить етап післязбиральної доробки та зберігання зернових культур, підчас якого необхідно дотримуватись певних безпечних методів роботи.

Під час післязбиральної обробки та зберігання зернових культур необхідно виконувати такі вимоги Правил: післязбиральна обробка зерна повинна проводитися в виробничих приміщеннях та на виробничих майданчиках, які відповідають нормам технологічного проектування підприємств сільського господарства, вимогам санітарних і будівельних норм та правил; дозволяється проводити післязбиральну обробку зерна в приміщеннях зерносховищ, які мають окремі спеціальні відділення для протруєння, очищення, сушіння та зберігання зерна, оснащені системою аспірації та протипожежним інвентарем.

Безпека виробничих процесів післязбиральної обробки зерна повинна бути забезпечена: вибором технологічних процесів, прийомів, режимів роботи і порядку обслуговування виробничого устаткування; вибором виробничих приміщень і майданчиків; вибором виробничого обладнання; розміщенням виробничого обладнання та організацією робочих місць; застосуванням колективних і індивідуальних засобів захисту працюючих; виконанням діючих норм та правил, визначених вимогами до конструкції будівель, споруд, машин; виконанням вимог Правил.

Технічний стан обладнання зернових токів, зерноочисних агрегатів, зерноочисно-сушильних комплексів спеціалізованих насіння очисних підприємств, цехів та дільниць повинен відповідати вимогам експлуатаційної документації.

Візуальна та звукова сигналізація повинна забезпечувати надійний та зрозумілий зв’язок для безпечних сумісних дій обслуговуючого персоналу, в тому числі в темний час доби.

Під час проведення технічного обслуговування зерноочисних машин і обладнання необхідно зупинити їх та відключити напругу. На рубильниках та пускачах вивісити плакат «Не вмикати! Працюють люди».

Захисні огородження після закінчення технологічних регулювань та технічного обслуговування машин та обладнання повинні бути встановлені на свої місця. Експлуатувати машини та обладнання без захисних огороджень не дозволяється.

Саме під час проведення післязбиральної обробки зерна у одному із господарств Чернігівської області було зареєстрований груповий нещасний випадок із працівниками, котрі при завантаженні зерна отримали тяжкі травми.

Під час розслідування вищевказаного нещасного випадку основною причиною його настання встановлено порушення вимог безпеки підчас експлуатації мобільних засобів праці, а саме: тракторист, керуючи трактором, не впоравшись з керуванням, здійснив наїзд на працівників, притиснувши їх до стіни зерносховища ковшем, внаслідок чого вони отримали тяжкі травми.

У цьому випадку при проведенні робіт із навантаження зерна не була призначена посадова особа або працівник, відповідальний за безпечне проведення навантажувальних робіт; не було визначено розміщення робочої сили; не встановлено порядок обміну умовними сигналами; не проведено інструктаж із працівниками перед початком роботи. Інструкція із охорони праці при виконанні робіт на зернотоках не відповідала вимогам Положення про розроблення інструкцій із охорони праці (НПАОП 0.00-4.15-98). [45].

6.2. Охорона навколишнього середовища при мінімалізації основного обробітку ґрунту

Агротехнологічне забруднення це антропогенне явище, яке полягає в накопиченні надлишкової кількості шкідливих речовин в ґрунтах і водах, забрудненні біосфери внаслідок застосування нераціональних способів землеробства і порушення екосистеми.

Незважаючи на те, що у порівнянні із промисловістю і транспортом аграрний сектор впливає на природу набагато меншою мірою, існує низка екологічних проблем, безпосередньо пов'язаних з сільським господарством. Серед основних проблем землеробства можна виділити насамперед факт розорювання величезних територій і вирубування лісів під поля і сіножаті. При видаленні природного рослинного шару структура ґрунту починає змінюватися, відбувається вивітрювання родючого шару і зневоднення внаслідок того, що рослини перестають затримувати ґрунтові води.

Використання хімічних речовин для удобрення і знищення шкідників в великих дозуваннях забруднює ґрунт та призводить до накопичення шкідливих речовин не тільки у самій землі, а й в тих рослинах, які на цій землі виростають, а також в м'ясі та молоці тварин, які вживають такі рослини в їжу. Не можна списувати із рахунків і викиди від сільськогосподарської техніки, яка активно використовується в виробництві сільгосппродукції і забезпечує атмосферу своєю порцією вихлопних газів. У процесі с.-г. діяльності у навколишнє середовище потрапляють речовини, що так чи інакше впливають на природу і на людину.

