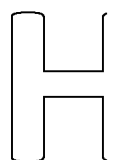
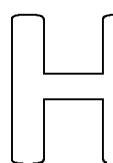


МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.09 - КМР. 366 "С" 2023.03.13. 011 ПЗ

Градунова Олександра Олександрівна

2023 р.



НУВІІ І УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ АГРОБІОЛОГІЧНИЙ

УДК 631.445.4:631.8:633:477

НОГОДЖЕНО

Декан агробіологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри ґрунтознавства
та охорони ґрунтів

О.Л. Тонха
« » 2023 р.

В.О. Забалуєв
« » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Агрофізичні властивості чорнозему реградованого за різних систем удобрення сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Спеціальність
Освітня програма
Орієнтація освітньої програми

201 «Агрономія»
Агрохімія і ґрунтознавство
освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
доктор с. г.-н., професор

В.О. Забалуєв

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к. с.-г. наук, доцент

С.В. Вітвіцький

Виконав

О.О. Градунов

КИЇВ – 2023

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП..... 6

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ
ГРУНТУ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ГРУНТУ 8

1.1. Зміна показників структурно-агрегатного стану ґрунту під
вплив обробітку і удобрення 8

1.2. Щільність і твердість ґрунту залежно від обробітку та удобрення
..... 14

РОЗДІЛ 2. ПРОГРАМА, МЕТОДИКА, УМОВИ ТА ОБ'ЄКТИ
ДОСЛІДЖЕНЬ..... 22

2.1. Програма досліджень..... 22

2.2. Методика досліджень..... 22

2.3. Умови та об'єкти досліджень..... 25

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА АГРОФІЗИЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ РЕГРАДОВАНОГО 28

3.1. Гранулометричний склад 28

3.2. Мікроагрегатний склад та потенційна здатність до
оструктурення 34

3.3. Структурно-агрегатний склад..... 37

3.4. Щільність складення ґрунту 46

4. АГРОЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ 59

ВИСНОВКИ..... 63

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... 65

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

НУБІП України

Агробіологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони ґрунтів

ім. проф. М.К. Шикולי

д.с.-г.н., проф. В.О. Забалуєв

2022 року

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Градуну Олександр Олександровичу

НУБІП України

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

Агрохімія і ґрунтознавство

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

Тема роботи: «Агрофізичні властивості чорнозему реградованого за різних систем
удобрення сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС

ННЦ «Інститут землеробства НААН»

Керівник роботи: к.с.-г.н. доцент Вітвицький 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
структурно-агрегатного стану ґрунту за різних способів обробітку та удобрення ґрунту, дані
по урожайності культур сівозміни

3. Перелік питань, що підлягають дослідженню

- визначити показники гранулометричного і мікроагрегатного складу та структурно-агрегатного стану чорнозему реградованого за різних варіантів обробітку та удобрення;
- провести визначення щільності та твердості ґрунту за різних варіантів обробітку та удобрення;
- розрахувати агроекономічну ефективність систем обробітку та удобрення чорнозему реградованого

Дата видачі завдання

2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

С.В. Вітвицький

Завдання прийняв до виконання

О.О. Градунів

НУБІП України

Анотація

Магістерська кваліфікаційна робота виконана на тему «Агрофізичні властивості чорнозему реградованого за різних систем удобрення сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН» на 70 сторінках комп'ютерного тексту, містить 14 таблиць, 14 рисунків і 63 літературних джерел.

Мета роботи – визначення та оцінка показників агрофізичних властивостей чорнозему реградованого за різних удобрення/сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Виходячи з мети дослідження ми вирішували такі завдання:

- визначити показники гранулометричного і мікроагрегатного складу та структурно-агрегатного стану чорнозему реградованого за різних варіантів удобрення;
- провести визначення щільності та твердості ґрунту за різних варіантів удобрення;
- розрахувати агроекономічну ефективність систем удобрення чорнозему реградованого

Найменший ступінь дисперсності був на варіанті із використанням ґрунту під переліг і складав в шарі 10–20 см – 7,01, а в шарі 30–40 см – 5,6, із застосуванням органічної системи удобрення складав по шарах ґрунту відповідно 7,3 і 7,1, при інтенсивній системі удобрення – 13,4 та 10,0.

