

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
05.09 - КМР. 366 "С" 2023.03.13. 004 ПЗ
Валька Юрія Дмитровича
2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

ФАКУЛЬТЕТ АГРОБІОЛОГІЧНИЙ

УДК 631.445.4:631.51:631.8:633

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО

Декан
факультету

агробіологічного

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри ґрунтознавства
та охорони ґрунтів

В.О. Забалуєв

О.Л. Тонха

« » 2023 р.

« » 2023 р.

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Водно-фізичні властивості чорнозему реградваного за
різних систем обробітку ґрунту та удобрення
сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ
«Інститут землеробства НААН»

НУБІП України

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрохімія і ґрунтознавство

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

НУБІП України

Гарант освітньої програми

доктор с. г.-н., професор

В.О. Забалуєв

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к. с.-г. наук, доцент

С.В. Вітвіцький

НУБІП України

Виконав

Ю.Д. Валько

КИЇВ – 2023

НУБІП України

ЗМІСТ	
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ	
УКРАЇНИ ТА ЗАХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ.....	12
1.1. Водні властивості ґрунту залежно від його родючості і агротехнічних заходів.....	12
1.2. Вплив обробітку і удобрення на щільність ґрунту.....	19
РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА, УМОВИ ТА ОБ'ЄКТИ	
ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
2.1. Програма досліджень.....	33
2.2. Методика досліджень.....	33
2.3. Умови та об'єкти досліджень.....	40
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	
3.1. Вплив обробітку та удобрення ґрунту на запаси продуктивної вологи.....	44
3.2. Вплив обробітку та удобрення кукурудзи на зерно і ячменю ярого на щільність ґрунту.....	51
РОЗДІЛ 4. АГРОНОМІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	
ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО...	54
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	62

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Агробіологічний факультет

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони

ґрунтів ім. проф. М.К. Шичули

д.с.-г. н., проф. _____ В.О. Забалуєв

" ____ " _____ 2022 року

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Валько Юрію Дмитровичу

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрохімія і ґрунтознавство

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Тема роботи: «Водно-фізичні властивості чорнозему реградованого за різних систем обробітку ґрунту та удобрення сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Керівник роботи: к.с.-г.н. доцент Вітвіцький С.В.

Затверджені наказом від «13» березня 2023 року №366»С»

1. Термін подання студентом магістерської роботи 2023.09.15
2. Вихідні дані до магістерської роботи

Огляд літературних джерел, результати лабораторних аналізів щодо змін показників водно-фізичних властивостей залежно від обробітку та удобрення ґрунту, дані по урожайності культур сівозміни.

3. Перелік питань, що підлягають дослідженню

- розрахувати запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарі чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;
- визначити щільність орного шару чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;
- провести оцінку впливу різних варіантів обробітку та удобрення ґрунту на агрономічну і економічну ефективність вирощування культур.

Дата видачі завдання

2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ С.В.Вітвіцький

Завдання прийняв до виконання

_____ Ю.Д. Валько

НУБІП України

Реферат

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на тему: «Водно-фізичні властивості чорнозему реградованого за різних систем обробітку ґрунту та удобрення сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН» на 68 сторінках комп'ютерного тексту, містить 7 таблиць, 7 рисунків і 73 літературні джерела.

Мета роботи – визначення та оцінка впливу обробітку і удобрення чорнозему реградованого на водно-фізичні властивості, агрономічну та економічну ефективність вирощування культур.

Виходячи з мети дослідження ми вирішували такі завдання:

- розрахувати запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарі чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;
- визначити щільність орного шару чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;
- провести оцінку впливу різних варіантів обробітку та удобрення ґрунту на агрономічну і економічну ефективність вирощування культур.

Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту по оранці під кукурудзою на час сівби становили 35 мм, в метровому 108 мм, по чизелю в орному 43 мм, в метровому 114 мм. Найвище вологозабезпечення мало місце у кінці травня і сягало 155 мм у метровому шарі. Запаси продуктивної вологи під посівами ярого ячменю були дещо нижчі, ніж під посівами кукурудзи.

Щільність ґрунту під посівами кукурудзи коливалася у межах 1,32 – 1,35 г/см³, що є близьким до норми для чорноземів реградованих. Найбільша щільність спостерігалась у період сівби по чизельному обробітку у горизонті 10-20 см – 1,4 – 1,45 г/см³, найменша у горизонті 0 – 10 см – 1,15 – 1,25 г/см³. Під посівами ярого ячменю виявлено аналогічні закономірності: найвища щільність ґрунту мала місце по сівбі (1,36 – 1,38 г/см³). Найнижчий показник щільності по горизонтам характерний для варіантів оранки та чизельного обробітку на глибині 20-30 см – 1,2 г/см³ у період цвітіння.

За плоскорізного обробітку на глибину 25-27 см (чизелювання) гібриди кукурудзи Переяславський 230 СВ та Суботівський 190 СВ мають вищі показники біологічної урожайності, ніж на варіантах з оранкою на глибину 25-27 см. Найвищі показники урожайності знаходимо у гібриду Достаток 300 МВ – 13,63 т/га на варіанті з удобренням N₉₀P₉₀K₉₀ за оранки. Найнижчу урожайність мав варіант Суботівський 190 СВ на контролі за оранки – 6,85 т/га. Найбільший приріст урожаю (4,68 т/га) порівняно з контролем отримали для гібриду Достаток 300 МВ при максимальному удобренні. Обробіток чинив очікувано слабший вплив на урожайність кукурудзи до +1,1 т/га на контролі гібриду Суботівський 190 СВ, а при удобренні цього гібриду N₆₀P₆₀K₆₀ різниця була мінімальною серед усіх варіантів 0,16 т/га на чизелі.

У дослідях з ярим ячменем чизелювання показало кращі результати по усім варіантам: прирости склали від 0,08 т/га до 0,27 т/га на контрольних варіантах сортів Хадар та Святогор відповідно. Найвищу урожайність закономірно отримали на варіантах з максимальним удобренням Хадар 4,01 т/га та Святогор 4,22 т/га.

Максимально рентабельним серед гібридів кукурудзи виявився Достаток 300 МВ на фоні удобрення N₆₀P₆₀K₆₀ та чизельного обробітку – 543%. При урожайності 11,95 т/га затрати склали 7615 грн./га, вартість продукції 48995 грн., чистий прибуток – 41380 грн./га.

Серед сортів ярого яменю найкраще себе зарекомендував сорт Хадар за чизелювання і удобрення N₄₀P₄₀K₄₀. Рентабельність склала 76%.

ВСТУП

За визначенням Міжнародної федерації з розвитку органічного землеробства (IFOAM) – органічне землеробство об'єднує всі сільськогосподарські системи, які підтримують екологічно-, соціально-та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції. В основі таких систем лежить використання локально-специфічної родючості ґрунтів як ключового елемента успішного виробництва. Органічне землеробство дотримується принципів, які обумовлені місцевими соціально-економічними, кліматичними та історико-культурними особливостями. Органічне землеробство як система сільськогосподарського менеджменту агроєкосистем, що ґрунтується на максимальному використанні біологічних факторів підвищення родючості ґрунтів, агротехнологічних заходів захисту рослин, а також на виконанні комплексу інших заходів, які забезпечують екологічно-соціально та економічно доцільне виробництво сільськогосподарської продукції та сировини [1].

Органічне землеробство – це система землеробства, метою якої є баланс між продуктивністю агроценозу і деградацією навколишнього середовища з метою забезпечення збереження якості земель для майбутніх поколінь. Практично це система, яка повністю або в основному виключає використання синтетичних добрив, пестицидів, регуляторів росту, кормових добавок до раціону тварин та інших потенційно небезпечних речовин. [5].

Згідно з Законом України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини», який набрав чинності 10.01.2014р. термін виробництво органічної продукції (сировини) – «виробнича діяльність фізичних або юридичних осіб (у тому числі з вирощування та переробки), де під час такого виробництва виключається застосування хімічних добрив, пестицидів, генетично модифікованих організмів (ГМО), консервантів тощо, та на всіх етапах виробництва (вирощування, переробки)

застосовуються методи, принципи та правила, визначені цим Законом для отримання натуральної (екологічно чистої) продукції, а також збереження та відновлення природних ресурсів»^[6].

Наведені визначення терміну органічне «землеробство» свідчать, про наявність неоднозначних підходів до його тлумачення. Одні вчені вважають допустимим використовувати мінеральних добрив в системі органічного землеробства в обмеженій кількості, інші їх заборону. Це підтверджується приведеними вище визначеннями органічного землеробства.

Повна заборона використання мінеральних добрив в системі органічного землеробства є недоречною оскільки агрохімічною наукою доведено, що їх негативний вплив нейтралізується використанням органічних добрив. Прикладом такого підходу може бути концепція біологізації землеробства, суть якої полягає в тому, що якщо на одну тонну органічних добрив вноситься більше 15 кг діючої речовини мінеральних добрив, починається або посилюється дегуміфікація ґрунтів і їх агрофізична деградація. Всі мінеральні добрива, які використовуються в Україні, є солями одновалентних катіонів. Запобігти деградаційній дії на ґрунт одновалентних катіонів можна тільки нейтралізацією їх органічними колоїдами, які утворюються в ґрунті при внесенні органічних добрив в такому співвідношенні, при якому б нейтралізувалися всі внесені з мінеральними добривами одновалентні катіони. Це співвідношення між органічними і мінеральними добривами виведене емпірично на підставі системних спостережень в багатьох стаціонарних дослідках і має назву «коefficient біологізації землеробства». Між coefficientами біологізації землеробства і гуміфікації органічних добрив існує прямиий зв'язок: чим вищий coefficient біологізації, тим вищий coefficient гуміфікації органічних добрив, а отже швидше досягається розширене відтворення гумусу і потенційної ґрунтової родючості. І навпаки, чим нижчий coefficient біологізації землеробства, тим

менше в ґрунті утворюється гумусу, зникає можливість виходу на його розширене відтворення [7].

Органічне сільське господарство – це такий спосіб господарювання, який обмежує в конкретному господарстві залежність від зовнішніх витрат шляхом стимулювання біологічних природних процесів. В органічному

сільському господарстві виключають з виробництва речовини, отримані чи перероблені із застосуванням промислового виробництва, в тому числі і у випадку, коли ці речовини є аналогами існуючих у природі речовин. В основі

системи органічного сільського господарства лежить активізація процесів, які

відбуваються в природних екосистемах, причому як в кількісному, так і в якісному аспектах. В сфері аграрного виробництва органічне сільське

господарство – це практична реалізація основних положень концепції сталого розвитку сільського господарства України.

Для ведення органічного землеробства сільськогосподарські землі повинні відповідати певним вимогам щодо рівня їх забруднення шкідливими речовинами: пестицидами, важкими металами, радіонуклідами тощо.

Фахівцями Інституту агрохімії і ґрунтознавства НААН було проведено аналіз еколого-токсикологічного стану орних земель України та виділені зони,

придатні для вирощування екологічно чистої продукції. Дослідження показали, що антропогенне забруднення територій в Україні має не суцільний,

а локальний характер. Крім того, залишилася частка чистих земель, де рівень забрудненості значно нижчий порівняно з країнами Західної Європи.

За деякими даними, в Україні залишилось чотири невеликих регіони, де ґрунти ще не забруднені до небезпечних меж і де можливе вирощування екологічно чистої продукції на рівні найсуборітших світових стандартів:

– Північно-Полтавський – охоплює більшу частину Полтавської області (за винятком регіонів, що прилягають до міст Кременчука та Комсомольська),

північно-західні райони Харківської області, південно-західні райони

Сумської області, південно-східні райони Чернігівської області та східні райони Київської і Черкаської областей (лівобережна частина).

– Вінницько-Прикарпатський – тягнеться широкою смугою близько 100 км від м. Попельня Житомирської області і простягається до півночі Вінницької, Хмельницької та Тернопільської областей у напрямку до м. Львова.

– Південно-Подільський – включає невелику південно-східну частину Вінницької області, південно-західну частину Кіровоградської області, північ Миколаївщини і північну половину Одеської області.

– Північно-східно-Луганський – охоплює Мілоський і Новопсковський райони Луганської області [6].

Але ще недостатньо лише наявності територій, потенційно придатних для ведення органічного землеробства. Слід чітко уявляти, що перехід від звичайних (інтенсивних) технологій агровиробництва до органічного землеробства (так званий конверсійний період) є досить тривалим процесом (за деякими даними – від 2 до 5 років) і супроводжується певними ризиками та необхідністю вирішення низки проблем.

Основні проблеми, що впливають на темпи розвитку органічного землеробства, наступні:

– низький рівень поінформованості та обізнаності сільськогосподарських виробників і населення щодо органічного землеробства;

– низька технологічна культура сільськогосподарського виробництва;

– відсутність відповідної законодавчої бази;

– відсутність системи та органу сертифікації екологічно чистої продукції;

– відсутність переробної промисловості даної продукції;

– відсутність досвіду функціонування ринків збуту даної продукції та внутрішнього ринку;

– сучасна земельна реформа, проблеми продажу землі;

відсутність можливості страхування ризиків, що пов'язані з фінансовими витратами тощо.

У вересні 2005 р Генеральною Асамблеєю Міжнародної федерації рухів за органічне сільське господарство (International Federation of Organic Agriculture Movements - IFOAM) були прийняті наступні принципи:

- принцип здоров'я: органічне сільське господарство покликане підтримувати і покращувати стан ґрунту, рослинного і тваринного світу як неподільного цілого; здоров'я людей і їх спільнот не може бути відокремлене від здоров'я екосистем, оскільки на здоровому ґрунті виростає здоровий урожай, який підтримує здоров'я тварин і людини;

- екологічний принцип: органічне сільське господарство базується на екологічних системах і циклах, сприяючи їх життєздатності, наслідуючи їм і допомагаючи забезпечити стійкість; органічний менеджмент повинен адаптуватися до місцевих умов, екології та культури; обсяг споживаних ресурсів повинен скорочуватися за рахунок повторного використання, повторного використання та ефективного управління матеріалами і енергією для підтримання і поліпшення якості оточуючого середовища і заощадження ресурсів;

учасники процесу виробництва, реалізації та споживання органічної продукції повинні захищати оточуюче середовище і сприяти підвищенню продуктивності її ресурсів в цілому, включаючи ландшафти, клімат, біорізноманітність, атмосферний повітря і водні ресурси;

- принцип справедливості: органічне сільське господарство забезпечує дотримання справедливості по відношенню до всієї ОС, на всіх рівнях і стосовно до всіх учасників - фермерам і персоналу, дистриб'юторам, торговцям і споживачам; всім його учасникам повинні надаватися добротні умови життя, достатні обсяги якісного продовольства та іншої продукції, що сприяє продовольчого суверенітету і зниження бідності;

- принцип турботи: управління органічне сільське господарство має здійснюватися згідно з принципами обережності та відповідальності для захисту здоров'я і добробуту нинішніх і майбутніх поколінь, а також збереження оточуючого середовища; поряд з науковими дослідженнями в управлінні органічним сільським господарством необхідно спиратися на практичний досвід, який акумулює традиції і перевірені часом навички [Principles of Organic Agriculture ...]

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ВОДНО-ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ УКРАЇНИ ТА ЗАХОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ

1.1. Водні властивості ґрунту залежно від його родючості і агротехнічних заходів

У сучасних умовах ґрунти в Україні деградують через часту розораність, нестачання гумусу та елементів живлення, неправильне використання органічних добрив і недосконалу систему їх обробітку. Розповсюджена фізична деградація, виявляючись у злиствуванні верхнього шару, утворенні брил після оранки, переущільненні ґрунту, запливанні та утворенні ґрунтової кірки. В таких умовах суттєво зростає схильність деградованих ґрунтів до водної та вітрової ерозії, а також погіршується їхня здатність вбирати та утримувати атмосферну вологу.