Пестициди спочатку розроблені для знищення всього небажаного тобто бактерій, бур'янів, шкідників, грибків і плісняви. Пестициди по своїй суті є отрутою. До дії отрути схильні також і нешкідливі істоти, знищити яких мета не ставиться, тобто корисні бактерії і комахи, птахи та навіть тварини.

Через знищення мікрофауни уповільнюються процеси засвоєння рослинами поживних речовин, крім того, отрута має властивість накопичуватися у сільгосппродукції та потрапляти до нас на стіл.

Добрива низької якості на базі фосфору та інших хімічних сполук можуть мати цинк, кобальт, кадмій і інші важкі метали. Вони діють за наступною схемою – накопичуються у продуктах, у організмі людини та завдають шкоди здоров'ю.

Використання селітри для підвищення врожайності обумовлено необхідністю забезпечити рослину азотними сполуками. Однак надмірна

кількість нітратів є небезпечною для здоров'я. Для нейтралізації або хоча б зниження впливу перерахованих вище факторів корисні наступні дії, а саме: зниження обсягів промислових викидів. На перший погляд, це не має відношення до сільського господарства, проте чим менше у повітрі продуктів горіння тим менше утворюється шкідливого аерозолю із аміачних газів. При такому розкладі допустимо буде навіть деяке збільшення об'ємів азотних сполук в повітрі – головне, щоб їм не було із чим реагувати.

Використання натуральних добрив в розумних дозах. Цей спосіб може здатися збитковим, оскільки досягти таких же вражаючих показників врожайності на суто натуральних добривах набагато складніше, ніж на хімії. Проте вартість екологічно чистої продукції останнім часом зростає через її затребуваність, а такий спосіб ведення сільського господарства цілком може бути вигідним.

Знищення шкідників без хімії. Наука не стоїть на місці, і з'являються нові способи відвадити небажаних відвідувачів полів. Грамотна робота з відходами. Висока якість знешкодження продуктів сільськогосподарської діяльності – це важливий етап на шляху збереження екології не на шкоду продуктивності. Фільтрація та знезараження стоків, очищення ґрунтів, збереження лісів як природні фільтри – все це дозволить знизити рівень сільськогосподарського забруднення навколишнього середовища [46].

ВИСНОВКИ

1. Щільність орного шару ґрунту на початку вегетації була практично однаковою у всіх варіантах, з деякою перевагою мінімальних обробітків. В період викидання волоті на фоні оранки щільність була вищою, через більш інтенсивне випаровування вологи і спікання ґрунту.

2. Заміна зяблевої оранки чизельним розпушуванням на аналогічну глибину та застосування більш мілкіших обробітків не погіршувало водний режим ґрунту за осінньо-зимовий період. На кінець вегетації у варіантах мінімального обробітку запаси вологи були на більш вищому рівні.

3. Забур'яненість посівів кукурудзи найменшою була на фоні оранки, при заміні її на чизельне розпушування сегетальна рослинність зростала в 2 рази.

4. Польова схожість насіння і густота стояння рослин кукурудзи були найбільшими після оранки на 25–27 см, а найменшими після чизельного розпушування.

5. Урожайність кукурудзи залежала від обробітку ґрунту і була найбільшою після оранки на 25–27 см (8,36 т/га), а до її зниження призводило використання чизельного розпушування (7,44–7,90 т/га).

6. Рентабельність найбільша була відмічена при вирощуванні кукурудзи за оранки на 25–27 см – 104%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Yasnolob, I.O., Chayka, T.O., Galych, O.A., Kolodii, O.S., Moroz, S.E., Protsiuk, N.Y., &Lotych, I.I. Stimulating the increasing of natural soil fertility: economic and environmental aspects. Ukrainian Journal of Ecology. 2019. №9 (3), P. 267–271. doi: 10.15421/2019_89.

2. Tsova, Yu.A. Otsinka vplyvu sposobiv mekhanichnoho obrobitku gruntu za pokaznykamystruktury urozhainosti kukurudzy. Visnyk ZhNAEU. 2017. №1 (58). P. 363–374.

3. Hryshyn, O.M. Alternatyvna tekhnolohiia vyroshchuvannia kukurudzy ta inshykh prosapnykhkultur v suchasnykh umovakh. Khranenye y Pererabotka Zerna. 2006. №3. P. 21–24

4. McCarthy N. Understanding agricultural households' adaptation to climate change and implications for mitigation: land management and investment options. Integrated Surveys on Agriculture. Washington D.C., USA: LEAD Analytics Inc. 2011. P. 42–47.

5. Lavrynenko Yu.O., Hozh O.A., Vozhegova R.A. Productivity of corn hybrids of different FAO groups depending on microfertilizers and growth stimulants under irrigation in the south of Ukraine. Agricultural science and practice. 2016. №1. P. 55–60.