Застосування органічної системи удобрення позитивно впливало на структурний склад ґрунту. Вміст брилистих агрегатів понад 10 мм становив 12,7%, розпилена фракція менше 0,25 см знаходилась на рівні 15,6%, а вміст агрономічно-цінних агрегатів – 71,7%. Застосування інтенсивної системи із внесенням мінеральних добрив значно збільшило вміст брилястої фракції – 52%. Вміст розпиленої фракції був суттєво невеликим – 4,37%, відповідно вміст агрономічно-цінних агрегатів складав – 43,6%. Найбільш оструктуреним був верхній 0–10 см шар чорнозему реградованого під багаторічним перелогом.

Дослідження щільності будови чорнозему реградованого після застосування у короткоротаційній сівозміні різних систем удобрення показали, що щільність оброблюваного ґрунту практично не виходила за оптимальні межі і складала за органічної системи удобрення 1,19–1,21 г/см³, за інтенсивної системи удобрення діапазон щільності був дещо ширший – 1,18–1,31 г/см³.

ВСТУП

Сучасне сільське господарство України перебуває на етапі переходу від інтенсивних та великозатратних технологій вирощування сільськогосподарських культур до більш раціональних і менш енергозатратних. Наразі широко впроваджуються принципи мінімізації технологічних операцій, а також елементи біологічного землеробства, включаючи використання соломки та іншої побічної продукції як добрив.

На даному етапі важливо не лише досягти певного рівня економічно доцільної врожайності культур, але й сприяти відтворенню родючості ґрунтів.

Чорноземі України, які займають площу 27,8 мільйонів гектарів, в тому числі 22 мільйони гектарів або 65% орних земель, дають 2/3 валових врожаїв сільськогосподарських культур.

Дослідження М.К. Шикули [1] підтверджують, що кризові явища в аграрному секторі, зокрема стрімке зменшення використання органічних та мінеральних добрив, порушення технологій обробки ґрунту через дефіцит пралівно-мастильних матеріалів та сільськогосподарської техніки, в значній мірі посилюють деградацію ґрунтів.

Агрофізичні чинники, такі як гранулометричний склад, структура, щільність, пористість, твердість та інші, разом із біологічними та агрохімічними факторами, складають одну з трьох основних складових родючості ґрунту. Фізичні властивості, зауважує М.О. Качинський [2], мають винятково важливе значення для розуміння ґрунту як природно-історичного утворення та об'єкта впливу людської праці. Згідно з І.Б. Ревутом [3], фізика ґрунтів є активною наукою, яка відкриває все більше можливостей для регулювання ґрунтових процесів і підтримання умов, що сприяють біологічній активності через обробіток, введення органічних добрив та меліорацію. Збільшення внесення свіжої органічної речовини в ґрунт може стати доступним і ефективним способом за допомогою використання побічної продукції, зокрема соломки, і вирощування сидератів. Збереження свіжої органічної речовини в поєднанні з

технологіями, що зменшують мінералізацію гумусу та підвищують гуміфікацію введеного органічного субстрату, може сприяти розширеному відновленню родючості ґрунтів.

Фокус у фізиці ґрунтів має бути спрямований на дослідження їхньої щільності, за якою, згідно з висловлюванням І.В. Кузнецової [4], переважно визначаються гранулометричний склад та структурний стан ґрунту, а в разі орного шару – технологія вирощування культур. У своєму дослідженні механічного обробітку як фактора, що регулює умови росту рослин, Л.С.

Роктанен [5] обґрунтовано висуває тезу, що правильний обробіток ґрунту є вирішальною умовою для отримання високих врожаїв та підвищення ґрунтової родючості. Отже, в сучасних економічних умовах виникає актуальна необхідність наукового обґрунтування технологій механічного обробітку ґрунту, головною метою яких є оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ВПЛИВ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ТА УДОБРЕННЯ ҐРУНТУ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

1.1 Зміна показників структурно-агрегатного стану ґрунту під вплив обробітку і удобрення

НУБІП України

Значення біологічного (органічного) землеробства, в умовах стійкої тенденції зміни клімату, яка на території центральної частини Лісостепу України в останнє 10-ти ліття проявляється досить гостро і обумовлене як глобальними процесами, так і існуючими виробничими процесами, спрямованими не на упередження негативного їх прояву, а на боротьбу з наслідками, залишається актуальним [1]. Ідея органічного землеробства виникла як природна адекватна