Вода, за зауваженням В.А. Ковди [7], виступає унікальним зв'язуючим елементом у системі "організми-ґрунт-породи-атмосфера". В цій складній багатокomпонентній системі обмін речовинами відбувається переважно через рідку фазу - ґрунтовий розчин, а також за участю ґрунтових та поверхневих вод.

В одному з головних висновків В.В. Докучаєва вказується, що однією з основних причин у чорноземах є недостатнє та нерегулярне використання вологи, особливо при обмеженому обсязі опадів.

Поліпшення водного режиму чорноземів, зокрема шляхом більш ефективного використання атмосферних опадів, вважається однією з основних задач сільськогосподарського господарювання, особливо у зв'язку з обмеженими водними ресурсами в даній зоні.

НУБІП України

Для досягнення високих та стабільних врожаїв сільськогосподарських культур необхідно забезпечити їхні життєві потреби у воді. З цією метою важливо створити в ґрунті водний режим, який найбільш повно задовольняв біологічні вимоги культурних рослин [8].

Згідно з висловлюванням академіка О.О. Никонова (1985), для забезпечення гарантованого врожаю необхідно, щоб сума опадів становила 700 мм. В Україні лише обмежена кількість сільськогосподарських угідь отримує подібну кількість атмосферної води. Таким чином, одним з ключових факторів, впливаючих на життєзабезпеченість рослин, є вологозабезпеченість посівів, яка у даному випадку визначається кількістю опадів.

Для досягнення продуктивного і стійкого землеробства в таких районах необхідно вдосконалити агротехнічні методи з метою зберегання 150-200 мм продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту до весняного посіву.

Такий обсяг вологи можуть утримувати лише структурні чорноземні ґрунти із супинковим гранулометричним складом, площа яких становить 55% від загальної площі оброблюваних земель у країні.

Водний режим ґрунтів формується внаслідок їх водопроникності та здатності утримувати воду. Ці характеристики, в свою чергу, залежать від різноманітних факторів, включаючи фізичні властивості ґрунту. Деякі дослідники стверджують, що всмоктування води ґрунтом пов'язане з його структурою, тоді як процес фільтрації залежить від водостійкості ґрунтової структури.

Швидкість проникнення води в ґрунт під впливом різних факторів, таких як висхідний потік вологи, ступінь промерзання, мінералогічний і гранулометричний склад, має важливе значення. Пилуваті ґрунти відзначаються низькою водопроникністю, що пояснюється нестабільністю їх структури та коагуляцією ґрунтових пор диспергованими частками [9].

Водоутримуюча здатність ґрунту залежить від його порового простору та наявності в ньому вологості. При низьких рівнях вологості, що перевищують вологість величини ВРК, механізм переміщення волопи часто базується на дифузії. При належному зволоженні переважає капілярний механізм, який спрямовує рух води до поверхні для випаровування. Отже, для зменшення фізичного випаровування води рекомендується розпушування верхнього ґрунтового шару, що включає руйнування капілярів та формування мульчуючого шару із сухого ґрунту. Сільськогосподарські залишки, розташовані на поверхні ґрунту, можуть виступати як депресори випаровування волопи.

Ефективним засобом поліпшення водного режиму ґрунтів у землеробських районах із недостатнім та нестійким атмосферним зволоженням є збільшення коефіцієнта використання опадів. Це можна досягти шляхом значного підвищення інфільтраційної здатності оброблюваних ґрунтів.

В процесі водного колообігу в природі, згідно з А.М. Грінном [11], перетворення атмосферних опадів у стік відбувається переважно під впливом ґрунтового покриву. Швидкість інфільтрації та взаємозв'язок між усіма компонентами водного балансу на даній території в значній мірі визначаються хімічними і фізичними властивостями ґрунтів. У проведених досліджах А.М. Гріна найбільший вплив на інфільтрацію мали вміст агрегатів і органічної речовини, а також щільність ґрунту. Коефіцієнт множинної кореляції між швидкістю інфільтрації і зазначеними параметрами ґрунту досягав значення 0,87.

На підставі аналізу літературних даних можна зробити висновок, що серед різних типів ґрунтів найвищу водопроникність виявляють чорноземи. Це особливо виражається у їхньому високому вмісті гумусу та зниженій щільності порівняно з іншими ґрунтовими типами.

У контексті вищезазначеного, вивчення інфільтраційної здатності ґрунтів та розробка ефективних заходів для її регулювання є суттєвим аспектом з метою збільшення запасів ґрунтової вологи і удосконалення водного режиму. При цьому рівень інфільтрації ґрунтів визначає процеси формування поверхневого стоку, що призводить до висновку, висловленого Г.В. Назаровим [12], про те, що водопроникність є достатньо чітким показником протиерозійної стійкості ґрунту.

Вплив обробітку ґрунту на його водопроникність і, відповідно, запаси продуктивної вологи визначається інтенсивністю та глибиною цього обробітку. Результати досліджень багатьох дослідників вказують на те, що ґрунти, які довгий час не оброблялися, мають кращі фільтраційні характеристики, особливо у природних умовах [13,14]. Це пояснюється тим, що у старих орних ґрунтах утворюється орна підшва, яка обмежує проникнення води на більшу глибину, а також порушується неперервність ґрунтових пор, що утворилися внаслідок розкладання коріння та діяльності мезофауни.

В результаті досліджень О.В. Піковської встановлено, що використання нульового обробітку забезпечило найвищі накопичення продуктивної вологи протягом весняно-літнього періоду - від 44 до 112 мм на метровій глибині. Запаси вологи трошки менше були в разі мінімального обробітку - від 40 до 105 мм, а використання оранки призвело до найгіршого збереження вологи у шарі 0-100 см, на рівні від 35 до 98 мм [15].

На сьогоднішній день наявний значний обсяг експериментальних даних, що стосується ефективності безпліцевого обробітку у збереженні та накопиченні ґрунтової вологи. Деякі дослідники (Костров, 1981; Плетнев, 1984) зауважують, що збільшення вологості ґрунту може бути результатом більшого снігового покриву, який формується завдяки стерні, а також через менше промерзання ґрунту (Чуданов, 1986). Інші аспекти включають більш

рівномірне та повільне розтавання снігу, обумовлене зниженням випаровування з поверхні ґрунту (Гриценко, 1983; Демкін, Агеев, 1986).

Занаси води в ґрунті залежать не лише від застосовуваної агротехніки, але й від гідрологічних показників, погодних умов року, вирощуваної культури і рельєфу території. Особливо важливо регулювати водний режим на силових землях, де водні потоки після сніготанення або зливового дощу можуть призводити до змиву ґрунту.

Результати стаціонарних досліджень, проведених на чорноземах силових земель із нахилом 5-6°, підтверджують високий водонакопичуючий ефект плоско-різного обробітку: у порівнянні з оранкою, вміст продуктивної вологи весною на плоско-різних обробітках був вищим на 12-28 мм, досягаючи значення 200 мм [16].

Впровадження безполицевого обробітку на рівнинних територіях також позитивно вплинуло на накопичення вологи в чорноземних ґрунтах, включаючи аридні зони України. Наприклад, весняні запаси продуктивної вологи у метровому шарі перед посівом кукурудзи складали, в порівнянні з оранкою, 76 мм. При глибокому плоско-різному обробітку та чизельному обробітку відповідно ці показники становили 87 та 78 мм. Варто відзначити, що ці значення були досягнуті при максимально можливих запасах води для даного типу ґрунту, які становили 170 мм [17].

Слід зауважити, що відмітний ефект накопичення вологи при глибокому плоскорізному обробітку обумовлений більш жорсткою вертикальною орієнтацією порового простору та вищою водопроникністю, завдяки якій формується запас вологи у глибоких шарах ґрунту. З цієї причини рекомендується застосовувати глибокий плоскорізний обробіток при вирощуванні культур у зонах з недостатнім зволоженням.

Ґрунтова зона чорноземів Лісостепу України визначається як область з найбільш оптимальним зволоженням ґрунтів, характеризується непроливним типом водного режиму. Розуміння закономірностей висхідного

руху вологи при випаровуванні є важливим для обґрунтування та розробки раціональних систем обробітку ґрунту, спрямованих на зменшення витрат ґрунтової вологи [18].

Процес випаровування ґрунтової вологи визначається рівнем зволоження та структурним станом ґрунту [19]. Ґрунтова волога відіграє ключову роль у ґрунтоутворенні, оскільки переміщення різних речовин у ґрунтовій товщі відбувається у вигляді розчинів. Цей процес, в кінцевому підсумку, впливає на формування профілю ґрунту і, отже, визначає родючість і продуктивність сільськогосподарських культур [20].

Згідно з висновками О.О. Ізмаїльського [21] та Г.М. Висоцького [22], вони підкреслили визначальну роль вологи у стійкому підвищенні урожайності сільськогосподарських культур у чорноземній зоні.

Освоєння чорноземів передбачало переважно екстенсивне землеробство, і головним методом підвищення їх продуктивності був інтенсивний обробіток. Цей обробіток сприяв підвищенню розпушеності ґрунту та поліпшенню його агрофізичних властивостей, що відіграло ключову роль у мобілізації природної родючості [23]. В результаті такого підходу чорноземи не лише втратили шар степової повсти, але також значну частину (30-50%) загального гумусу [24].

Погіршення фізичних властивостей чорноземів прямо пов'язане зі зменшенням запасів гумусу, що в свою чергу призводить до збільшення посушливості ґрунтових умов для росту сільськогосподарських культур та сприяє формуванню ґрунтоутворення в агроценозах [25].

Згідно з дослідженнями О.В. Демиденка, при використанні безпліцевих обробітків у ротатії культур у 10-пільній сівоzmіні запаси продуктивної вологи у шарі 0-180 см були на 15-20 мм вищими, ніж при застосуванні оранки [26].

Чергування культур у сівоzmінах є особливо важливим заходом для регулювання водного режиму в системі "ґрунт-рослина". Цей підхід

передбачас раціональне використання рослинами ґрунтової вологи, супроводжуване подальшим відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту. Такий підхід особливо актуальний у зоні Степу і підзоні недостатнього зволоження Лісостепу [27].

Запаси продуктивної вологи у ґрунті виступають як основний фактор взаємозв'язку між ґрунтом і рослинами, вирішально впливаючи на процеси проростання сходів і подальшу вегетацію сільськогосподарських культур. Недостатність продуктивної вологи в ґрунті не лише негативно впливає на розвиток культур, але й суттєво зменшує ефективність застосованих сільськогосподарських методів [28].

Процес витрати води рослиною розпочинається з моменту проростання насіння, але на цьому етапі загальні втрати в цілому невеликі.

Проте після виходу сходів рослина інтенсивно вбирає вологу, і практично всю цю кількість витрачає на випаровування (транспірацію). Під час фотосинтезу лише 1,0-1,5% загального обсягу витраченої води використовується [29].

Дослідження вологового режиму в 5-польній зерно-просапній сівозміні показали, що в середньому за період 2011-2018 років на момент посіву, в запасах продуктивної вологи було приблизно 160 мм за органічної системи удобрення, та 155 та 157 мм відповідно за системи мало- та інтенсивного удобрення [30]. На етапі критичного розвитку культур вологові запаси становили 120, 193 та 110 мм відповідно, а на момент збирання врожаю – 73,68 та 64 мм.

У короткоротаційній сівозміні протягом двох ротаций культур витрати вологи на утворення врожаю складали: 860 мм для органічної системи, 900 мм для маловитратної системи та 930 мм для інтенсивної системи удобрення. Відповідно, співвідношення витрат вологи протягом вегетації за періодами складало від 0,80 до 0,95 до 1 для органічної та маловитратної систем удобрення, і 1,26 до 1 для інтенсивної системи. Загалом, за органічної системи удобрення витрати вологи на формування врожаю були на 70 мм

менше, ніж за інтенсивної системи. Найбільше вологи витрачалося при вирощуванні кукурудзи – 26,4-28,1%, менше при вирощуванні сої – 22,2%, гороху – 19,6%, пшениці озимої – 15,8-16,5%, і найменше – ячменю ярого – 14,2-15,3% [30].

1.2. Вплив обробітку та удобрення на щільність ґрунту

Сучасний ґрунт - це орґано-мінеральний природний продукт, який виник і підтримується відповідним локальним кліматичним режимом, безперервними мікробно-рослинними взаємодіями у витоках кількісно домінуючій неорґанічній речовині [1]. Разом з тим, ґрунт як екосистема включає біоту, її залишки, метаболіти і біофільні елементи; в ньому протікають основні біологічні та фізико-хімічні процеси - біогеохімічні цикли біогенних елементів і цикли мікроорґанізмів. Будучи, по суті, глобальною відкритою екосистемою, ґрунт наділений значним буферним потенціалом і дією відносно різноманітних стресорів, виступає як екосистемний пурифікатор від природних і ксенобіотичних полутангів постійно забезпечує рослини і геобіоти поживними речовинами і вологою, служить стоком джерелом біорізноманіття. Ґрунтова агроекосистема відтворює і підтримує в активному стані ґенофонд і унікальне розмаїття геобіонтів суші Землі. Саме біологічна компонента локальної агроекосистеми забезпечує її незамінні для всього живого продукційні і середовищотворювальні функції.

З урахуванням викладеного у відношенні до нормально функціонуючої ґрунтової екосистеми правомірні і застосовні такі біологічні та екологічні характеристики, як здоров'я і/ або патологія, а також відновлення (ремедіація) і лікування (терапія). Найважливішу характеристику - здоров'я ґрунту – можна визначити [1, 2, 3] як функціональну біологічну категорію, яка відображатиме стан динаміки активності біотичного компонента в орґано-мінеральному комплексі ґрунту; ця біологічна категорія характеризується (відповідно до природно-кліматичної зони) адекватною активністю біотичних процесів

синтезу і гідролізу, їх стійкістю до порушуючих впливів біотичних і абіотичних стресорів, в значній мірі замкнутістю циклів біофільних елементів і мікроорганізмів. Здоров'я ґрунту агропемозів характеризується ще і відповідністю свого речовинного і біотичного складу нормативним показникам (лімітуючих вміст полутантів і шкідливих агентів), а також адекватною родючістю. На сьогоднішній день вважається некоректним оцінювати якість ґрунту тільки за критеріями її родючості з позицій отримання максимальної продуктивності і прибутку. Глибоко помилково, як це було при впровадженні так званих інтенсивних технологій, повністю ігнорувати біотичний блок ґрунту. В органічному землеробстві першорядна роль належить саме здоровому ґрунту [4, 5]. Тільки він здатен невизначено довго функціонувати в якості компонента ґрунтової екосистеми, підтримувати продуктивність геобіонтів, якість води, повітря та продукції, забезпечуючи тим самим здоров'я рослин, тварин і людини [6].

За рішенням ООН 2015 був визнаний міжнародним роком ґрунту. Рациональному використанню ґрунту цього стратегічно важливого природного ресурсу приділяється все більше уваги в усьому світі. Загально визначенні екологічні напрямки стратегії декларують два найважливіших положення: не можна жити за рахунок майбутніх поколінь, необхідно гармонізувати взаємини людини з природою [7]. Всі перераховані положення, найбільш ефективно і успішно можна реалізувати при дотриманні агротехнологій, які відповідають системі органічного землеробства.