6. Петриченко В. Лихочвор В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: Навч. посіб. для студентів аграрних закладів освіти IIV рівнів акредитації. Львів, 2014. С. 182–194.

7. Yingneng L. Research on the Watersaving Agriculture in China. Watersaving Irrigation. 2002. № 2. P. 25–36.

8. Влащук А.М., Колпакова О.С. Вдосконалення елементів технології вирощування нових гібридів кукурудзи в умовах зрошення. Актуальні питання вирощування сільськогосподарських культур у південному регіоні України: матеріали наук.-практ. конф. Херсон. 2014. С. 25–26.

9. Жуйков Г.Є. Економічні засади ведення землеробства на зрошуваних

землях. Херсон. 2003. 288 с.

10. Пащенко Ю.М., Андрієнко А.Л. Густота стояння рослин гібридів кукурудзи в умовах північного Степу України. Бюлетень ІЗГ. 2003. №21. С. 20–24.

11. Квітка Г. Кукурудза «за» євроінтеграцію. Пропозиція. 2013. № 12 (222). С. 38–40.

12. Погодно-кліматичні умови. Дані Миколаївської ЦГМС, м. Миколаїв за 2016–2018 рр.

13. Душкин А.Н. Особенности сортовой агротехники гибрида Докучаевский. Кукуруза. 1981. № 1. С. 25.

14. Лавриненко Ю.О., Коковіхін С.В., Найдьонов В.Г. Біоенергетична оцінка технології вирощування кукурудзи на зерно залежно від гібридного складу та режиму зрошення. Таврійський науковий вісник. 2008. Вип. 56. С. 11–20.

15. Лисогоров К.С., Писаренко В.А. Наукові основи використання зрошуваних земель у степовому регіоні на засадах інтегрального управління природними і технологічними процесами. Таврійський науковий вісник. 2007. №49. С. 49–52.

16. Колпакова О.С., Кляуз М.А. Зрошення як фактор підвищення продуктивності нових гібридів кукурудзи. Актуальні питання ведення землеробства в умовах змін клімату: матеріали міжнарод. наук.-практ. конф. Херсон. 2015. С. 77–79.

17. Лященко О.І. Удосконалення способів сівби на ділянках гібридизації кукурудзи. Бюлетень Інституту зернового господарства. Дніпропетровськ, 1997. №1 (3). С. 53–54.

18. Влащук А.М., Дробіт О.С. Динаміка висоти рослин гібридів кукурудзи різних груп стиглості в умовах зрошення. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: матеріали V міжнар. наук.-практ. конф. Центральне. 2018. С. 15.

19. Мельник С.І. Сучасний стан та перспективи зростання продуктивності

сортів та гібридів сільськогосподарських рослин в Україні. Наукові праці Південного філіалу Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сімферополь, 2009. Вип. № 127. С. 6–10.

20. Румбах М.Ю. Оптимізація елементів технології вирощування гібридів кукурудзи в умовах північної підзони Степу України. Бюлетень Інституту зернового господарства. 2009. Вип. № 36. С. 128–131.

21. Полупан М.І. Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України. Київ: Аграрна наука, 2005. 300 с.

22. Вожегова Р.А., Бєлов Я.В. Вплив густоти стояння рослин та фону живлення на водоспоживання та продуктивність гібридів кукурудзи в умовах зрошення півдня України. Зрошуване землеробство. Херсон, 2019. Вип. 72. С.52–59.

23. Хромяк В.М. Оптимізація гібридного складу кукурудзи в умовах східної частини Степу України: автореф. дис… канд. с.-г. наук. Харків, 2005. 18с.

24. Вожегова Р.А., Димов О.М., Грановська Л.М. Нормативи витрат матеріально-технічних ресурсів при вирощуванні основних сільськогосподарських культур: науково-методичне видання. Херсон: Грінь, 2014. 64 с.

25. Skuodeiene R., Karcauskiene D., Čiuberkis S., Repsiene R., Ambrazaitiene D. The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal–grass crop rotation. Zemdirbyste–Agriculture. 2013. Vol. 100, No.1. P. 25–32

26. Шевченко М.В. Наукові основи систем обробітку ґрунту в польових сівозмінах Лівобережного Лісостепу України : дис. докт. с.–г. наук : спец. 06.01.01 Харків, 2015. 539 с.

27. Бородычев В.В., Брижак В.В. Орошение и удобрение сахарной кукурузы. Плодородие. 2007. №4. С. 42–43.