НУБІП України

реакція агровиробництва на стрімке і активне посилення хімічного пресингу на сільськогосподарське виробництво [2]. Концепція органічного виробництва

НУБІП України

свідчить про те, що досягнення основної мети є набагато складнішим завданням, ніж дотримання формальних умов, необхідних для проходження сертифікації виробництва органічної продукції, оскільки сертифікація не гарантує

НУБІП України

гармонізацію та не регламентує антропогенне навантаження на агроценози в цілому [3]. Головним - є забезпечити необхідні умови живлення рослин з

НУБІП України

одночасним відтворенням родючості чорноземів, що досить складно зробити за відсутності тваринництва та висіву багаторічних трав, що пов'язано з складністю дотримання позитивності балансу гумусу, азоту і фосфору. Проте, актуальним

НУБІП України

залишається розробка таких технологічних прийомів органічного виробництва, які б давали можливість, використовуючи побічну продукцію та насичення сівозміни бобовими культурами до 30-40%, забезпечити отримання органічно

чистої продукції з одночасним відтворенням родючості і у, кінцевому, забезпечити відтворення природної моделі агрогенезу чорноземів центральної частини Лісостепу України [4].

Механічний обробіток ґрунту є одним з ключових чинників, що впливають на формування його структури. З'явлення структурних складових і структурності у ґрунті розширює роль та значення обробки. Під впливом вологості структурний ґрунт перетворюється в активне тіло. Результати механічного обробітку можуть бути різноманітними: він може створити благоприємний шар, який зберігає атмосферну вологу і ефективно постачає її рослинам, або, навпаки, спричинити переувільнення, створюючи середовище, непридатне для вологи та коренів рослин.

Під впливом обробітку, зернисті і пористі агрегати чорнозему можуть перетворитись у недовершені за формою і властивостями пилуваті структури, як це спостерігається в більшості староорних ґрунтів. Таким чином, при впровадженні цілинних ґрунтів у сільське господарство, структурні зміни стають результатом, з одного боку, ґрунтоутворного процесу, а з іншого - впливу агротехнологій, зокрема їхньої обробітку.

Структурність, яка є фундаментальною властивістю ґрунту, достатньо вивчена як з агрономічної (відносно рослин) так і з технологічної (відносно механічного обробітку) точок зору. Значення структури для агрономічної практики вже давно привертає увагу дослідників, розпочинаючи з В.Р. Вільямса, і на сьогоднішній день, завдяки роботам вчених, таких як Н.А. Качинський [6], М.І. Саввінов, І.Б. Ревут [3] та інші, виникло об'єктивне розуміння структури як важливого фактору, що визначає ґрунтові режими, міграційні та транспортні процеси, умови функціонування кореневих систем і продуктивність рослин. Варто відзначити, що ці висновки стосуються переважно ґрунтів суглинкового та глинистого гранульометричного складу.

Отже, у ґрунтах, де відбуваються процеси агрегації, структура забезпечує оптимальний водно-повітряний та мікробіологічний режим, створюючи сприятливі умови для проникнення елементів живлення в рослини та необмежених можливостей коренів освоювати необхідний для них об'єм ґрунту.

Такі умови у кореневмісному шарі реалізуються, коли вміст агрегатів агрономічно цінного розміру (від 10 до 0,25 мм) становить понад 60% [3,7]

Однак оцінка агрономічної цінності агрегатів лише за їхніми розмірами недостатня. Рівночасно важливою є форма агрегатів, їх пористість, водостійкість та механічна міцність. Лише зернисті агрегати з порами формують складення ґрунту, яке відзначається гармонійним поєднанням міжагрегатної та внутріагрегатної пористості. Міжагрегатні пори забезпечують утримання вологи та обмін повітрям, тоді як пори в середині агрегатів сприяють економному використанню води для живлення рослин. З удосконаленням агрегованості ґрунту зростає його пористість. Наприклад, у піщаному ґрунті, де відсутні агрегати, пористість складає лише 25-30%, тоді як у чорноземі вона може сягати 60%.