У повсякденному уявленні органічне землеробство (альтернативне, стійке, екологічно чисте, біодинамічне і ін.) - це використання агроєкосистеми для отримання якісного, екологічного чистого врожаю достатнього обсягу без застосування генно-модифікованих рослинних організмів (ГМО), синтетичних мінеральних добрив і пестицидів, виключаючи деякі меліоранти [8].

За своєю «ідеологією» органічне землеробство – це, з одного боку, індивідуальне землеробство, сфера діяльності індивідуального виробника. У

той же час, органічне землеробство висуває особливі вимоги до мінімальних масштабів агроєкосистеми. Наприклад, не можна виробляти органічні продукти поряд з виробництвом традиційної продукції.

Історично органічне землеробство, як система рослинництва, безсумнівно, є первинним. До ери усвідомлення і масового виробництва хімічних (неорганічних) добрив землеробство, звичайно ж, повсюдно було органічним. Однак в XX столітті первинним стало convention agriculture – загальноприйняте, традиційне землеробство, в науковій літературі інтенсивне,

індустріальне землеробство (ІЗ). Воно характеризується, по-перше, масованим застосуванням мінеральних добрив традиційних NPK, а також (при необхідності!) Si, B, Mg, Zn, V, Mo та ін. По-друге, ІЗ базується на широкому використанні пестицидів, негативні екологічні та гігієнічні наслідки яких добре відомі. Нарешті, в десятках країн в рамках інтенсивного землеробства сьогодні широко використовують генетично модифіковані рослини, стійкі до шкідливих членистоногих і / або до невибіркових гербіцидів (гліфосат і ін.).

Помилково вважати, що проста відмова від застосування синтетичних агрохімікатів і ГМО дозволить відразу перейти до органічного землеробства.

Це далеко не так.

По-перше, землекористувач повинен бути переконаний в необхідності постійно дотримуватися принципів органічного землеробства і бути готовим до ряду витрат, пов'язаних з його технологіями.

По-друге, потрібно певний перехідний період, в процесі якого органічні продукти (вироблені за технологіями органічного землеробства, слідуючи більш жорстким екологічним і гігієнічним нормативам), будуть відповідати необхідній якості.

По-третє, землекористувачу будуть потрібні різнобічні знання про біоекологічні основи комплексу процесів, що відбуваються в ґрунтовій екосистемі (експлуатованій по системі органічного землеробства), нові знання будуть потрібні і для оптимізації поживного режиму вирощуваної культури.

освоєння нових технологій з профілактики та стримування розвитку шкідливих організмів [9].

Сьогодні важливість органічного землеробства виведена на світовий рівень. Міжнародна організація органічного землеробства (IFOAM) визначає

органічне землеробство як систему виробництва, що забезпечує здоров'я

ґрунтів, екосистем і людини на основі природних, адаптованих до місцевих

умов, екологічно збалансованих процесів і безпечних джерел збагачення

ґрунту органічною речовиною, гармонізації кругообігу речовин і енергії,

підтримки біорізноманіття, оптимізації конкурентоспроможності культурних

рослин до бур'янів, хвороб і шкідників при повній відмові від використання

агрохімікатів і ГМО [10].

Реалізація системи органічного землеробства можлива тільки після

закінчення перехідного періоду, який триває мінімум 5-6 років за умови

неухильного дотримання вимог і правил IFOAM. В системі органічного

землеробства виникають проблеми і завдання, які належить вирішувати з

урахуванням обмежень та зобов'язань органічного виробництва. Основна

умова - це підтримка рівня родючості ґрунту за допомогою внесення тільки

органічних добрив (компости, перегній) і рослинних залишків, таких як

спеціально вирощені сидеральні культури і післяжнивні залишки врожаю.

До спільних рішень проблеми захисту рослин і врожаю від шкідливих

організмів в рамках органічного землеробства слід віднести використання

стійких сортів, довгоротаційних сівозмін з обов'язковим включенням бобових

культур, змішані (полівидові) посіви культур, механічну обробку ґрунту і

догляд за посівами, інтродукцію корисних аборигенних мікроорганізмів і

членистоногих та стимулювати потенціал самого ґрунту за допомогою

підвищення біорізноманіття (генетичного і функціонального), застосування

компостів і біопрепаратів на основі супресуючих, гіперпаразитних і

ентомоценогенних біоагентів [20].

В технологічній боротьбі з шкідливими організмами допустимі тільки біологічні, фізичні та агротехнічні прийоми. Бур'яни знищуються за допомогою основних і проміжних культур сівозміни, конкурентоспроможних посівів, покривних культур в міжрядях і механічними обробками. Так, якщо 2 роки поспіль на одному і тому ж полі висівати озиме жито, то з агроценозів витісняються багато видів багаторічних і малолітніх бур'янів [21, 22].

Від фітофагів рослини захищають біопрепаратами і залученням ентомофагів, а також інсектицидами рослинного походження [23, 24].

Спеціальні ловушки з аттрактантами, світло-, кольоро- і клейові пастки можна використовувати як для виснаження популяцій шкідників, так і для їх моніторингу. Перспективні широкозахватні польові вентиляторні і вакуумні імфактори для збору і знищення імаго шкідливих комах [25].

Найбільш простий спосіб підтримки здоров'я ґрунту в системах органічного землеробства - дотримання всіх рекомендацій щодо забезпечення його родючості. Не можна залишати ґрунт під чистим паром (тобто без рослин), необхідно застосовувати тільки енергоощадний механічний, переважно поверхневий обробіток. Неодмінна умова підтримки здоров'я ґрунту в органічному землеробстві - сівозміна, посіви симбіотрофних культур, що забезпечують розвиток азотфіксуючих мікроорганізмів, і культур-супресорів, що пригнічують розвиток кореневих гнилей та інших ґрунтових хвороб.

Перспективним є використання змішаних полівидових і полісортних посівів, «мозаїк сортів» (розрізняються по стійкості до фітопатогенів і фітофагів), водних екстрактів рослин, компостів. Ефективними є відселекціоновані натуральні мікробні асоціації, отримані з ґрунтів зі стабільними супресивними властивостями. Для їх селекції запропонована безперервна проточна конструкція, що забезпечує отримання мікробіологічних асоціацій супресорів стосовно конкретних фітопатогенів [26].

До гострих (операційним) методів відносять стерилізацію (фумігацію) ґрунту, а також (при необхідності) її екскавацію і поховання [1]. Від фітофагів рослини захищають біопрепаратами і залученням ентомофагів, а також інсектицидами рослинного походження [23, 24]. Спеціальні ловушки з аттрактантами, світло-, кольорово і клейові пастки можна використовувати як для виснаження популяцій шкідників, так і для їх моніторингу. Перспективні широкозахватних польові вентиляторні і вакуумні Імпактори для збору і знищення імаго шкідливих комах [25]. Для захисту рослин від збудників хвороб іспрофілактические індуктори фітоімунітета, для їх оперативного стримування - біопрепарати мікробних супресорів і вірусів. ○○

Неоспiрне зростання енергоефективності сiльськогосподарського виробництва вiдкриває новi можливостi для iнтенсифiкацiї механiчного обробiтку ґрунту – важливого фактора, який визначає щiльнiсть орного шару.

Аналізуючи багато наукових досліджень, О.Л. Шенявський [31] приходить до висновку, що прагнення сільськогосподарських виробників до негайного посилення та розширення методів механічного обробітку ґрунту з метою максимального використання природної родючості суперечить невблаганним законам природи.

Щiльнiсть, як зауважує I.B. Кузнецова, насамперед визначається гранулометричним складом i структурним станом ґрунту, а в орному шарі технологiєю вирощування сiльськогосподарських культур.

Сiльськогосподарським культурам для нормального росту i розвитку потрібнi певнi екологiчнi умови, включаючи щiльнiсть ґрунту. Оптимальна щiльнiсть ґрунту та, при якiй урожайнiсть при рiвних умовах досягає найвищих значень; для рiзних сiльськогосподарських культур вона рiзна. Дослiдження декiлькох авторiв [32,33,34] показують, що для зернових культур оптимальна щiльнiсть коливається в межах 1,10-1,40 г/см³, тодi як для коренеплодiв вона не перевищує 1,15 – 1,20 г/см³.

Визначення оптимального рівня щільності ґрунтів не лише враховує вимоги конкретних вирощуваних культур, але також залежить від ґрунтово-кліматичних умов. Абсолютний вплив негативної щільності ґрунту не лише залежить від його властивостей, але також від погодних умов року [35].

Під час вивчення взаємозв'язку між сільськогосподарськими культурами та ґрунтом при різних щільностях останнього, важливо перш за все досліджувати характер корінних систем культур. Оптимальну щільність різних ґрунтів і горизонтів можна надійно визначити за характеристикою розподілу коренів, особливо їх глибини, яка є ключовою для росту рослин. В.

Ротмістров [36] вважав, що розподіл коренів в ґрунті переважно залежить від природи рослин і розмірів їх кореневих систем, які залишаються стабільними, і обробіток ґрунту не може раптово змінити їх протягом одного року. З іншого боку, Н.А. Качинський, опираючись на обширний фактичний матеріал, переконливо довів, що в ідентичних умовах різні рослини розвивають кореневі системи приблизно однакової форми і розмірів.

Згідно з твердженнями J.E. Weaver [73], кліматичні умови, зокрема ступінь зволоження території, на якій поширені чорноземні ґрунти, сприяють глибокому укоріненню рослин. У той же час, результати численних досліджень [37-40] переконливо показують, що кореневі системи рослин в умовах різних ґрунтів, включаючи чорноземи, переважно розташовані у верхніх, найбільш родючих шарах. Це особливо помітно в більш вологих районах, де навіть розрушення щільного підорного шару не сприяє проникненню коренів у глибші горизонти ґрунту [41].

Мілке залягання кореневої системи, особливо в зонах з достатнім зволоженням, часто пов'язують з високою щільністю підорного шару ґрунту, що за певних умов може погіршити повітряний режим.

В умовах більшої посушливості корені багатьох рослин можуть проникати на більшу глибину, збільшуючи при цьому кореневу масу, головним чином за рахунок зменшення маси надземної частини рослин. З

урахуванням цього можна підтримати погляд Н.З. Станкова [41], який вказує, що рослини, які ростуть в умовах сприятливого водного та живильного режимів, розвивають основну масу коренів у верхніх шарах ґрунту.

Унаслідок того, що багато ґрунтів мають підвищену рівноважну щільність, роль методів механічного обробітку дотепер спрямовувалась, передусім, на покращення водного і повітряного режимів шляхом розшарування верхнього шару, що тісно пов'язано з біологічною активністю ґрунту та режимом живлення. Водночас важливо відзначити, що нові дослідження, проведені останнім часом вченими як у країні, так і за кордоном, вказують на необхідність критичного перегляду концепції обробітку ґрунту, яка трактує цей процес виключно як захід, спрямований головним чином на розшарування ґрунту.

Багато дослідників вважають, що рівноважна щільність численних ґрунтів, особливо чорноземних, майже ідентична оптимальній для вирощування сільськогосподарських культур. Враховуючи це, багато вчених надають рекомендації щодо суттєвого зменшення обсягу обробітку, пов'язаного з розшаруванням [42,43]. Доведено, що надмірне розшарування орного шару під час обробітку може значно знизити врожайність [44-46].

Не викликає сумніву той факт, що щільність ґрунту суттєво впливає на ріст і розвиток культурних рослин. Однак прийоми для досягнення оптимальної щільності орного шару при обробітку ґрунту ще недостатньо досліджені.

А.І. Зражевський у своїх дослідженнях [47] виявив, що після оранки чорноземних ґрунтів утворюються суцільні поздовжні пухкі ділянки між щільними брилами. Ці ділянки заповнюються поживними рештками, які повільно розкладаються. У результаті цього ступінь рихлості ґрунту практично не змінюється протягом вегетаційного періоду.

Поверхневий обробіток ґрунту, за результатами досліджень [48], сприяє найбільш рівномірному розподілу рослинних залишків і органічних добрив. Одночасно найбільш сприятливі умови для росту та розвитку зернових культур на чорноземах типових утворюються при заробітку добрив у верхній шар ґрунту на глибину 0-15 см, як показано в дослідженнях [49].

Століттями головним методом обробітку була полицева оранка, яка суттєво спричинила розклад органічної речовини, зменшила запаси гумусу та погіршила агрофізичні властивості ґрунту. У рамках системи раціонального використання ґрунтів та відновлення їх родючості велике значення надається

системі обробітку ґрунту, заснованій на використанні інструментів плоскорізного типу. Плоскоріз діє шляхом рихлення ґрунту, де рослинні залишки залишаються у тих шарах, де вони знаходилися перед обробітком.

При порівнянні з обертанням скиби (де залишається менше 10% рослинних залишків на поверхні ґрунту) та дискуванням (де зберігається 30%), плоскорізнний обробіток зберігає до 80% рослинних залишків на поверхні ґрунту [50].

Систематичний мінімальний обробіток ґрунту призводить до значного (більше 30%) збільшення кореневої системи в верхній частині профілю ґрунту.

Одночасно з накопиченням кореневої маси ближче до поверхні ґрунту, відбувається помітне підвищення механічної міцності верхнього шару ґрунту [51].

Існує важливий прямий зв'язок між твердістю та щільністю оброблюваних ґрунтів. Однак при систематичному мінімальному обробітку може виникати ситуація, коли значне нагромадження коренів і рослинних решток у верхніх шарах ґрунту призводить до збільшення твердості без відповідного зростання щільності. В окремих випадках може навіть виникнути зворотний зв'язок між твердістю та щільністю. Таким чином, систематичний

мінімальний обробіток, залишаючи рівноважну щільність ґрунту на рівні, схожому на варіанти з оранкою, у багатьох випадках вірогідно збільшує

твердість, підвищуючи механічну міцність та значно зменшуючи здатність ґрунту до ущільнення.

Негативний вплив підвищеної щільності на ріст і розвиток культурних рослин добре досліджено. Наприклад, зайва щільність значно погіршує водний режим, зменшує доступність кисню для коренів рослин та обмежує інтенсивність дифузії CO₂ з ґрунту. Механічні перешкоди для росту коренів також можуть виникати через високу фізичну щільність ґрунту. Порушення водно-повітряного режиму при підвищенні щільності призводить до суттєвого погіршення біохімічних процесів і режиму живлення рослин.

Абсолютно інші умови для росту рослин складаються на ґрунтах із занадто пухким орним шаром, де відбувається вільний газообмін між ґрунтом і атмосферою, що призводить до збільшення біологічної активності ґрунту та мобілізації елементів живлення. Однак дедалі частіше в літературі згадуються дані, що свідчать про те, що не лише надто висока розгалуженість, але й занадто пухкий стан ґрунту може шкідливо впливати на ріст рослин і помітно зменшувати їх врожайність. Багато дослідників пов'язують з надто пухким складенням орного шару раптове збільшення непродуктивних втрат вологи через випаровування, розглядаючи це як основну причину негативного впливу зниженої щільності ґрунту.