28. Коковіхін С.В., Писаренко П.В., Присяжний Ю.І., Пілярська О.О. Вплив умов вологозабезпеченості, фону мінерального живлення та густоти

стояння рослин на урожайність ділянок гібридизації кукурудзи в умовах зрошення. Зрошуване землеробство. Херсон, 2011. Вип. № 56. С. 20–25.

29. Ситдиков И.Г., Фомин В.Н., Нафиков М.М. Влияние приемов основной обработки почвы, удобрений и средств защиты растений на продуктивность ячменя. Достижения науки и техники АПК. 2011. №8. С.36–39.

30. Гамаюнова В.В., Филипьев И.Д. Определение доз удобрений под сельскохозяйственные культуры в условиях орошения. Вісник аграрної науки. 1997. Вип. № 5. С. 15–20.

31. Гож О.А., Лавриненко Ю.О., Глушко Т.В. Херсонські гібриди кукурудзи для зрошуваного землеробства. Наукові засади ефективного ведення степового землеробства в умовах змін клімату: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., (28 трав. 2015 р.). Херсон. 2015. С. 127–132.

32. Запорожець Ж.М., Савченко С.П. Вплив густоти рослин на врожайність імбредних ліній та гібридів кукурудзи: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., присвяч. 160-й річниці Уманського ДАУ. Умань. 2004. С. 35–37.

33. Шевченко В.А., Просвиряк П.Н. Расчет доз удобрений при возделывании кукурузы на зерностражневую смесь. Весник ФГОУ ВПО МГАУ. Агроинженерия. 2010. №2. С.50–55.

34. Дзюбецький Б.В., Дуда А.Н., Черчель В.Ю. Селекція подвійних міжлінійних гібридів на базі ліній, що відрізняються за скоростиглістю і генетичному походженню. Бюлетень Інституту кукурудзи. Дніпропетровськ, 1999. № 10. С. 59–62.

35. Колпакова О. С. Продуктивність нових гібридів кукурудзи залежно від агротехнічних заходів в умовах зрошення Південного Степу України. Зрошуване землеробство. Херсон, 2014. Вип. № 62. С. 68–71.

36. Коковіхін С.В. Вплив густоти посіву на водоспоживання кукурудзи в умовах Південного Степу. Вісник аграрної науки. Херсон. 1999. № 9. С.78–79.

37. Čiuberkis S. The influence of traditional and reduced soil tillage on crop weed infestation in crop rotation. Vagos. 2008. Vol. 79 (32). P. 37–42.

38. Grove T. et al. Nitrogen fertilization of maize on an oxisol of the USA

Agron. J. 1980. №72. P. 261–265.

39. Ansorage H., Jauert R. Untersuchungen über die Wirkung der Stickstoffdüngung bei unterschiedlcher Düngung. Fragen der Erhohung. 1989. № 7. S. 130–132.

40. Saracoglu K., Saracoglu B., V. Fidan. Influence of Integrated Nutrients on Growth, Yield and Quality of Maize. American Journal of Plant Sciences. 2011. Vol.2, №1. P. 63–69.

41. Кукурудза Макксалія (ФАО 250) URL: https://superagronom.com/nasinnya-kukurudza/makksaliya-ragt-id10606.

42. Недвига М.В. Морфологічні критерії та генезис сучасних ґрунтів України. Навч. посібник. Київ: Вид-во «Сільгоспосвіта», 1994. 344с.

43. Визначення щільності складення ґрунту на суху масу. – ДСТУ ISO 11272-2001. Національний стандарт України.

44. Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник. В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред. В.О. Єщенка. Київ, Дія. 2005. 288с.

45. Лисогор С. Безпека праці при обробці та зберіганні зернових культур. https://snovmr.gov.ua/bezpeka-pratsi-pry-obrobtsi-ta-zberiganni-zernovyh-kultur/

46. Сухарьов С.М., Чундак С.Ю., Сухарьова О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. Київ, 2006. 394с.

ДОДАТКИ

Додаток А

УДК 001.8:63
ББК 72.5
М 58

Матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції *«Рубіновські читання»* / Редкол.: В.П. Карпенко (відп. ред.) та ін. – Уманський НУС: Редакційно-видавничий відділ, 2023. 58с.