Значення структури ґрунту для механічного обробітку надзвичайно велике. Структурний стан оброблюваного шару ґрунту визначає опір ґрунту під час обробітку, його здатність до деформації, витрати наливно-мастильних матеріалів та якість наступних обробітків. Практично всі аспекти взаємодії ґрунтооброблювальної техніки з ґрунтом, які є важливими, пов'язані зі структурою верхнього шару ґрунту. Наприклад, структурний ґрунт піддається подрібленню з меншими зусиллями, на 10-11 разів меншими, ніж для слабоструктурного ґрунту того ж механічного складу [8]. На думку О.Д. Вороніна [9], це явище пов'язане із тим, що із збільшенням розміру агрегатів їхній рівень механічної міцності швидко зменшується, пористість зростає, а площа контактів між мікроагрегатами зменшується. Крім того, слід враховувати, що чим більший агрегат, тим менш досконалою його форма, більше можливостей наявності порожнеч і тріщин. Ці характеристики великих агрегатів призводять до нестійкості поверхневого шару відносно механічного впливу, атмосферних опадів та зрошення. У той же час, чим більше в верхньому шарі ґрунту агрегатів малих розмірів і, отже, механічно міцних, тим більше підвищується стійкість

поверхневого шару, і головне, різко покращується якість його подрібнення під час обробітку.

Проте саме цей факт (висока пористість, низький опір та щеплення) є причиною того, що найкраще структурований поверхневий шар найбільше піддається деформації під час проходження сільськогосподарських машин, навіть з відносно невеликою масою.

Таким чином, об'єднання елементарних частин агрегатів значно підвищує агрономічну цінність шару ґрунту, який обробляється. Однак цей процес, за додаткового збільшення порового простору, суттєво знижує стійкість ґрунту до механічного впливу.

Взаємозв'язок між структурністю, пористістю ґрунту та механічним обробітком значно визначається режимом зволоження та температурою. При підвищеному зволоженні, як відзначав К.К. Гедройц [10], велику цінність мають відносно крупні та добре агреговані мікроагрегати. Однак це також свідчить про те, що на таких структурованих ґрунтах проходження важкої сільськогосподарської техніки недопустиме, і їхній обробіток повинен бути мінімізованим.

Навпаки, в зоні зниженої вологості, де є мікроагрегати мінімальних розмірів, оскільки вони забезпечують найбільш ефективне використання води, ризик їхнього інтенсивного обробітку полягає у розпиленні та збільшенні загрози вітрової ерозії. Ці приклади підтверджують складність та протиріччя взаємодії агрономічного значення структури та її стійкості до негативного природного та антропогенного впливу.

Структура ґрунту є результатом тривалого процесу ґрунтоутворення, під час якого утворюються структурні елементи з певною формою, розмірами та властивостями. Ця структура визначає характерні для конкретного ґрунту процеси, такі як розподіл вологи, трансформація речовин, життєдіяльність мікроорганізмів та коренів рослин. Обробіток ґрунту повинен бути проведений таким чином, щоб не призводити до неповерненого руйнування цих структурних

зв'язків. Важливо уникати утворення орної підшви, підняття на поверхню нижніх безструктурних шарів, а також уникати рознищення, утворення корки та переущільнення. Усі ці негативні явища виникають внаслідок неправильного обробітку, який не відповідає природним умовам формування ґрунту і не враховує його здатності підтримувати (відновлювати) параметри і властивості своєї структури. Екологізація обробітку полягає у зменшенні його інтенсивності та проведенні заходів, спрямованих на підвищення стійкості ґрунту, зокрема його поверхневого шару, що дозволяє уникнути багатьох негативних наслідків.

Оцінка агрономічної цінності структурного стану кореневмісного шару у будь-якому ґрунті, незалежно від його походження і гранулометричного складу, зазвичай базується на вмісті фракцій агрегатів з розмірами від 10 до 0,25 мм. Дослідження І.В. Кузнецової [4] підтверджують, що оптимальним параметром є вміст цієї фракції на рівні 60-80%, що сприяє найкращому функціонуванню корневих систем більшості польових культур.