Фактично, багаточисленні дослідження підтверджують, що ущільнення ґрунту під час сухих років і періодів в суттєвій мірі поліпшує його водний режим, сприяючи збереженню продуктивної вологи. Однак це явище є лише однією з багатьох складових. Надто розгалужене утримування орного шару створює сприятливі умови для накопичення поживних речовин, але зменшення міцності контакту коренів рослин з ґрунтом обмежує їхнє використання. [56]

У перші роки застосування мінімального обробітку може відзначатися певним підвищенням щільності ґрунту. Проте таке явище не має вирішального впливу на ріст і розвиток зернових культур, оскільки щільність ґрунту в цілому зберігається в оптимальному діапазоні. Для більшості зернових

культур оптимальна щільність оброблювального шару степових ґрунтів становить $1,2 \pm 0,1$ г/см³ [40]. Втім, існують випадки [53], коли збільшення щільності ґрунту всього на $0,1$ г/см³ викликало значне зменшення урожайності на 20-30%. Ймовірно, саме тому при впровадженні безполицевого обробітку для просапних культур багато дослідників віддають перевагу глибокому рихленню ґрунту, враховуючи велику чутливість просапних культур до переущільнення. Наприклад, у досліджах G. Jde та ін. [68] глибоке рихлення переущільнених ґрунтів з щільністю складення $1,43-1,52$ г/см³ призводило до збільшення урожаю коренеплодів цукрового буряка з 630 до 685 ц/га.

Внесення органічних добрив при традиційній оранці призводить до помітного зменшення щільності ґрунту у порівнянні з глибоким плоскорізним обробітком. Це явище пояснюється переважно характером внесення органічних добрив при використанні різних методів обробітку. Згідно з висловлюванням С.А. Кемпбелла та ін., внесення гною призводить до підвищення врожайності сільськогосподарських культур за рахунок поліпшення фізичних властивостей ґрунту через інтенсивне утворення гумусових колоїдів. Дослідження також показують, що внесення значних кількостей органічних добрив стабілізує щільність ґрунту і сприяє його саморозсіюванню протягом осінньо-зимово-весняного періоду.

У початковий період впровадження систематичного обробітку без використання плуга органічні добрива переважно концентруються у верхньому шарі ґрунту і мають малозначний вплив на весь орний шар, що може призвести до певного збільшення щільності ґрунту. Однак дослідження показують, що систематичний безполицевий обробіток, особливо мінімальний обробіток, з часом сприяє стабілізації щільності орного шару ґрунту, а потім її помітному зменшенню. Наприклад, відомо, що заміна оранки поверхневим обробітком на глибину 6-8 см в перші два роки може призвести до зменшення врожайності ячменю. Проте на третій рік, завдяки поліпшенню структури

грунту, негативний вплив мінімального обробітку відсутній, а на четвертий рік може сприяти значному збільшенню врожаю порівняно з оранкою.

Отже, в системі систематичного мінімального обробітку, спільно з органо-мінеральним удобренням, вже протягом 5-6 років після впровадження цієї практики в господарство спостерігається покращення структури ґрунту у порівнянні з традиційною оранкою. На перших етапах може відзначатися певне ущільнення ґрунту, особливо під культурами, які вимагають просапні умови, наприклад, цукровий буряк. Однак ця тенденція до збільшення щільності орного шару є загальною для будь-якого методу обробітку. Це може

бути зумовлено тривалим періодом, коли поверхня ґрунту залишається відкритою, а також значним збільшенням кількості проходів машин по полю.

Н. Petelkau вказує, що площа прикочування сільськогосподарських машин під час вирощування зернових становить приблизно 250%, а при вирощуванні цукрового буряка ця площа може досягати 450% і більше.

Щільність суглинкового ґрунту на глибині 7,5 см в рядку цукрового буряка, за інформацією J. Giles, становить лише 0,9 г/см³, тоді як у міжрядді після проходження колеса трактора вона збільшується до 1,4 г/см³. Згідно з даними В.С.

Гапоненко, внаслідок ущільнення ґрунту машинно-тракторними агрегатами, урожай коренеплодів цукрового буряка може зменшуватися на третину площі посіву.

Важливо визнати, що інтенсивне рихлення чорноземів на значну глибину часто веде до надмірної рихлості, особливо на початкових етапах освоєння цілини, коли ґрунти мають підвищену кількість гумусу і водостійку структуру. Проте в подальших періодах інтенсивна обробка сприяє дегуміфікації та деградації орного шару, що призводить до збільшення щільності оброблюваних ґрунтів на рівень, що негативно впливає на водно-фізичні властивості та урожайність культур. Як відзначає E. Nugis, щільність

ґрунту піддається впливу як робочих органів сільськогосподарських машин,

так і самої техніки, що призводить до одночасного рихлення та ущільнення ґрунту.

Згідно з численними дослідженнями, щільність орного шару чорноземів різних регіонів Лісостепу України значно збільшується протягом осінньо-зимово-весняного періоду і на початок вегетаційного періоду зазвичай відчутно перевищує щільність нижніх горизонтів. Глибока оранка значно розріхлює ґрунт і в цей період року сприяє обезмуденню орного шару за рахунок низхідних потоків вологи. Таким чином, максимальна концентрація мулових фракцій спостерігається в більшості орних чорноземів у підорній частині профілю.

Все це призводить до значного погіршення фізичного стану орного шару чорноземів і сприяє їхній подальшій агрофізичній деградації. У результаті формуються брилисті структури орного шару, вузький діапазон вологості для досягнення фізичної стиглості, і виникає надмірна щільність складення під час вегетації рослин. Це особливо помітно при зрошенні [59].

Відновлення агрофізичних параметрів родючості чорноземів, за словами В.В. Медведєва [60,61,62], досягається шляхом створення і підтримання оптимальних параметрів структурного стану і щільності складення, при цьому враховуються їх диференціація за глибиною кореневмісного шару та стійкість в часі.

Зазначені вище матеріали свідчать про актуальність перегляду традиційних підходів до обробітку ґрунту, зокрема врахування його агрофізичних властивостей та вимог сільськогосподарських культур, особливо в умовах сучасної складної екологічної ситуації. Важливо враховувати, що механічний обробіток ґрунту є високоенергоєфективним та трудомістким процесом у землеробстві. За даними дослідників, приблизно 40% енергії та 25% трудових ресурсів загального обсягу полів робіт припадає на цей вид робіт [63,64].

У середньому 40% прямих експлуатаційних витрат, 41% енерговитрат і 25% витрат праці в землеробстві України спрямовані на виконання системи обробітку ґрунту. Таким чином, важливо, щоб вибір різних методів обробітку ґрунту був чітко орієнтованим на досягнення визначеної мети та ефективність витрат на їх реалізацію. На додаток, необхідно враховувати значення екологічної безпеки цих заходів, раціонального використання ресурсів і широкого відновлення родючості ґрунту, приділяючи особливу увагу агрофізичним властивостям.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА, УМОВИ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Мета роботи – визначення та оцінка впливу обробітку і удобрення чорнозему реградованого на водно-фізичні властивості, агрономічну та економічну ефективність вирощування культур в умовах стаціонарного досліді Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Виходячи з мети дослідження ми вирішували такі завдання:

розрахувати запаси продуктивної вологи в орному та метровому шарі чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;
визначити щільність орного шару чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;

провести оцінку впливу різних варіантів обробітку та удобрення ґрунту на агрономічну і економічну ефективність вирощування культур.

2.2. Методика досліджень

Дослідження проводились на експериментальній базі Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН» в умовах польового стаціонарного досліді, який закладено на чорноземі реградованому малогумусному середньосуглинковому на карбонатному лесі (Черкаська область, Смілянський район).

Для чорноземів опідзолених сильнореградованих (далі чорнозему реградованого) ґрунтів характерна підвищена лінія залягання карбонатів. Ці карбонати по профілю ґрунту можна побачити у вигляді плісняви на структурних окреместях, особливо її багато по ходах черв'яків, коренів та тріщинах, структура в ілювіальних горизонтах менш гострогранна, присипка SiO_2 і натіки півтораоксидів R_2O_3 не чітко виразні, вони більш пухкі, перериті черв'яками. Це сталося завдяки заміні деревної рослинності на трав'яну, що

призвело до зміни гідрологічного режиму, посилились висхідні токи вологи. Які сприяють підняттю карбонатів ближче до поверхні, уповільненню підземного і розвитку дернового (гумусо-аккумулятивного) процесу ґрунтоутворення і відповідно змін фізичних, фізико-хімічних та агрохімічних властивостей.

Що стосується гранулометричного складу реградованих чорноземів, то вони представлені легко-, середньо- і важкосуглинковими різновидностями. У Лісостеповій зоні їх гранулометричний склад змінюється із півночі на південь від середньо- до важкосуглинкових.

Характеризуючи хімічний склад чорноземів реградованих, то можна зазначити, що він однорідний. Вміст оксидів SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 по профілю практично не змінюється. Співвідношення $\text{SiO}_2 / \text{R}_2\text{O}_3$, яке в обох ґрунтах стабільне і становить 10–11. Це дає змогу стверджувати про більш інтенсивний розвиток дернового процесу ґрунтоутворення в реградованих ґрунтах, порівняно із опідзоленими аналогами.

Згідно літературних даних вміст гумусу в чорноземах реградованих у верхньому шарі становить 3,50–3,65% і спостерігається поступове його зменшення вниз по профілю, де глибина гумусової частини профілю досягає 80–100 см (Гнатенко О.Ф. та ін., 2005). При цьому спостерігається чітка закономірність зменшення вмісту гумусу у напрямку із сходу на захід та із півночі на південь, залежно від гранулометричного складу. Зокрема, середньосуглинкові відміни містять менший вміст гумусу, ніж важкосуглинкові. Якщо характеризувати якісний склад гумусу реградованих ґрунтів, то переважають гумінові кислоти. У складі гумінових кислот переважає фракція, що зв'язана із кальцієм. Тип гумусу фульватно-гуматний ($\text{Сгк} / \text{Сфк} > 1$) (Булигін С.Ю. та ін., 2016).

Наші дослідження показників гумусового стану ґрунтів розпочалися з морфолого-генетичного опису чорнозему реградованого на варіанті перелогу, що знаходиться на території стаціонарних дослідів Черкаської обласної

сільськогосподарської станції. Цей варіант був залишений для порівняння гумусного стану ґрунтів за різного їх використання, особливо в умовах інтенсифікації сучасного землеробства.

Був закладений розріз на ділянці із перелоєм до глибини материнської породи – 190–230 см, проведений ретельний морфолого-генетичний опис, із середини кожного генетичного горизонту були відібрані зразки ґрунту для подальших лабораторних досліджень фізичних, фізико-хімічних властивостей. У верхньому гумусовому горизонті зразки ґрунту відбиралися більш детально по шарах 0–10, 10–20, 20–30 і 30–40 см. Подібно відбиралися пошарово зразки ґрунту і на варіантах сільськогосподарського використання чорнозему реградованого в короткоротаційній сівозміні із органічною системою удобрення та інтенсивною системою удобрення мінеральними добривами.

Гранулометричний склад – фундаментальна і найбільш поширена характеристика ґрунтів (Медведєв В.В., 2011). Згідно сучасної концепції ієрархії рівні структурної організації ґрунтів (Воронін А.Д., 1986) гранулометричний склад відповідає рівню елементарних ґрунтових часток, які він успадкував від материнської породи і частково змінених в процесі ґрунтоутворення.

Значення гранулометричного складу ґрунтів надзвичайно велике. Співвідношення у ґрунтах елементарних часток різних розмірів формує головні функції ґрунтів, їх полідисперсність, високу питому поверхню, а відповідно і виражені адсорбційні властивості стосовно взаємодії із водою, повітрям, хімічними речовинами, що потрапляють у ґрунт, із коренями рослин, що обумовлює здатність накопичувати речовини і енергію та формувати продуктивність сільськогосподарських посівів.

Від гранулометричного складу залежить напрямок використання ґрунтів, спеціалізація сільськогосподарського виробництва, системи землеробства, заходи удобрення і меліорації. Для розроблення ґрунтозахисних

технологій стосовно стійкості ґрунтів від ерозії та дефляції врахування гранулометричного складу є обов'язковим.

На думку *Н.А. Качинського (1970)*, *Є.В. Шейна (2005)*, *В.Ф. Валькова (1986)* різні культури неоднаково відносяться до гранулометричного складу ґрунтів, але найбільш оптимальним для сільськогосподарських культур є суглинковий гранулометричний склад.

В Україні класифікація ґрунтів за гранулометричним складом проф. *М.М. Година* побудована на співвідношенні у ґрунті вмісту фізичної глини часток менше 0,01 мм до вмісту фізичного піску – відповідно часток крупніше

0,01 мм, у якому виділяють фракцію крупного пилу із розміром 0,05–0,01 мм, якого дуже багато в переважній більшості ґрунтів України. І окремо беруть до уваги фракцію пісків всіх розмірів – від 0,05 до 1,0 мм. Отже, ця класифікація трьохчленна і активно застосовувалася на ґрунтових картах 60-их–90-их років

минулого століття. Паралельно в Україні застосовується двоохчленна класифікація ґрунтів за гранулометричним складом проф. *Н.А. Качинського*, побудована на співвідношенні фізичного піску до фізичної глини із виділенням домінуючої і супутньої фракцій, а саме: гравеляста (3–1мм), піщана (1,0–0,05 мм), крупнопилувата (0,05–0,01 мм), пилувата (0,01–0,001 мм) і мулувата (менше 0,001 мм).

В наших дослідженнях гранулометричний склад чорнозему реградованого ми вивчали за генетичними горизонтами від поверхні до ґрунтоутворної породи. У верхньому генетичному горизонті визначення робили із двох шарів 10–20 см і 30–40 см, які характеризують орний та підорний шари ґрунту.

Аналіз гранулометричного складу по профілю ґрунту показав, що домінуючою фракцією у всіх шарах ґрунту є крупний пил, вміст якого коливався від 40,7% у породі до 51,6% у перехідних горизонтах. Вміст фізичної глини знаходився у межах 34,1–37,8%, що дає підстави віднести даний ґрунт за основною назвою за *Качинським* до середньсуглинкових

Вміст мулу, як найбільш дрібної і реакційно-здатної фракції ґрунту вирізнявся за профілем ґрунту. У верхньому 0–10 см шарі вміст мулу становив 17,1%, тоді як у нижніх шарах 30–40 см і 50–60 см його вміст був помітно меншим – 14,6–14,4%. Із глибиною вміст мулу дещо зростає, у шарі 90–100 см – 17,9%, а у шарі 130–140 см – 19,8%, що вказує на певну диференціацію профілю ґрунту за вмістом мулу за типом елювіально-ілювіального розподілу. Розрахунок ступеню диференціації мулу за генетичними горизонтами PH_{i48-82} та $PH_{i83-123}$ й $Phk_{124-190}$ показав, що він складає 0,73–0,80 і відповідає, як слабо диференційований профіль ґрунту.

За даними розподілу мулистої фракції можна із певною ймовірністю можна акцентувати, що чорнозем реградований утворився внаслідок зведення лісової широколистяної рослинності на Черкащині і введення її у сільськогосподарську культуру. В минулому, мабуть, тут були чорноземи опідзолені у комплексі із темно-сірими лісовими ґрунтами. За рахунок зведення лісу суттєво змінилось випаровування води на обезлісненій території у бік висхідного типу, що зумовило підтягування карбонатів, особливо бікарбонатів $Ca(HCO_3)_2$ із нижніх горизонтів до поверхні, і в певній мірі ослабили елювіально-ілювіальний процес, який проходив у минулому під лісом в результаті чого утворилися чорноземи реградовані (покрашені).

В цілому, гранулометричний склад чорнозему реградованого за верхнім горизонтом можна за класифікацією Качинського назвати як піщано-крупнопилувато легкосуглинковий, оскільки фракція піску дещо переважає над мулистою фракцією, окрім горизонтів $PH_{i83-123}$ і $Phk_{124-190}$.