У збірнику тез висвітлено результати наукових досліджень, проведених працівниками Уманського національного університету садівництва та інших навчальних закладів освіти і науки України та науково-дослідних установ НААН.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:
В.П. Карпенко – доктор с.-г. наук *(відповідальний редактор);*
В.О. Єщенко – доктор с.-г. наук *(заступник відповідального редактора);*
І.І. Мостов'як, доктор с.-г. наук,
П.Г. Копитко – доктор с.-г. наук;
С.П. Полторецький – доктор с.-г. наук;
Г.М. Господаренко – доктор с.-г. наук;
Л.О. Рябовол – доктор с.-г. наук;
В.В. Любич – доктор с.-г. наук;
Ю.І. Накльока – кандидат с.-г. наук *(відповідальний секретар).*

Рекомендовано до друку вченою радою факультету агрономії
УНУС,(протокол № 7 від 25 травня 2023 року)

© Уманський НУС, 2023

SOIL DENSITY DEPENDING ON THE METHODS AND DEPTHS OF THE MAIN TILLAGE FOR CORN AFTER SPRING BARLEY

Yuriy NAKLOKA, PhD in Agriculture, Associate Professor
Ruslan LICHMAN, student
Anatoliy SEREDNYI, student
Uman National University of Horticulture, Uman

One of the main tasks of soil cultivation is to optimize physical conditions, which are characterized by a number of indicators, including soil density.

Most chernozem soils have a loose, lumpy-grained structure and are characterized by a density of 1,2–1,3 g/cm^3. However, the movement of heavy machinery and cultivation of fields in a waterlogged state over several years also over-compact such soils and significantly reduce their biogenicity.

Today, the intervals of optimal values of the density of the main soil distinctions for different crops have been established, and for corn they are in the range of 1,0–1,1 g/cm^3. At this soil density, much less nutrients are consumed per unit of production than at high densities. In over-compacted soil, unfavorable conditions are created for the life of soil microorganisms, which weakens the mobilization of nutrients and results in a weak and shallow root system. Yields are also significantly reduced when soil density is low (0,86–0,90 g/cm^3), which negatively affects the friendliness of seedlings and causes moisture loss due to diffuse evaporation.

Not only the nutrient and biological, but also the water, air, and thermal regimes of the soil depend on density.

Many authors in their publications point to the equivalence of plowing and flat-cutting in terms of their impact on soil density. Thus, according to research conducted by scientists at the Erastiv Research Station, on ordinary heavy loamy low-humus chernozems, the soil density in the variant with plowing and flat-cut loosening by 20–22 cm in all years in the layer of 0–30 cm varied little among themselves and did not go beyond the optimal for plant growth and development.

The soil density depending on the methods and depths of the main tillage in the cultivation of maize after spring barley was studied by the method of cutting rings in the modification of N.A. Kachinsky in the soil layer of 0–30 cm during 2022–2023 in temporary experiments of the Department of General Agriculture of Uman NUS. Soil – podzolized chernozem, low-humus heavy loam on loess. Against the background of shelf plowing, the sown area of the plots is 126 m^2, the accounting area is 80 m^2, and with flat-cut loosening – 147 m^2 and 80 m^2, respectively. The experiment was replicated three times, and the arrangement of variants was systematic.

When comparing the methods of basic tillage, we found that in 2022, before sowing corn in all parts of the tilth layer, the soil density was somewhat lower against the background of flat-cut tillage. With the deepening of the horizon, the soil density on average increased from 1,16 to 1,26 g/cm^3 after plowing and from 1,03 to 1,27 g/cm^3 after flat-cut loosening.

In 2023, before sowing the crop under study, the density of the tilthy soil layer in the experiment as a whole was significantly higher, which is primarily due to unfavorable weather conditions in winter and spring, when the soil in the first case did not freeze, and in the second – did not mature. However, as in the first year of research, moldboardless tillage had a slight advantage, against which the density at different depths of the arable layer ranged from 1,23 to 1,31 g/cm^3, and after plowing – from 1,24 to 1,34 g/cm,.

As a result, on average over two years of research at the beginning of corn sowing, slightly better indicators of loosening of the tilth layer of soil were after flat-cut tillage. It should also be noted that in the upper 10-centimeter layer, when the soil reached physical ripeness on the background of flat-cutting autumn tillage, its density was 0,10–0,13 g/cm^3 less.

The depth of tillage also has a certain influence on soil density. So, in 2022, against the background of plowing, with an increase in the depth of cultivation in the layer of 0–10 cm, the soil density decreased slightly, but against the background of flat-cutting soil loosening, such a dependence was not observed. In the layer of 10–20 and 20–30 cm, with increasing depth of both shelf and non-shelf tillage, the soil density tended to decrease. On average, in the layer of 0–30 cm, the best indicators of soil loosening were after cultivation to a depth of 25–27 cm, and a decrease in the depth of cultivation led to a slight increase in soil density.

In 2023, the density of the top layer of soil 0–10 cm was practically not affected by the depth of the main tillage. In the lower parts of the arable layer

The same dependence as in the previous year of research was preserved. Due to unfavorable conditions during this period, in the 0–30 cm soil layer, the density of all studied variants was almost the same.