Наприклад, чорноземи типові південної частини Лісостепу та чорноземи звичайні північного Степу важкого суглинкового гранулометричного складу можна визнати найкращими як з агрономічної, так і технологічної точки зору. Це пов'язано з тим, що після обробітку вміст фракцій агрегатів розміром 10-0,25 мм перевищує 70%. У таких ґрунтах є потенціал для подальшого вдосконалення структурного стану верхнього шару ґрунту, особливо якщо обробіток проводиться при оптимальній вологості для ефективного подрібнення, використовуючи високу швидкість або активні робочі органи [11].

У той же час, типові чорноземи, опідзолені і темно-сірі ґрунти легкосуглинкового гранулометричного складу в північній і північно-західній частині Лісостепу показують значно менші результати після обробітку, в районі 40-50%. Щодо впливу плоскорізного обробітку на структуру ґрунту, існують різноманітні точки зору. Наприклад, Серединський Є.Л. [12] вказує, що при мінімізації обробітку міцність агрегатів значно вища, ніж при традиційному

полицевому оранні. Проте, при плоскорізному обробітку спостерігається відносно зменшення вмісту водостійких агрегатів в шарі 0-10 см.

Згідно з іншими дослідженнями, мінімізація обробітку в поєднанні з поверхневим внесенням органічних добрив суттєво збільшує кількість агрономічно цінних водостійких агрегатів у верхніх шарах ґрунту.

За даними А.Г. Фратина [13], найкращу структуру верхнього шару ґрунту на глибині 0-10 см забезпечував мінімальний обробіток. Також показано [57], що нульовий обробіток призводить до збільшення водостійкості макроагрегатів розміром 8,0-4,76 мм порівняно з оранкою на понад 60%. В дослідженнях Г.В.

Назаренко [14] вміст водостійких макроагрегатів у верхньому шарі ґрунту (0-10 см) в перші роки використання мінімального обробітку чорноземів типових збільшився майже на 36%. Аналогічні дані щодо позитивного впливу мінімального обробітку на утворення макроагрегатів у верхніх шарах ґрунту отримані також в умовах змитих чорноземів [15].

Покращення структури верхніх шарів ґрунту при мінімальному обробітку пояснюється передусім поверхневим заробленням добрив та нагромадженням значної кількості поживних речовин і корневих решток у цій частині ґрунтового профілю. Важливу роль у цьому процесі відіграють мікроорганізми ґрунтової фауни [52]. Дослідження також підтверджують [51], що, незалежно від типу ґрунту та культур, використання безоранкових методів призводить до значного збільшення кількості дощових черв'яків. Систематичне впровадження ґрунтозахисної технології, зокрема плоскорізного обробітку, сприяє помітному зростанню чисельності мікроорганізмів у верхніх шарах чорноземів і підвищенню екзиматичної активності ґрунту [16].

Виявлено також, що у формуванні структури ґрунту взаємодіють різноманітні компоненти біологічного походження [58].

Важливим фактором, що впливає на водотривкість структури верхніх шарів ґрунту під час мінімального обробітку, є збільшення вмісту не лише рослинних залишків, але й гумусових речовин. За дослідженнями І.В. Кузнецової

[17], утворення водостійких агрегатів ґрунту переважно залежить від участі органічної речовини, і при її низькому вмісті (<2%) формуються дрібні фракції, а при високому (>3%) — крупні агрегати (>3 мм).

1.2. Щільність і твердість ґрунту залежно від обробітку та удобрення

Постійне зростання енергонасиченості сільськогосподарського виробництва відкриває реальні можливості для інтенсифікації механічного обробітку ґрунту, який є потужним фактором регулювання щільності орного шару. Проте, за аналізом О.Л. Шенявського [18] та врахуванням великої кількості наукових праць, можна зробити висновок, що стрімке прагнення землеробів до розширення та ускладнення методів механічного обробітку ґрунту з метою максимального використання природної родючості конфліктує з невідворотними законами природи.

І.В. Кузнецова [4] вказує, що щільність в основному залежить від гранулометричного складу та структурного стану ґрунту, а щодо орного шару, то впливає технологія вирощування сільськогосподарських культур.

Сільськогосподарським культурам для нормального росту і розвитку необхідні специфічні екологічні умови, включаючи щільність ґрунту.

Оптимальна щільність ґрунту, тобто та щільність, при якій урожайність при рівних умовах досягає найвищого рівня, є різною для різних сільськогосподарських культур. Дослідження ряду авторів [19, 20, 21] показують, що для зернових культур ця щільність знаходиться в межах 1,10-1,40 г/см³, тоді як для коренеплодів вона не перевищує 1,15-1,20 г/см³.