Мікроагрегатний склад ґрунтів визначається подібно гранулометричному складу ґрунтів, але на відміну від останнього ґрунт не обробляється хімічним реактивом пірофосфатом натрію або іншим, що зумовлює повну диспергацію (роз'єднання) структурних агрегатів на механічні елементи. При цьому для повноти розділення застосовують розтирання змоченого ґрунту у пірофосфаті. За мікроагрегатного аналізу

пробопідготовка ведеться наступним чином: ґрунт обробляється дистильованою водою, наважка ґрунту 10 г переноситься у плоскодонну колбу, заливається дистильованою водою 250 мл, закривається гумовою пробкою і залишається на 24 години. Після цього колби із ґрунтом із закритими пробками горизонтально поміщаються на ротатор і збовтуються протягом двох годин із інтенсивністю 90 поштовхів за хвилину. Ця процедура вказує настільки ґрунт стійкий проти розмивання водою достатньої інтенсивності. Мікроагрегати різного розміру вивчають так само осадженням у циліндрах згідно закону Стокса, як і гранулометричний склад.

Якщо гранулометричний склад ґрунтів величина стабільна в часі і практично не змінюється під дією агротехнічних заходів, то мікроагрегатний склад менш стабільний. Він може у певній мірі змінюватися при зміні факторів, які переважно обумовлюють мікроагрегування. Це, насамперед, вміст гумусу, особливо гумінових кислот, а також катіонів кальцію, реакції ґрунтового середовища, дії кореневих систем і величини органічних залишків.

В наших дослідженнях використовували два варіанти обробки ґрунту:

- полицева оранка ПЛН – 3,35 на глибину 27 см.,
- плоскорізний обробіток чизельним культиватором на глибину 18-27 см.

Досліджувані гібриди кукурудзи:

1. Ранньостиглий гібрид (Суботівський 190 СВ, ФАО 190);
2. Середньоранній гібрид (Переяславський 230 СВ, ФАО 230);
3. Середньостиглий гібрид (Достаток 300 МВ, ФАО 300).

Система удобрення :

- контроль – без добрив,
- N₆₀P₆₀K₆₀

- N₉₀P₉₀K₉₀.

Норма висіву насіння 25-30 кг/га з розрахунку 70 тис. рослин на 1 гектар для середньораннього та середньостиглого гібридів, а також 80 тис. рослин на 1 гектар для ранньостиглого гібриду. Сівбу проведено 25 квітня, польова схожість складала – 92,5%, на контролі польова схожість - 91,4. Повторність варіантів – 4-х разова. Висівалося по 2 рядки кожного гібриду. Попередник – озима пшениця.

Польові досліди проводилися у 4-х разовій повторності. Розмір посівної ділянки 33 м², облікової – 25 м².

Спосіб обліку врожаю – суцільний з усієї облікової ділянки у відібраних зразках. Обліковувалася лише товарна частина врожаю. Вихід побічної продукції визначається у спеціально відібраних зразках.

Впродовж вегетації виконувалися спостереження за ростом і розвитком рослин.

Досліджувані середньостиглі сорти ярого ячменю:

- «Святогор» з періодом вегетації до 80 днів
- «Хадар» з періодом вегетації до 90 днів.

Система удобрення:

- контроль – без добрив
- N₄₅P₄₅K₄₅
- N₉₀P₉₀K₉₀

Норма висіву насіння 230 кг/га з розрахунку 4,3 млн. рослин на 1 гектар для. Сівбу проведено 8 квітня, польова схожість складала – 95,6%, на контролі польова схожість - 94,4. Повторність варіантів – 4-х разова. Густота сходів ячменю склала для сорту Святогор склала – 4,21 млн. рослин на 1 гектар, Хадар – 4,25 млн. рослин на 1 гектар. Запас вологи в 1-100 см 145 мм. Попередник – горох.

В досліді для мінерального удобрення використовували аміачну селітру з вмістом азоту 34,5%, суперфосфат гранульований із вмістом P_2O_5 – 19,5% і калійну сіль – 60% K_2O . Мінеральні добрива вносили поверхнево, розсипаючи вручну із наступним проведенням заробки.

Змішані зразки ґрунту перед закладкою дослідів відбирались із шарів 0-10, 10-20, 20-30 см, для визначення вмісту гумусу, фізичних і водно-фізичних властивостей. Вміст загального гумусу визначали за методом Тюріна в модифікації Сімакова; вміст нітратного та амонійного азоту, рухомого та обмінного калію та визначення рН ґрунтового середовища потенціометрично. В основні фази росту та розвитку культур проводились біометричні дослідження.

Щільність ґрунту визначали методом ріжучого кільця за Н.А. Качинським.

Статистичний обробіток даних виконувався на персональному комп'ютері за допомогою програми "Agrestar".

2.3 Умови та об'єкти досліджень

Актуальною проблемою сьогодення - є зміна клімату для Лісосетепової зони України, тому що його зміни в зональному вимірі проявляються досить інтенсивно та випереджають ті прогнози, які давали вчені у 80-90 роках минулого століття. Оцінка температурного режиму в останні десятиріччя свідчить про значну його аномальність відносно кліматичної норми, а у більшості місяців спостерігається додатна аномалія температури, що свідчить про активізацію процесу потепління клімату на зональному рівні.

Аналіз середньодобової температури повітря і атмосферних опадів показав, що в середньому за роки досліджень середньомісячні показники температури повітря перевищували середні багаторічні значення (рис. 2.3.1), а кількість опадів була меншою за середньо багаторічні значення. Динаміка середньодобової температури повітря по порах року за 2010-2020 рр. мала зростаючий тренд. Достовірний зростаючий тренд середньодобової

температури повітря виявлено за вересень – листопад та березень – листопад, тоді як у березні – травні та червні – серпні середньодобова температура повітря була нижча за багаторічні значення, але не зростаюча по роках досліджень.

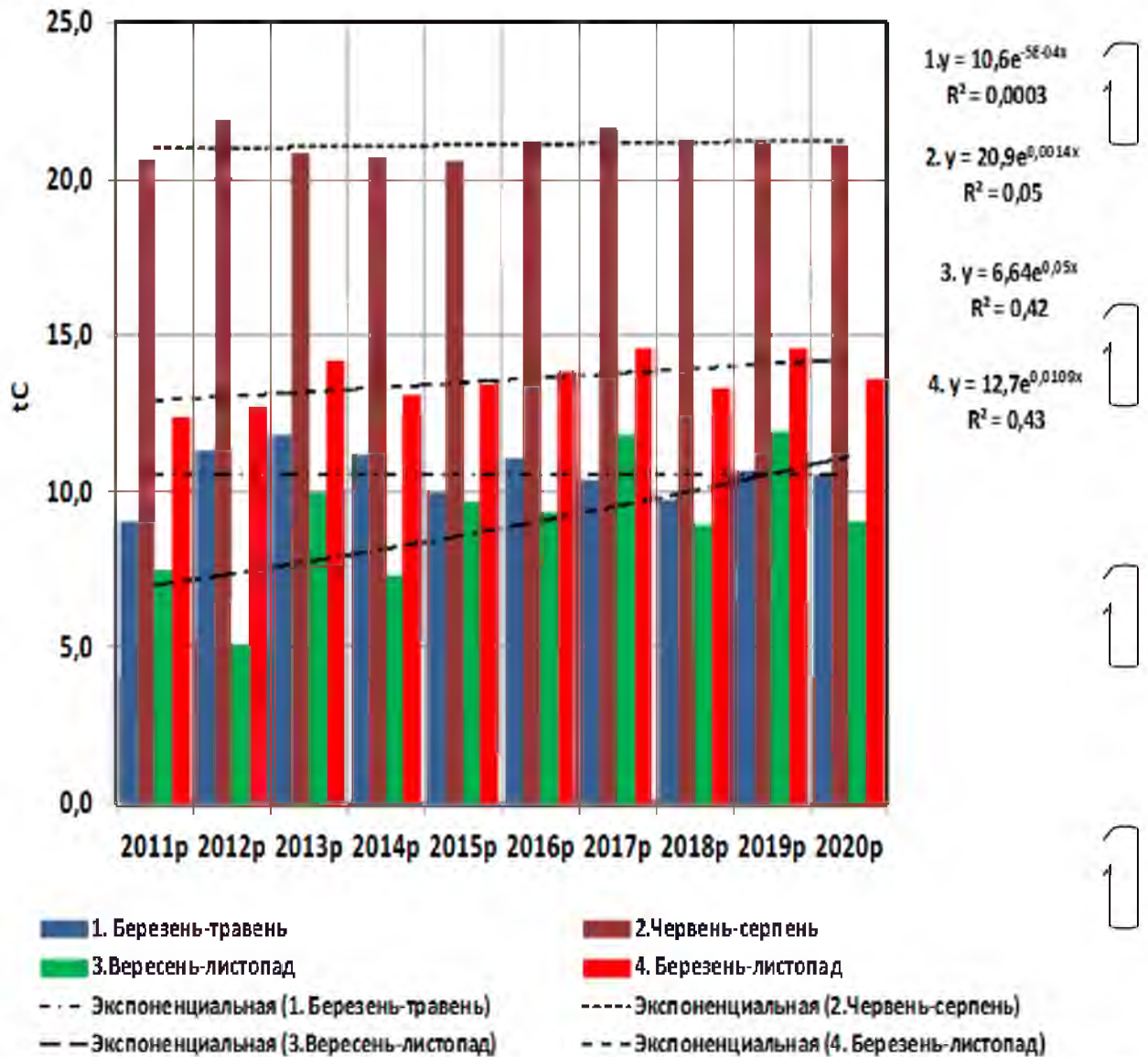


Рис. 2.3.1. – Динаміка середньодобової температури повітря по порам року за період досліджень

Динаміка атмосферних опадів по порах року за 2011-2020 роки була спадною (рис. 2.3.2). Найістотніше зменшення кількості атмосферних опадів

було в червні – серпні та вересні – листопаді, що вплинуло на формування спадного тренду динаміки атмосферних опадів за березень – листопад.

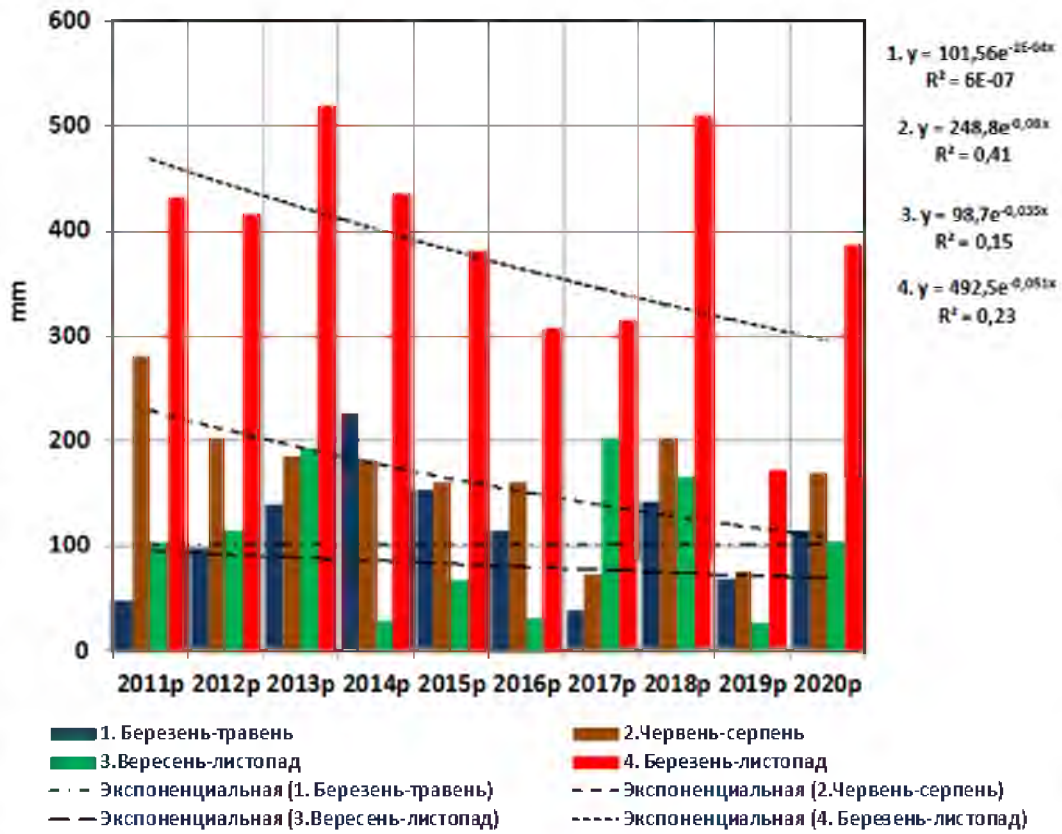


Рис. 2.3.2. – Динаміка середньомісячної кількості атмосферних опадів по порам року за період досліджень

У цілому за березень – листопад перевищення середньодобової температури повітря становило $+1,7^{\circ}\text{C}$. Амплітудний розмах середньодобової температури повітря за березень – травень та червень – серпень виходив своїм мінімальним значенням за нормований інтервал значень.

Нормований розмах за нижнім типовим значенням був вищим за середні багаторічні значення температури повітря: за березень – травень на $+1,6^{\circ}\text{C}$, а за червень – серпень – на $+1,7^{\circ}\text{C}$. За верхнім типовим значенням перевищував середньо багаторічні значення на 3°C та $2,3^{\circ}\text{C}$ відповідно періодам пів року.

Лабораторні дослідження показали, що шар ґрунту 0 - 40 см під посівами кукурудзи характеризується показниками: вміст гумусу – 2,58 – 3,08 % (за

Тюрінім), рН сольової витяжки 6,0 – 7,18, гідролітична кислотність – 1,99 – 2,89 мг. екв. на 100г ґрунту, ступінь насичення основами – 92,8 – 93,3 %, вміст фосфору (за Труогом) – 9,0 мг на 100г ґрунту. Під посівами ячменю: вміст гумусу – 2,56 – 3,00 % (за Тюрінім), рН сольової витяжки 6,1 – 7,12, гідролітична кислотність – 2 – 2,82 мг. екв. на 100г ґрунту, для обох систем обробітку.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Вплив обробітку та удобрення ґрунту на запаси продуктивної вологи

В умовах нестійкого і недостатнього зволоження волога є одним із вирішальних факторів, що визначають рівень урожайності сільськогосподарських культур та її стабільність.

Вода за об'ємом використання рослиною серед усіх факторів життя займає перше місце, оскільки є середовищем, в якому розчинені необхідні для рослин поживні речовини і в якому проходить ряд біохімічних процесів. Як зазначав К. А. Тімірязєв [10], продуктивність сільськогосподарських культур знаходиться в прямопропорційній залежності від їх вологи забезпечення. За достатньої кількості ґрунтової вологи формуються сприятливі умови для життя рослин. Волога визначає умови життя мікроорганізмів, біогенність ґрунту, інтенсивність розкладання органічних сполук і накопичення у ґрунті рухомих поживних речовин. Вона є обмежувальним чинником у визначенні рівня врожаю польових культур. Отже, регулювання водного режиму — одне з найважливіших завдань землеробства [2, 3, 4, 6].

Для спрямованого регулювання водного режиму в системі «ґрунт – рослина» необхідне чергування культур в сівозмінах, за якого раціональне використання рослинами ґрунтової вологи поєднується з подальшим відновленням її запасів у відповідних шарах ґрунту. Це особливо актуально в Степу і підзоні недостатнього зволоження Лісостепу [8].