On average, over two years of research, a slightly lower density of the tilth layer of soil was generally observed at the time of sowing corn against the background of cultivation to a depth of 25–27 cm – 1,20 and 1,22 g/cm^3, and a decrease in the depth of cultivation to 10-12 cm led to an increase in this indicator by only 0,02–0,05 g/cm^3.

In the middle of the corn growing season, soil density largely depended on the influence of both anthropogenic and natural factors. Thus, in 2022, the soil density was slightly lower due to the use of flat-cut tillage. With the deepening of the arable layer, as well as at the time of sowing, the soil density by factor A increased after non-shelf tillage from 1,04 to 1,22 g/cm^3, and after shelf tillage – from 1,12 to 1,24 g/cm^3. It should be noted that at this time, the density determined in the upper layer was almost the same as before sowing, and in the layer of 20–30 cm it slightly decreased.

On average, for two years of research in the middle of the corn growing season, the best loosening of the entire tilth layer (0–30 cm) of soil was after the use of flat-cut tillage. So, if on the background of autumn plowing the soil density was at this time in the range of 1,22–1,32 g/cm^3, then on the background of flat-cutting autumn tillage this figure was somewhat lower and ranged from 1,18 to 1,30 g/cm^3.

If in the middle of the corn growing season the soil density only to some

extent depended on the method of tillage, then its depth had even less influence on this indicator. Thus, in 2022, only after plowing in the 0–10 and 10–20 cm layer, a decrease in density was observed with an increase in the depth of tillage.

Thus, on podzolic chernozem, the replacement of shelf plowing with flat-cut loosening for corn after spring barley does not increase the density of the tilth layer of soil. Reducing the depth of both methods of tillage from 25–27 to 10–12 cm leads to a slight compaction of the soil, although at the lowest depth of tillage the density of the tilth layer on average over the years of research did not go beyond the optimal level.

Додаток Б

Основні елементи погоди в роки проведення досліджень (за даними метеостанції Умань)

Рік	За рік	Місяць											
		IX	**X**	**XI**	**XII**	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**
Кількість опадів, мм													
Середньобагаторічна	568	61	43	43	40	38	34	36	41	52	81	68	49
2021–2022	418,6	30,6	10,3	14,0	45,7	12,7	50,5	23,9	21,0	101,0	70,4	21,4	17,1
2022–2023	666,9	27,4	81,5	19,4	32,6	59,7	43,2	32,4	49,9	56,4	104,7	89,8	69,9
Температура повітря, C^0													
Середньобагаторічна	8,8	14,5	8,3	2,8	-1,8	-3,4	-2,3	2,5	9,7	15,4	19,0	20,9	20,1
2021–2022	10,6	15,6	10,0	5,5	2,2	0,4	2,2	6,3	9,2	12,5	20,9	21,6	21,2
2022–2023	9,6	17,8	12,7	3,7	0,0	-2,3	-3,8	2,0	7,4	14,0	19,8	23,2	20,3
Відносна вологість повітря, %													
Середньобагаторічна	76	73	80	87	88	86	85	82	68	64	66	67	68
2021–2022	71,5	66	80	84	88	85	78	65	46	73	70	64	59
2022–2023	77,8	62	83	88	93	89	83	77	71	73	73	71	71

Технологічна карта вирощування кукурудзи на зерно за інтенсивною технологією

Попередники-зернові колосові. Поле засмічене однорічними бурянами.

Площа, **100** *Внесення гною - т/га* 40 *всього* 4000

Урожайність, т/га **7,51** ***Внесення мінеральних добрив*** тонн Сума, тис. грн.

Валовий збір,т **751** Нітроамофос 0,4 т/га 1200 грн. 1,2 40 48,0

Врожайність початків, т 6,0

Листостебельної маси, 6,0

Потреба в насінні

ЗМІСТ РОБІТ	Одиниці виміру	Обсяг робіт: в фізичних одиницях	Обсяг робіт: в умовних одиницях, ет.га	Марка: трактора	Марка: сільськогосподарської машини	Число: механізаторів	Число: ін. працівників	Розряд: механізаторів	Розряд: ін. працівників	Тарифні: механізаторів	Тарифні: ін. працівників	Норма виробітку	Кількість нормозмін: механізаторів	Кількість нормозмін: інших працівників	Затрати праці, люд/год: механізаторів	Затрати праці, люд/год: інших працівників	Оплата праці за тарифом,: механізаторів	Оплата праці за тарифом,: інших працівників	Оплата праці з доплатами за якість: механізаторів	Оплата праці з доплатами за якість: інших працівників	Вироблено тонно-кілометрів	ати ці	л/год.	Оплата за тарифом, грн.			
		Одиниці виміру	в фізичних одиницях	в умовних одиницях	Марка: трактора	Марка: с.-г. машини	механізаторів	ін. працівників	механізаторів	ін. працівників	механізаторів	ін. працівників	Норма виробітку	механізаторів	ін. працівників	механізаторів	ін. працівників	механізаторів	ін. працівників	механізаторів	ін. працівників	Вироблено тонно-кілометрів	механізаторів	ін.працівників	механізаторів	ін.працівників			–
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14,0	15	16	17	18	19	20	21	22
ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ГРУНТУ																						
1. Дискове лущення стерні на глибину 6-8см	га	100	22,5	Т-150К	ЛДГ-10	1	4	8,83		51,0	2,0	14		17,32		19,48						
2. Повторне дискове лущення на глиб. 8-10 см	га	100	23,0	Т-150К	ЛДГ-10	1	4	8,83		50,0	2,0	14		17,66		19,87						
3. Розтарювання, подрібнення і навантаження міндобрив у змішувач	т	40,0	1,8	МТЗ-80	АИР-20	1	3	7,85		112,0	0,4	3		2,80		3,15						
4. Змішування і навантажен-ня міндобрив в транспортні засоби	т	40,0		Ел. двигун	СЗУ-220	1	3	7,85		128,0	0,3	2		2,45		2,76						
5. Внесення міндобрив з під'їз-дом під навантаження на віддаль до 5 км	га	100,0	32,9	Т-150К	РУМ-8	1	4	8,83		35,0	2,9	20		25,23		28,39						
6. Навантаження органічних добрив у трансп. засоби	т	4000,0	128,3	ДТ-75М	ПФП-1,2	1	5	10,21		240,0	16,7	117		170,09		191,35						
7. Транспортування (до 5 км) і внесення орг.добрив	т	4000	697,0	Т-150К	ПРТ-10	1	5	10,21		66,0	60,6	424		618,51		695,82						
8. Оранка зябу на глибину 25-27 см	га	100,0	183,3	ДТ-75М	ПЛН-4-35	1	5	10,21		4,2	23,8	167		242,99		273,36						
Всього по періоду			**1088,8**								**108,6**	**760**		**1097,1**		**1234,19**						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14,0	15	16	17	18	19	20	21	22
ПЕРЕДПОСІВНА ПІДГОТОВКА ГРУНТУ , ПОСІВ																					
9. Весняне вирівнювання грунту	га	100	10,3	ДТ-75М	С-11У+ волокуша	1		4		8,83		75	1,3		9		11,78		13,25		
10. Навантаження міндобрив у транспортні засоби (карбамід - 0,1 т/га)	т	10,00	0,3	ЮМЗ-6Л	ПЭ-08 А	1		4		8,83		140	0,07		1		0,63		0,71		
11. Внесення міндобрив з під'їздом під навантаження на віддаль до 5 км	га	100,0	11,0	МТЗ-80	РУМ-5	1		4		8,83		44,6	2,2		16		19,80		22,28		
12. Транспортування води на віддаль до 3 км для пригот. розчину гербіциду (300л/га)	т	30		ГАЗ-53А	АЦ-4,2-53А																90
13. Приготування розчину гербіциду (7 л препарату еридикану 6% на 300л води)	т	30	2,5	МТЗ-80	АПР"Темп"	1	1	5	4	10,21	6,82	60	0,5	0,5	4	4	5,10	3,41	8,80	5,89	
14. Транспортування розчину гербіциду на віддаль до 5 км	т	30		ГАЗ-53А	АЦ-4,2-53А																90
15. Внесення і заробка гербіциду в грунт	га	100	36,5	Т-150К	ПОУ + БДТ-7	1		6		11,78		31,5	3,2		22		37,38		64,48		
16. Передпосівна культивація на глибину 5-7 см	га	100	22,0	ДТ-75М	БП-8	1		5		10,21		35	2,9		20		29,16		32,80		