Одним із вирішальних факторів досягнення високих та сталих врожаїв сільськогосподарських культур в умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України є накопичення та раціональне використання вологи, яка є одним із найважливіших нерегульованих факторів, що лімітує урожайність. Виходячи із закону мінімуму, вона визначає екологічну межу врожаю в конкретних умовах [1, 7, 12].

Запаси продуктивної вологи у ґрунті є основним чинником зв'язку між ґрунтом і рослиною, який має вирішальне значення для отримання дружніх сходів і подальшої вегетації сільськогосподарських культур. Недостатня кількість вологи в ґрунті не лише негативно впливає на розвиток культури, а й значною мірою знижує ефективність тих чи інших елементів технології вирощування [11, 5].

Рослина починає витрачати вологу з моменту проростання насіння. Проте витрата вологи на даному етапі в цілому незначна. Багато вологи рослина починає вбирати після появи сходів, причому майже вся волога йде на випаровування (транспірацію). У процесі фотосинтезу використовується не більше 1,0–1,5 % від усієї вологи, що витрачає рослина [9]. Тому питання динаміки та раціонального використання ґрунтових вологозапасів і атмосферних опадів агроценозами пшениці озимої не втрачають наукової актуальності і мають велике практичне значення.

Вода, за своїм обсягом, відіграє першорядне значення в житті рослин, оскільки вона є середовищем, де розчинені необхідні для рослин живильні речовини, і в якому відбуваються ключові біохімічні процеси. За словами К.А. Тімірязєва, продуктивність сільськогосподарських культур прямо пропорційна їх рівню вологозабезпечення. При достатній кількості ґрунтової вологи створюються сприятливі умови для росту рослин. Волога визначає середовище для життя мікроорганізмів, біогенність ґрунту, інтенсивність розкладу органічних сполук і накопичення рухомих поживних речовин у ґрунті. Вода є обмежуючим фактором для врожайності поліпшених культур, і, отже, накопичення та раціональне використання продуктивної вологи є особливо важливими аспектами при вирощуванні сільськогосподарських культур у зонах з недостатнім та непостійним зволоженням.

Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту по оранці під кукурудзою на час сівби становили 36 мм, в метровому 109 мм, по чизелю в орному 44 мм, в метровому 115 мм (рис.2). Найвище вологозабезпечення мало

місце у кінці травня і сягало 156 мм у метровому шарі. На момент цвітіння запас вологи в метровому шарі по оранці та чизелю зменшився до 109 мм та 119 мм відповідно. На момент повної стиглості запас вологи був найнижчим.

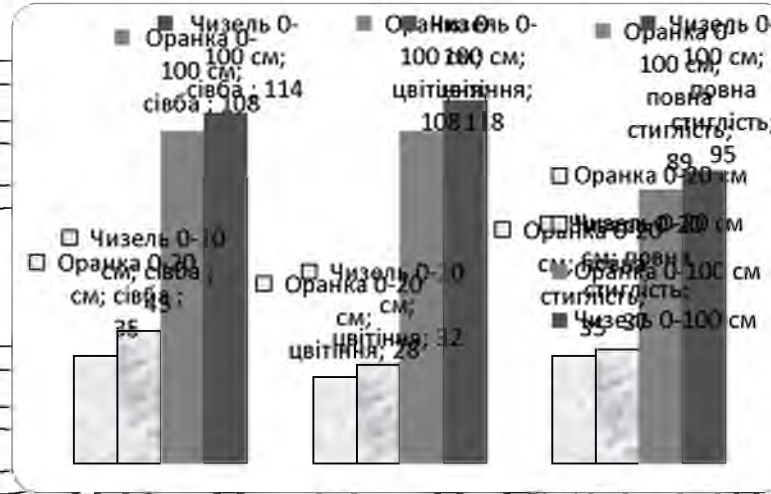


Рис. 2. Вплив системи обробітку ґрунту на динаміку запасів продуктивної вологи в орному та метровому шарі ґрунту під кукурудзою

Запаси продуктивної вологи під посівами ярого ячменю виявилися трошки меншими, ніж під кукурудзою. Наприклад, на момент початку сівби у верхньому шарі ґрунту було 38 мм вологи для оранки і 109 мм для чизелювання, що трошки менше, ніж за варіантом із використанням чизелю (рис. 3). Протягом періоду цвітіння вологи в метровому шарі становили від 107 мм для чизелю до 105 мм для оранки. Перед збиранням ці значення зменшилися до 86 мм для чизелю і 89 мм для оранки відповідно.

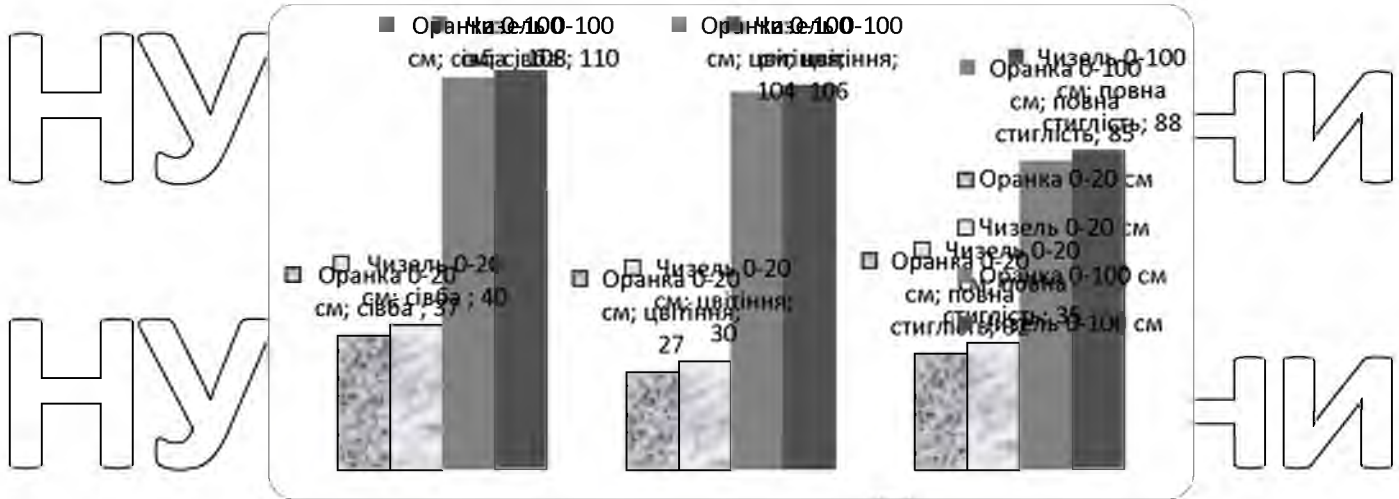


Рис. 3. Вплив системи обробітку ґрунту на динаміку запасів продуктивної вологи в орному та метровому шарі ґрунту під ячменем ярим

Вивчався режим зволоження у 5-пільній зерно-просапній сівозміні залежно від системи удобрення (рис. 4). Встановлено, що незалежно від системи удобрення динаміка щорічних весняних запасів продуктивної вологи у метровій товщі наростала по зростаючому тренду, але за органічної системи удобрення запаси вологи були вищими за весь період спостережень, дали внаслідок чого тенденція зниження запасів вологи за маловитратної і інтенсивної систем удобрення.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Динаміка середніх запасів продуктивної вологи в сівозміні залежно від системи удобрення за 2011-2018 роки

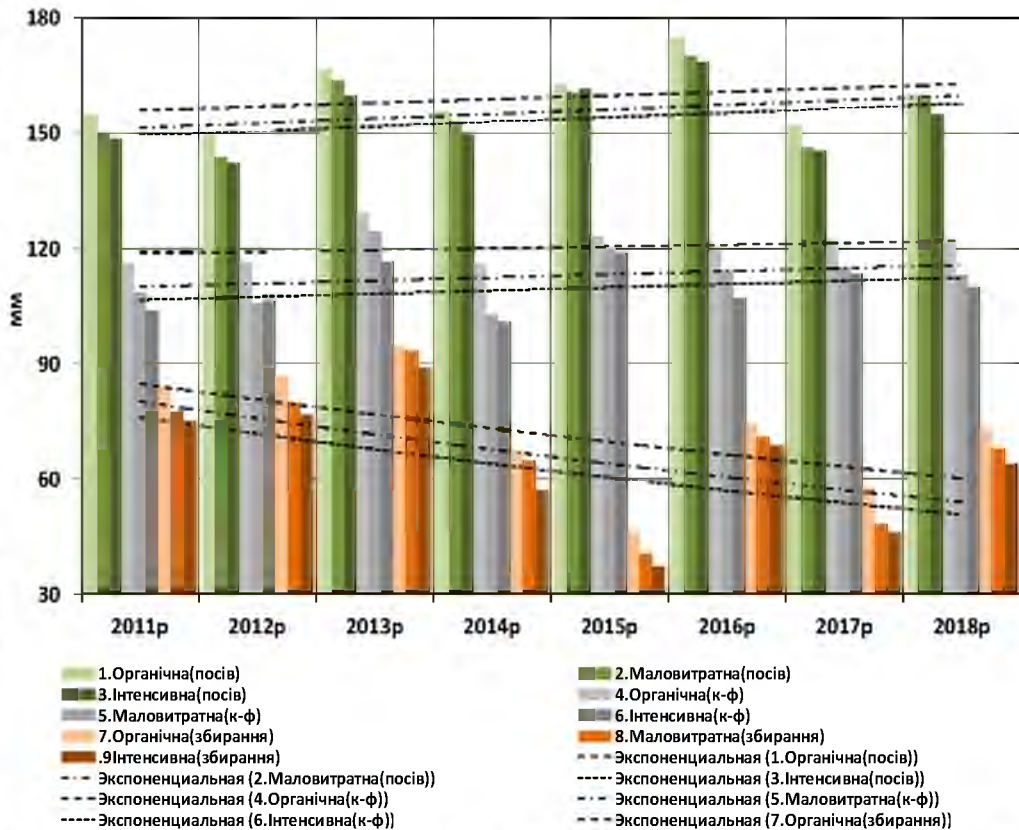


Рис. 4

На час проходження критичних фаз розвитку культур у сівозміні запаси вологи змінювалися за встановленою закономірністю: тренди були зростаючі незалежно від системи удобрення, а щорічна кількість вологи на момент проходження критичних фаз розвитку культур у сівозміні були вищими за органічної системи удобрення, а найнижчі за інтенсивної системи удобрення.

На момент збирання щорічні запаси продуктивної вологи змінювалися за спадним трендом з стійкою закономірністю найвищих запасів за органічної системи і найменшими за інтенсивної системи удобрення.

У середньому за період визначення на момент посіву за органічної системи удобрення запаси вологи становили близько 160 мм, а за маловитратної та інтенсивної системи удобрення 157 відповідно. У фази критичного розвитку культур у сівозміні запаси продуктивної вологи

становили 120, 113 та 110 мм відповідно, а на момент збирання 73, 68 та 64 мм.

Від посіву до настання критичних фаз розвитку культур у сівозміні за органічної системи удобрення витрачалося 39 мм, за маловитратної – 45 мм, а за інтенсивної системи удобрення – 50 мм або 28 та 32 % від запасу на момент посіву.

На момент збирання культу у середньому за сівозміну витрачено 86, 89 та 93 мм або 54, 57 та 59 % вологи відповідно до систем удобрення.

За дві ротації культур у короткоротаційній сівозміні на формування урожаю з ґрунту витрачено вологи: 860 мм – органічна система, 900 мм – маловитратна система, 930 мм – інтенсивна система удобрення.

За першу половину вегетації до настання критичних фаз розвитку витрачено: 45,3 % – органічна, 48,9 % – маловитратна, 55,9 % – інтенсивна система удобрення, а до збирання культур на момент дозрівання 55,7%, 51,1 % та 44,1 % відповідно систем удобрення (Рис.5).

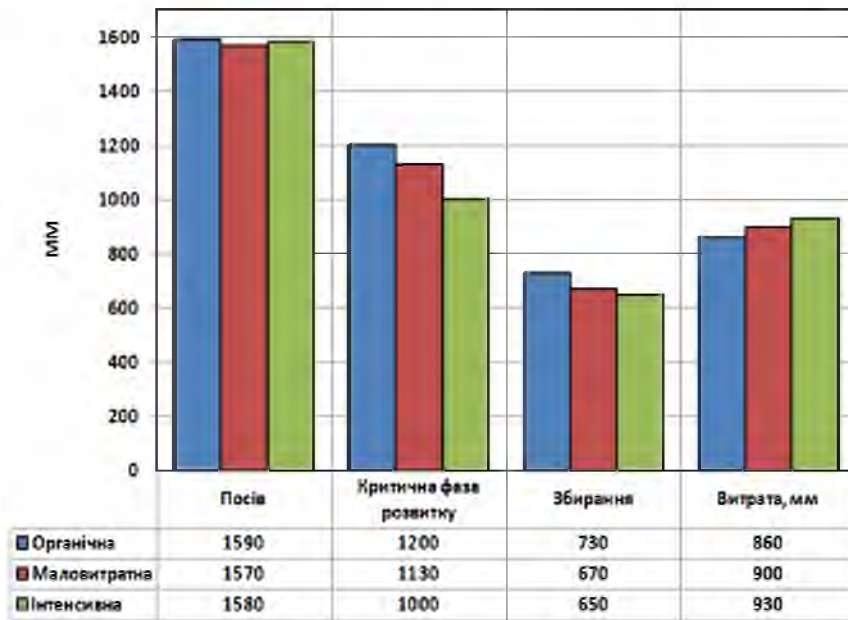


Рис.5 – Запаси продуктивної вологи та її загальна витрата за різних систем удобрення за дві ротації культур в коротко ротаційній сівозміні