17. Навантаження насіння в транспортні засоби	т	2,5		Ел. двигун	ЛТ-10	1		3		7,85		17,5	0,1		1		1,12		1,26		
18. Транспортування насіння в мішках	т	2,5	0,8	МТЗ-80	2ПТС-4	1	1	3	3	7,85	6,07	16	0,2	0,2	1	1	1,23	0,95	1,38	1,07	
19. Посів куукурудзи (16кг/га)	га	100	26,3	МТЗ-80	СУПН-3	1		5		10,21		18,6	5,4		38		54,87		61,73		
20. Прикочування посіву	га	100	9,2	ДТ-75М	ЗККШ-6	1		3		7,85		84	1,2		8		9,35		10,51		
Всього по посіву			**118,8**										**17,0**	**0,7**	**119,3**	**4,6**	**170,41**	**4,36**	**217,21**	**6,95**	**180**
ДОГЛЯД ЗА ПОСІВАМИ																					
21. Транспортування води для приготування розчину гербіциду (300л/га)	т	30,0		ГАЗ-53А	АЦ-4.2-53А																90
22. Приготування розчину гербіциду (2 кг амінної солі 2,4-Д в 300 л води)	т	30	2,5	МТЗ-80	АПР"Темп"	1	1	5	4	10,21	6,82	60	0,5	0,5	4	4	5,10	3,41	8,80	5,89	
23. Транспортування розчину гербіциду на віддаль до 5 км	т	30		ГАЗ-53А	АЦ-4,2-53А																90
24.Обприскування гербіцидом	га	100	14,0	МТЗ-80	ПОУ	1		6		11,78		35	2,9		20		33,64		58,04		
25. Міжрядний обробіток	га	100	23,3	МТЗ-80	КРН-5,6	1		4		8,83		21	4,8		33		42,06		47,31		
26. Внесення безводного аміаку (0,1 т/га)	га	100	40,8	МТЗ-80	КРН-5,6	1		6		11,78		12	8,3		58		98,13		169,27		
Всього по періоду			**39,8**										**16,45**	**0,50**	**115,17**	**3,50**	**178,93**	**3,41**	**283,42**	**5,89**	**90,00**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14,0	15	16	17	18	19	20	21	22
ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ																					
26. Збирання кукурудзи в качанах	га	20		КСКУ-6		1		6		11,78		9,4	2,1		15		25,05		28,19		
27. Збиранняя кукурудзи з обмолотом	га	80		СК-5 "Нива"	ППК-4	1		6		11,78		7	11,4		80		134,58		151,40		
28. Транспортування качанів від комбайна на край поля і складання поїзда	т	781	88,4	МТЗ-80	2ПТС-4 (х2)	1		3		7,85		43,3	18,0		126		141,60		159,30		
29. Транспортування качанів з поля тракторними поїздами	т	781,04	121,5	Т-70С	ЗККШ-6	1		3		7,85		40,5	19,3		135		151,39		170,32		
30. Транспортування зерна від комбайнів	т	781,04		ГАЗ-53Б																	17596,8
31. Транспортування подріб-неної листостебельної маси від комбайнів і укладання в кагат на краю поля	т	5865,6	359,3	МТЗ-80	2ПТТС-4-887А	1		3		7,85		80	73,3		513		575,6		647,53		
32. Навантаження подрібненої маси з кагатів у транспортні засоби	т	1426,9	37,5	ЮМЗ-6Л	ПЭ-0,8	1		4		8,83		160	8,9		62		78,76		88,61		
33. Транспортування подріб-неної маси з поля до місця силосування	т	1426,9		ГАЗ-53Б																	4280,7
Всього по періоду		1426,9	606,6										**133,1**		**931,8**		**1107,0**		**1245,3**		**21877,5**
ПІСЛЯЗБИРАЛЬНИЙ ОБРОБІТОК КАЧАНІВ І ЗЕРНА																					
34. Подавання качанів на транспортер, збирання, відвезення обгорток качанів	т	781,04	51,0	МТЗ-80	2ПТС-4-887Б + бульдоз.	1		5		10,21		75	10,4		73		106,28		119,56		
35. Доочищення качанів	т	78,104		Ел.двиг.	ОП-15	1	3	2	2	7,13	5,51	90	0,9	2,6	6	18	6,19	14,35	6,96	16,14	
36. Відвезення очищених качанів на віддаль до 1 км	т	78,104		ГАЗ-53Б																	78,104
37. Обробіток зерна кукурудзи на зерноочисно-сушильному комплексі	т	78,104		КЗС-10		1	1	3	3	7,85	6,07	280	2,1	2,1	15	15	16,45	12,71	18,50	14,30	
Всього по періоду		586,56	**51,0**										**13,4**	**4,7**	**93,6**	**32,9**	**128,9**	**27,1**	**145,0**	**30,4**	**78,104**
Разом по технології			**1905,0**										**288,6**	**5,9**	**2019,9**	**41,0**	**2682,3**	**34,8**	**3125,2**	**43,3**	**22225,6**
в т.ч. змінних витрат на збирання врожаю			**657,6**										**132,9**	**4,7**	**930,6**	**32,9**	**1076,3**	**27,05**	**1210,78**	**30,43**	**21955,6**
витрати на побічну продукцію			**447,8**										**92,7**	**0,0**	**648,6**	**0,0**	**760,6**	**0,0**	**855,7**	**0,0**	**4280,7**