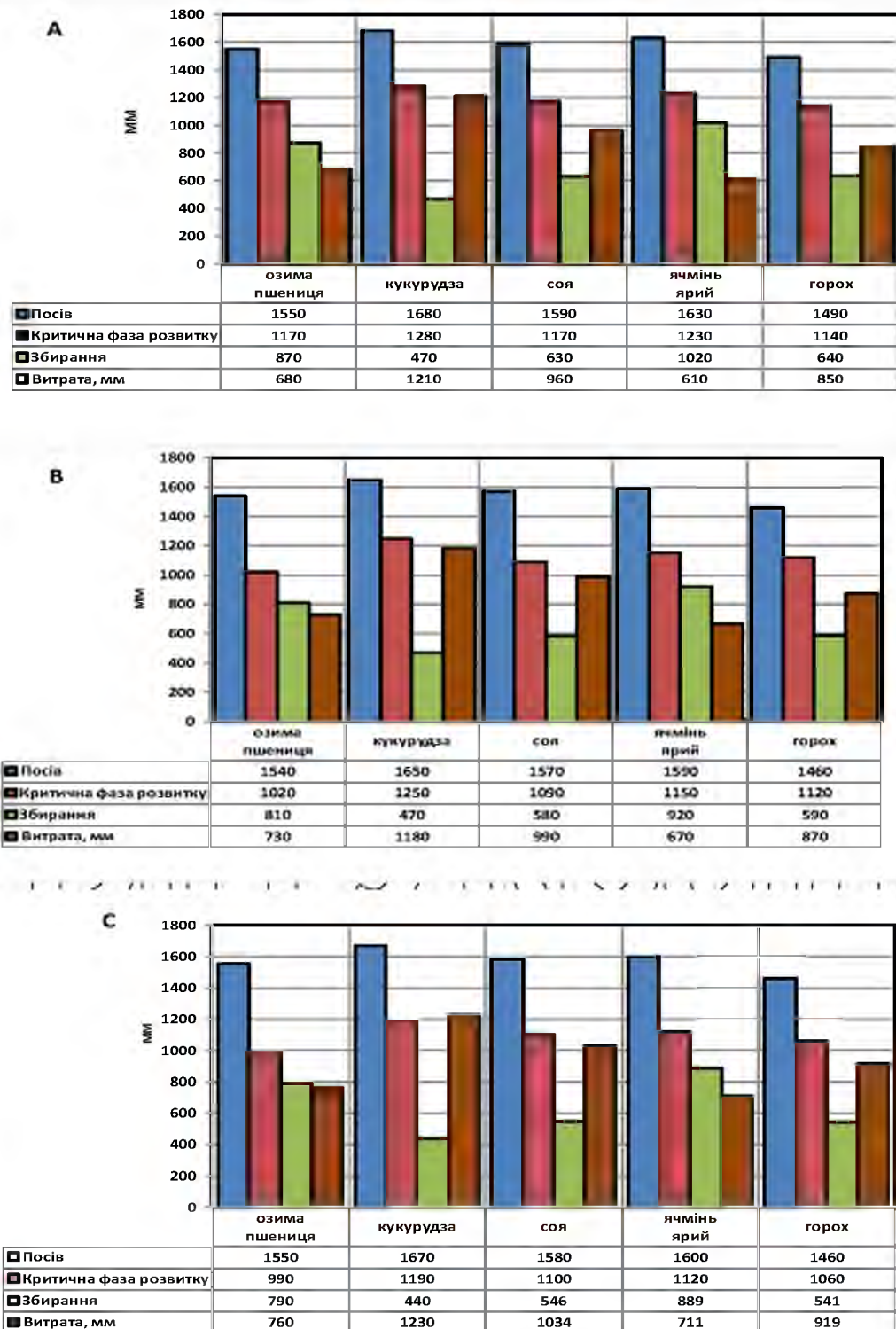


Рис. 6 – Витрата запасів продуктивної вологи під культурами короткоротаційної сівоzmіни за дві ротації залежно від системи удобрення

Отже, за органічної та маловитратної систем удобрення співвідношення витрати вологи за період вегетації по періодах становило 0,80-0,95 до 1, тоді

як за інтенсивної системи удобрення 1,26 до 1, що свідчить про рівномірність використання вологи у першому випадку і активізацію у першу половину вегетації, у другому випадку. У цілому за дві роотації за органічної системи удобрення на формування урожаю витрачено на 70 мм вологи менше порівняно з інтенсивною системою удобрення. У критичні фази розвитку вологи було більше на 200 мм, а на момент збирання – на 80 мм відносно варіанту інтенсивного удобрення. За маловитратної системи удобрення формування запасів на момент посіву, у критичні фази розвитку та на момент збирання як і її витрата мали проміжне значення.

3.2. Вплив обробітку та удобрення кукурудзи на зерно і ячменю ярого на щільність ґрунту

У динаміці під посівами кукурудзи досліджувалася щільність ґрунту (табл. 3.2.1). Так, встановлені показники коливалися у середньому у межах 1,31 – 1,34 г/см³, що є близьким до норми для чорноземів реградованих. Найбільшу щільність фіксуємо у період сівби по плоскорізнному обробітку на горизонті 10-20 см 1,41 – 1,45 г/см³, найменшу у горизонті 0 – 10 см 1,16 – 1,26 г/см³ для цього ж варіанту. Середні показники щільності у період сівби та збирання були вищі по чизельному обробітку, а у період цвітіння по оранці.

Таблиця 3.2.1

Щільність ґрунту під посівами кукурудзи, г/см³

Період	Глибина відбору, см	Чизель	Оранка
Сівба	0-10	1,26	1,16
	10-20	1,41	1,46
	20-30	1,38	1,36
	0-30	1,33	1,31
Цвітіння	0-10	1,16	1,23
	10-20	1,32	1,36
	20-30	1,30	1,31
	0-30	1,26	1,31
Збирання	0-10	1,21	1,22
	10-20	1,28	1,23
	20-30	1,28	1,21
	0-30	1,26	1,22

Результати досліджень щільності ґрунту під посівами ярого ячменю вказують на аналогічні закономірності, що і для кукурудзи (таблиця 3.2.2).

Найвищі значення щільності спостерігалися підя сівби (1,37-1,39 г/см³), а середні показники щільності при оранці були вищими лише у період цвітіння.

З іншого боку, найнижчі значення щільності виявилися для варіантів з оранкою та плоскорізним обробітком на глибині 20-30 см – 1,21 г/см³ у період

цвітіння. Під обома досліджуваними культурами спостерігаються інтенсивні процеси розкращення ґрунту

Таблиця 3.2.2

Щільність ґрунту під посівами ячменю ярого, г/см³

Період	Глибина відбору, см	Чизель	Оранка
Сівба	0-10	1,37	1,37
	10-20	1,40	1,37
	20-30	1,37	1,31
	0-30	1,39	1,35
	0-10	1,35	1,38
Цвітіння	10-20	1,36	1,36
	20-30	1,21	1,21
	0-30	1,30	1,31
	0-10	1,22	1,23
	10-20	1,38	1,18
Збирання	20-30	1,28	1,21
	0-30	1,30	1,21

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4. АГРОНОМІЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО ТА ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

НУБІП України

Ефективність родючості ґрунтів переважно визначається їхньою урожайністю, що залишається ключовим завданням в сільськогосподарському виробництві. З кожним роком актуальність цього питання зростає, оскільки обмежений ресурс сільськогосподарських земель додатково зменшується, переважно через збільшення чисельності населення.

Чорноземи володіють значним потенціалом для високопродуктивного землеробства, і за умов сучасних технологій урожайність продовжує постійно збільшуватися.

Важливим елементом для подальшого підвищення врожайності культур є застосування вдосконалених методів агротехніки. Згідно з дослідженням Vez A. в Швейцарії, завдяки вдосконаленню методів обробітку ґрунту, врожайність кукурудзи зросла на 43-49%, цукрового буряка на 55-65%, а озимої пшениці на 55-60%. Аналогічно, урожайність пшениці зросла на 46% у Франції та на 54% у Бельгії.

В умовах нестійкого та недостатнього природного зволоження ґрунтів, при впровадженні богарного землеробства, подальший ріст врожайності обмежується дефіцитом продуктивної вологи. Тому особливу важливість набувають технології, спрямовані на збереження вологи під час вирощування сільськогосподарських культур. До таких технологій можна віднести, зокрема, методи мінімального обробітку ґрунту, які сприяють підвищенню урожайності культур.

За плоскорізного обробітку на глибину 25-27 см гібриди кукурудзи Переяславський 230 СВ та Суботівський 190 СВ мають вищі показники біологічної урожайності, ніж на варіантах з оранкою на глибину 25-27 см (табл. 4.1). Найвищі показники урожайності знаходимо у гібриду Достаток 300 МВ – 13,63 т/га на варіанті з удобренням $N_{90}P_{90}K_{90}$ за оранки. Найнижчу урожайність мав варіант Суботівський 190 СВ на контролі за оранки – 6,85 т/га. Найбільший приріст урожаю (4,68 т/га) порівняно з контролем отримали для гібриду Достаток 300 МВ при максимальному удобренні. Система чинила

очікувано, слабший вплив на урожайність кукурудзи до +1,12 т/га на контролі гібриду Суботівський 190 СВ, а при удобренні цього гібриду N₆₀P₆₀K₆₀ різниця була мінімальною серед усіх варіантів 0,17 т/га на чизелі.

Таблиця 4.1

Урожайність гібридів кукурудзи, т/га

Удобрення	урожайність	Оранка		Чизель		
		± до обробіток	± до контролю	± до обробіток	± до контролю	
Суботівський 190 СВ						
Контроль	6,85	-	-	7,96	+1,12	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,12	-	+2,27	9,27	+0,17	+1,31
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	10,47	-	+3,62	11,32	+0,85	+3,16
НІР _{0,05}	0,21					
Переяславський 230 СВ						
Контроль	7,32	-	-	7,74	+0,42	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,84	-	+1,51	9,04	+0,20	+1,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	9,76	-	+2,43	10,4	+0,73	+2,74
НІР _{0,05}	0,23					
Достаток 300 МВ						
Контроль	8,95	-	-	8,74	-0,17	-
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,65	-	+3,6	11,93	-0,6	+3,17
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	13,63	-	+4,67	12,26	-1,35	+3,50
НІР _{0,05}	0,36					

У дослідах з ярим ячменем чизелювання показало кращі результати по усім варіантам : прирости складали від 0,07 т/га до 0,27 т/га на контрольних варіантах сортів Хадар та Святогор відповідно (табл. 4.2). Найвищу урожайність закономірно отримали на варіантах з максимальним удобренням Хадар – 4,01 т/га та Святогор – 4,22 т/га. При максимальному удобренню сорти давали приріст порівняно з контролем до 0,57 т/га при оранці у Святогора та до 0,63 т/га при безнолицевому обробітку у сорта Хадар. Найкращий результат у розрізі чизель-оранка показав сорт Хадар, що при чизелюванні давав прибавку урожайності від 0,27 т/га за максимальної системи удобрення як і Святогор на контролі без добрив.

Таблиця 4.2

Урожайність сортів ячменю ярого, т/га

Удобрення	Оранка			Чизель		
	урожайність	± обробіток	± до контролю	урожайність	± обробіток	± до контролю
Контроль	3,52	-	-	3,59	+0,07	-
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,72	-	+0,21	3,82	+0,08	+0,22
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,94	-	+0,44	4,21	+0,27	+0,63
Контроль	3,27	-	-	3,40	+0,27	-
N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,60	-	+0,32	3,72	+0,13	+0,32
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,84	-	+0,56	4,01	+0,14	+0,5

Економічна ефективність виробництва органічної продукції рослинництва може бути визначена як результативність діяльності

господарюючих суб'єктів, які займаються органічним виробництвом

відповідно до стандартів Міжнародної федерації рухів за органічне

землеробство (IFOAM). Ця ефективність виражається у максимізації прибутку

на одиницю капіталовитрат при вирощуванні органічної продукції, одночасно

зберігаючи навколишнє середовище та сприяючи відтворенню родючості

ґрунтів. Можливість використання розглянутих понять в економічному аналізі

розвитку органічного виробництва продукції рослинництва обумовлена,

насамперед, їх здатністю явно враховувати розбіжність економічних інтересів

різних учасників галузі. Те, що може бути бажаним для одних (наприклад,

максимізація прибутку, незалежно від екологічних наслідків для

агrolандшафтів), може бути неприйнятним для інших (наприклад,

відновлення ґрунтової родючості та екосистеми землеробства, збереження

якості життя та здоров'я населення).

НУБІП України

Таблиця 4.3 Економічна ефективність вирощування гібридів кукурудзи

Обробіток	Удобрення	Урожайність, т/га	Затрати, грн./га	Вартість продукції, грн.	Чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
Суботівський 190 СВ							
Чизель	контроль	7,95	4525	326365	28111	567	620
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,27	7614	38047	30432	820	401
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	11,12	10705	43632	34925	961	325
Оранка	контроль	6,84	5177	28084	22906	755	441
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,11	8268	37391	29122	906	351
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	10,46	11360	42926	31566	1084	277
Переяславський 230 СВ							
Чизель	контроль	7,74	4523	31774	27250	583	601
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	9,04	7614	37104	29490	841	386
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	10,4	10705	43050	32343	1020	301
Оранка	контроль	7,31	5177	30011	24833	708	482
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	8,83	8267	36243	27974	934	339
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	9,75	11360	40016	28655	1163	253
Достаток 300 МВ							
Чизель	контроль	8,75	4523	35915	31391	515	696
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	11,94	7614	48994	41380	636	545
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	12,26	10705	50306	39600	872	372
Оранка	контроль	8,95	5177	36696	31516	578	610
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	12,64	8268	51864	43595	655	529
	N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	13,62	11360	55882	44522	832	390

Таблиця 4.4 Економічна ефективність вирощування ячменю ярого

Обробіток	Удобрення	Урожайність, т/га	Затрати, грн./га	Вартість продукції, грн.	Чистий прибуток, грн./га	Собівартість, грн./т	Рентабельність, %
Хадар							
Чизель	контроль	3,57	4655	12923	8267	1296	177
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,81	7806	13751	5944	2042	74
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,21	10837	15191	4352	2567	42
Оранка	контроль	3,50	5311	12635	7325	1512	139
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,72	8460	13429	4966	2267	60
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,94	11491	14220	2727	2908	25
Святогор							
Чизель	контроль	3,40	4655	12275	7621	1364	165
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,73	7806	13463	5656	2086	73
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	4,00	10836	14435	3597	2702	34
Оранка	контроль	3,27	5309	11807	6497	1618	121
	N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	3,60	8460	12994	4534	2343	53
	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,84	11491	13860	2368	2984	20

У той же час ці поняття дозволяють хоча б частково впорядкувати за перевагою до стану економіки.

Максимально рентабельним серед гібридів кукурудзи виявився Достаток 300 МВ на фоні удобрень $N_{60}P_{60}K_{60}$ та чизельного обробітку – 542% (табл. 4.3). При урожайності 11,95 т/га затрати склали 7615 грн./га, вартість продукції 48995 грн., чистий прибуток - 41380 грн./га.

Найнижчу рентабельність (277%) отримали для гібриду Суботівський 190 СВ при урожайності 10,47 т/га затрати склали 11360 грн./га, вартість продукції 42927 грн. Чистий прибуток з 1 га – 31567 грн., при собівартості 1 т продукції 1085 грн.

Серед сортів ярого ячменю найкраще себе зарекомендував сорт Хадар за чизелювання і удобрення $N_{40}P_{40}K_{40}$. Рентабельність складала 76% при урожайності 3,82 т/га, затрати були на рівні 7807 грн./га, вартість продукції 13752 грн, чистого прибутку отримали 5945 грн/га (табл. 4.4). Найбільша рентабельність сорту Святогор, окрім контрольних варіантів спостерігалася при безполицевому обробітку на варіанті удобрення $N_{40}P_{40}K_{40}$ – 72% при урожайності зерна 3,74 т/га собівартість 1 т складала 2087 грн. Найменша рентабельність виявилася у сорту Святогор на оранці і за повного удобрення ($N_{60}P_{60}K_{60}$) – 21% при урожайності 3,85 т/га затрати становили 1492 грн., чистий прибуток 2368 грн. при собівартості 2985 грн.

Отже, в даному році виявилось, що більшість аналізованих показників взаємодіє у прямій залежності від системи удобрення, обробітку ґрунту та тривалість вегетаційного періоду сортів. Кращі результати спостерігаються при використанні рекомендованого для умов Лісостепу і Полісся сорту "Хадар" порівняно із сортом "Святогор", який рекомендований для степу та лісостепу, особливо при плоскорізному обробітку ґрунту.

1. Запаси продуктивної вологи в орному шарі ґрунту до оранці під кукурудзою на час сівби становили 35 мм, в метровому 108 мм, по чизелю в орному 43 мм, в метровому 114 мм. Найвище вологозабезпечення мало місце у кінці травня і сягало 155 мм у метровому шарі. Запаси продуктивної вологи під посівами ярого ячменю були дещо нижчі, ніж під посівами кукурудзи.

2. Щільність ґрунту під посівами кукурудзи коливалися у межах 1,32 – 1,35 г/см³, що є близьким до норми для чорноземів реградованих.

Найбільша щільність спостерігалась у період сівби по чизельному обробітку у горизонті 10-20 см – 1,4 – 1,45 г/см³, найменша у горизонті 0 – 10 см – 1,15 – 1,25 г/см³. Під посівами ярого ячменю виявлено аналогічні закономірності: найвища щільність ґрунту мала місце по сівбі (1,36 – 1,38 г/см³). Найнижчий показник щільності по горизонтам характерний для варіантів оранки та чизельного обробітку на глибині 20-30 см – 1,2 г/см³ у період цвітіння.

3. За плоскорізного обробітку на глибину 25-27 см (чизелювання) гібриди кукурудзи Переяславський 230 СВ та Суботівський 190 СВ мають вищі показники біологічної урожайності, ніж на варіантах з оранкою на глибину 25-27 см. Найвищі показники урожайності знаходимо у гібриду Достаток 300 МВ – 13,63 т/га на варіанті з удобренням N₉₀P₉₀K₉₀ за оранки. Найнижчу урожайність мав варіант Суботівський 190 СВ на контролі за оранки – 6,85 т/га. Найбільший приріст урожаю (4,68 т/га) порівняно з контролем отримали для гібриду Достаток 300 МВ при максимальному удобренні. Обробіток чинив очікувано слабший вплив на урожайність кукурудзи до +1,11 т/га на контролі гібриду Суботівський 190 СВ, а при удобренні цього гібриду N₆₀P₆₀K₆₀ різниця була мінімальною серед усіх варіантів 0,16 т/га на чизелі.

4. У досліді з ярим ячменем чизелювання показало кращі результати по усім варіантам: прирости складали від 0,08 т/га до 0,27 т/га на

контрольних варіантах сортів Хадар та Святогор відповідно. Найвищу урожайність закономірно отримали на варіантах з максимальним удобренням Хадар 4,01 т/га та Святогор 4,22 т/га.

5. Максимально рентабельним серед гібридів кукурудзи виявився

Достаток 300 МВ на фоні удобрень $N_{60}P_{60}K_{60}$ та чизельного обробітку –

543%. При урожайності 11,95 т/га затрати склали 7615 грн./га, вартість

продукції 48995 грн., чистий прибуток - 41380 грн./га. Серед сортів ярого

ячменю найкраще себе зарекомендував сорт Хадар за чизелювання і

удобрення $N_{40}P_{40}K_{40}$. Рентабельність склала 76%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Соколов В.М., Белоусов А.О. Кукурудза – культура з потужним потенціалом продуктивності // Посібн. Укр. Хлібороба – 2012 – Т2., С 202-204.

2. Штукін М.О., Оничко В.І. Екологічне вивчення гібридів кукурудзи в умовах північно-східного Лісостепу України // Вісник Сумського НАУ Серія «Агрономія і біологія», випуск 3 (25), – 2013 – С. 187–191.

3. Meena B.L., Meena R.P., Meena R.R., Bhim Singh Popularization of improved maize (*Zea mays* L.) production technology through frontline demonstrations in semi arid zone IVA of Rajasthan // *Jornal of Aplied and Natural Science.* – 2014. – № 2. – P. 763-769.

4. Лень О.І. Ефективність технології вирощування ячменю ярого в умовах Східного Лісостепу України // Вісник ПДАА – 2008 – №1. С.159–161.

5. Рожков А.О. Чернобай С.В. Урожайність ячменю ярого сорту докучаєвський 15 залежно від застосування різних норм висіву та позакореневих підживлень // Вісник ПДАА – 2014 – №4. – С.30–34.

6. Червоніс М.В., Сурженко І.О., Поліщук С.С. Ячмінь як сировина для виробництва харчового спирту // Збірник наукових праць СГІ – НЦНС – 2012 – вип. 19 (59). – С. 74-81.

7. Ковда В.А. Основы учения о почвах. М.: Наука.-1973.-320 с.

8. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. – за ред. М.К. Шикуди.- К.- Оранта.- 1998.- 680 с.

9. Агрофізика ґрунту.- В.В. Медведєв, С.Ю. Булігін, С.В. Вітвіцький, І.В. Пліско.- К.- НУБіП.-2018.-с. 114-120.

10. Назаров Д.И., Бреус Н.И. Агрофизическая характеристика черноземов типичных Левобережной Лесостепи УССР. – Почвоведение. – 1975. – №1. – С.70-75.

11. Грин А.М. Коррелятивные связи между величиной инфильтрации и свойствами почвенного покрова. – Докл. АН СССР. – 1971. – Т.200. – №5.

12. Назаров Г.В. Водопроницаемость почвы как показатель ее противозерозионной стойкости. Докл. АН СССР. 1974.- т. 214.- №3.

13. Медведёв В.В. Некоторые изменения физических свойств черноземов при обработке.- Почвоведение.- 1979.- №1.- С. 79-87.

14. Шикула Н.К., Назаренко Г.В. Минимальная обработка черноземов и воспроизводство их плодородия.- М.: Агропромиздат - 1990.- 320 с.

15. Піковська О.В. Збереження родючості чорноземів звичайних в умовах юридизації клімату.- Plant and Soil. Vol. 11 (1).- С.62-68.-
<https://doi.org/1031548/org2020.01.062>.

16. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К. Почвозащитное бесплужное земледелие.- М.: Колос.- 1984.- 290 с.

17. Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие К.: Урожай.- 1983.- 240 с.

18. Коковина Т.П. Водный режим мощных черноземов и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур.- М.: Колос.- 1974.- 302 с.

19. Шикула М.К., Гнатенко О.Ф., Демиденко О.В. Наукові аспекти екологічного землеробства.- К.: ч.2.- С. 1-5.

20. Булигін С.Ю., Величко В.А., Демиденко О.В. Агрогенез чорнозему.- К.: Аграрна наука.- 2016.- 356 с.

21. Измаильский А.А. Влажность почв и грунтовая вода в связи с рельефом местности и культурным состоянием поверхности почвы.- Полтава.- 1994.- 226 с.

22. Высоцкий Г.Н. Природа и культура растений на Велико-Анадольском участке.- СПб.- 1998.- вып.2.- 300 с.

23. Лактионов Н.И. Влияние систем удобрений и способов обработки почвы на гумусовый режим черноземов обыкновенных слабоэродированных / Н.И. Лактионов, И.В. Карпенко.- Харьков.- 1989.- с. 42-47.

24. Чесняк Г. Я. Культурный почвообразовательный процесс в черноземах типичных Украины: закономерности, управление, прогноз. - Харьков. - 1994. - С. 32-37.

25. Щербаков А. П. Концепция оценки и регулирования почвенного плодородия на биоэнергетической основе. / А. П. Щербаков, В. М. Володин. // Почвоведение. - 1990. - №4. - С. 90-103.

26. Демиденко О. В. Відтворення чорнозему в агроценозі. - Чорнобаївська КТД. - 2020. - 105 с.

27. Сівозміна – основа інтенсифікації землеробства. / Л. А. Барнштейн, Л. Я. Бергулева, А. В. Волянський та ін. - за ред. О. О. Собка. - К. - Урожай. - 1985. - 296 с.

28. Літвінов Д. В. Формування водного режиму ґрунту у системі коротко ротацийних сівозмін. - Вісник аграрної науки. - 2015. - №11. - С. 13-18.

29. Сокирко П. Г. Вплив основного та передпосівного обробітку ґрунту на формування продуктивності сої в умовах нестійкого зволоження лівобережного Лісостепу: дис. ... к. с.-г. н.: спец. 06.01.01. «загальне землеробство». К. - 2010. - 220 с.

30. Демиденко О. В. Родючість чорнозему за органічної системи удобрення. - Сміла. - 2020. - 232 с.

31. Шенявский А. "Минимальная", "нулевая" и другие способы обработки почвы. / А. Шенявский. // Обзорная информация. - М., 1965.

32. Ишемьяров А. Ш. Влияние строения пахотного слоя тучных черноземов на водно-физические, химические свойства и урожай. / А. Ш. Ишемьяров. // Сборник научных трудов Башкирского СХИ. - 1963. Вып. 1.

33. Жученков К. К. Об агрономическом значении плотности почв. / К. К. Жученков. // Агрочувенные и геоботанические исследования Северо-запада СССР. - Л.: Изд. Ленинградского университета. - 1965.

34. Королев А. В. Создание оптимального строения пахотного слоя. / А. В. Королев, В. Ф. Баранов. // Земледелие. - 1965. - №12.

35. Васильев А.М. Плотность почвы, оптимальная для роста е-х растений на южных карбонатных черноземах Целиноградской области. / А.М. Васильев, И.Б. Ревут. // Сборник трудов по агрономической физике. – 1965. – Вып. 11.

36. Ротмистров В.Л. Распространение корневой системы в зависимости от видового состава растений / В.Л. Ротмистров. – М.: Россельхозиздат, 1958.

37. Веденева Н.А. Развитие и поглощательная способность корневой системы травянистых растений в зависимости от приемов обработки подзолистых почв. / Н.А. Веденева. // Научные труды Северо-Западного НИИ СХ. – 1963. – Вып. 5.

38. Чобану С.А. О неоднородности плодородия пахотного слоя тяжелых почв Приднестровья. / С.А. Чобану, И.Б. Ревут. // Почвоведение. – 1968. – № 5.

39. Лактионов Н.И. Влияние сельскохозяйственной культуры на коллоидные свойства гумуса. / Н.И. Лактионов, Л.Ю. Корецкая. // научные труды Харьковского СХИ. – Харьков, 1972. – Т. 161. – С. 11-20.

40. Лактионов Т.Н. Влияние длительного применения органических удобрений на структурное и гумусное состояние черноземов типичных Лесостепи Укр. ССР: автореф. дис... канд. с.-х. наук.: 06.01.03 / М. – 1986. – 18с.

41. Станков Н.З. Корневая система Полевых культур. / Н.З. Станков. – М.: Колос, 1964.

42. Юферов В.А. Безотвальная обработка почвы. / В.А. Юферов. – М.: Россельхозиздат, 1965.

43. Мухортов Я. Регулирование строения пахотного слоя почвы. / Я. Мухортов. // Земледелие. – 1968. – № 1.

44. Ревут И.Б. Физика почв на службе земледелия. / И.Б. Ревут. // Земледелие. – 1965. № 4.

45. Макаров Б.Н. Воздушный режим дерново-подзолистой почвы. / Б.Н. Макаров. // Почвоведение. – 1966. № 1.

46. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии нечерноземной зоны. / А.И. Пупонин. – М.: Колос, 1984.

47. Зражевский А.И. Новый прибор для определения плотности грунтов при изучении условий развития бурякового довтопосика. / А.И. Зражевский, К. Институт лесоводства АН УССР, 1955.

48. Прокин А.Ф. Распределение минеральных удобрений в почве при их заделке почвообрабатывающими орудиями. / А.Ф. Прокин. // Док. ТСХА. – 1965. – Вып. 103.

49. Медведєв В.В. Агрофізичні параметри посівного шару ґрунту при вирощуванні зернових культур. / В.В. Медведєв, Д.І. Назарова. // Вісник сільськогосподарської науки. – 1979. – № 6.

50. Вітер А.Ф. Изменение плодородия обыкновенного чернозема под влиянием применения основной обработки. / В.В. Втер, А.М. Новочихин. // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1984. – № 1. С. 77-84.

51. Алексеева Ю.С. Изменение водно-физических свойств при использовании мелиорированных земель под культурные пастбища. / Ю.С. Алексеева. // Почвоведение. – 1972. – № 11.

52. Колясев Е.Ф. О влажности почвы и приемах ее сохранения. / Е.Ф. Колясев. // Агрoхимия. – 1948. – № 6.

53. Кириченко А. Об оптимальной плотности почв и роли прикатывания. А. Кириченко. – ВАСХНИЛ, Всероссийское отделение, Ленинград. – 1981. – № 124-181.

54. Иванов А. Изучение влияния плотности почв на ее плодородие и количество недоступной влаги в ней. / А. Иванов, К. Стойнев. // Сборник трудов по агрономической физике. – 1967. – Вып. 14.

55. Бондарев А.Г. Изменение физических свойств и плодородия серых лесных почв при их уплотнении и разуплотнении. / А.Г. Бондарев, П.У. Бахтин (и др.). // Плодородие почв и его изменение при уплотнении и разуплотнении. – М. – 1984.

56. Гроссман Л. Эффективность различных агротехнических приемов под ячмень. / Л. Гроссман. // Земледелие. – 1978. – № 2.

57. Гапоненко В.С. Зависимость между уплотняющим давлением и плотностью почвы. / В.С. Гапоненко. // Плодородие почв и его изменение при уплотнении и разуплотнении. – М. – 1984.

58. Назаренко Г.В. Направленная сезонная ритмичность черноземов типичных факторы ее определения. / Г.В. Назаренко. // Земельно-оценочные проблемы Сибири Дальнего Востока: тезы науч. конф. Барнаул. – 1986.

59. Медведев В.В. Оптимизация физических свойств черноземов. / В.В. Медведев. – М.: Агропомиздат, 1988. – 160с.

60. Медведев В.В. Почвенно-технологическое районирование пахотных земель Украины. / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова. – Харьков, изд. "13 типография", 2007. – 395 с.

61. Медведев В.В. Изменение агрофизических свойств южных черноземов при орошении. / В.В. Медведев. // Оптимизация агрофизических свойств черноземов. – М. – 1988.

62. Медведев В.В. Воспроизводство агрофизических параметров плодородия черноземов. / В.В. Медведев. // VII съезд Всесоюзного общества почвоведов: тезы докладов делегатов. 4.6. – Ташкент, 1985.

63. Медведевский О.Ю. Анализ интенсивных технологий в сельскохозяйственном производстве. / О.Ю. Медведевский, И.Иванченко. – К.: Урожай, 1988. – 205с.

64. Піковська О.В. Вплив мінімізації обробки ґрунту на структурний стан чорнозему звичайного.-Вісник НУБіП України. -Вип. 183. Серія Агрономія. Частина друга. К.-2013. – С.186-189

65. Barnes B., Ellis F. Effects of different methods of cultivation and direct drilling and disposal of straw residues on populations of earth worms // J. Soil Sc., 1979, 30, 669-679.

66. Edwards C. Earthworms, Soil, fertility and plant growth / Workshop on the role of earthworms in the stabilization of organic residues. Vol. 1-Kalamazoo, Michigan, 1981, 61-77.

67. Giles J. Soil compaction and crop growth // North Dakota Farm Research, 1983, 4, 1, 34-35.

68. Jde G., Horman G., Ruimbere M Van Ossemerct C. Influence of subsoiling on the yielded of sugarbeets // Zeitschrift für Pflanzenheznahrung und Bodenkunde, 1987, 150, 3, 151-155.

69. Nugis E., Grundlagen und Verfahren zur Bestimmung der Bodenverdichtung // Tagungsher. Akad. Landwirtschaftwiiss. DDR, 1984, 227, 221-224.

70. Passioura L.B., Leeper G.W. Soil compraction ang manqanese deficiency // Nature (Engl), 1963, 200, 4901, 29-30.

71. Reiner D.I., Mutti L., Zago A., Azolin M., Hoffman C. Efeito dediferentes metodos de prepare do solo sobre a estabilidade de agregadas em solo

podzolico vermelho amarelo / Rev. Cent. ciems rurais. 1984. 14, 1, 19-25.

72. Siuta J. Faza gazowa a fizyczne wtasci wosci gleb omnych / Nowe rolnictwo, 1964, 13, № 21, 34-36.

73. Weaver J.E. Root development of field crops. N.Y. 1926.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України