Оптимальний рівень щільності ґрунту визначається не лише потребами конкретних культур, але й ґрунтово-кліматичними умовами. Абсолютний вплив негативних аспектів щільності ґрунту залежить не лише від його властивостей, але й від погодних умов у конкретному році [21].

Під час вивчення взаємозв'язку між сільськогосподарськими культурами та щільністю ґрунту, особливу увагу слід звертати на характеристику корінних

систем рослин при різних рівнях щільності. З іншого боку, оптимальний рівень щільності різних ґрунтів і горизонтів можна найефективніше визначити, аналізуючи розподіл коренів, зокрема їхню глибину. Згідно з поглядами В. Ротмістрова [23], характер розповсюдження кореневих систем залежить від природи рослин, розмірів кореневої системи, яка вже є стабільною і не піддається різким змінам під впливом обробітку ґрунту протягом короткого періоду. У той же час, за дослідженнями Н.А. Качинського [6], різні рослини, в однакових умовах, розвивають корінні системи з приблизно однаковою формою і розмірами.

За висновками J.E. Weaver [59], кліматичні умови, зокрема ступінь зволоження території з чорноземними ґрунтами, сприяють глибокому проникненню кореневої системи рослин. У той же час результати численних досліджень [6, 24, 25, 26, 27] переконливо свідчать, що корінна система рослин, включаючи чорноземи, переважно розташовується у верхніх, найбільш родючих шарах ґрунту. Це явище особливо помітне в більш вологих районах, де навіть рихлення щільного підорного шару не сприяє проникненню коренів в нижні горизонти ґрунту [28].

Високу щільність підорного шару ґрунту часто пов'язують із мілким залізанням кореневої системи в зонах достатнього зволоження, що за певних умов може призвести до погіршення повітряного режиму [24].

У більш посушливих умовах багатьох рослин корені можуть проникати на більшу глибину, а збільшення кореневої маси відбувається переважно за рахунок зменшення маси надземної частини рослин [28]. Таким чином, можна підтримати положення Н.З. Станкова, що рослини, які ростуть в умовах сприятливого водного режиму та достатнього живлення, розвивають основну масу коренів у верхніх шарах ґрунту.

У зв'язку з тим, що багато ґрунтів виявляють підвищену рівноважну щільність, роль механічного обробітку довгий час обмежувалась в основному поліпшенням водного та повітряного режимів через рихлення верхнього шару.

що тісно пов'язане з біологічною активністю ґрунту та режимом живлення. Проте, важливо відзначити, що нові дослідження, проведені в останні роки вітчизняними та закордонними вченими, вказують на необхідність критичного переосмислення цього уявлення про обробіток ґрунту, як про захід, що передбачає головним чином лише рихлення ґрунту.

Можна стверджувати, що рівноважна щільність багатьох ґрунтів, особливо чорноземних, дуже близька до оптимальної або навіть їй дорівнює для вирощування сільськогосподарських культур. На основі цього багато вчених рекомендують суттєво скорочувати обсяги обробітку, пов'язані з рихленням [29,30]. Дослідження довели, що надмірне рихлення орного шару під час обробітку може значно зменшити урожайність [31,32,33].

Не має сумнівів у тому, що щільність ґрунту має величезний вплив на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Проте прийоми для досягнення оптимальної щільності орного шару під час обробітку ґрунту ще не досліджені належним чином.

А.І. Зражевський в своїх дослідженнях [34] виявив, що після оранки чорноземних ґрунтів між щільними брилами утворюються суцільні поздовжні пухкі ділянки, які заповнюються важкорозкладаючимися поживними рештками.

Цей процес призводить до формування стабільної структури, що майже не змінюється протягом вегетаційного періоду.

Найбільш однорідний розподіл рослинних залишків і органічних добрив досягається при поверхневому обробітку ґрунту [35]. Найсприятливіші умови для зростання та розвитку зернових культур на чорноземах типових утворюються при внесенні добрив в шар ґрунту 0-15 см [36].

Протягом століть основним методом обробітку була полицева оранка, що значно підвищила розклад органічної речовини, зменшила гумусовий запас і суттєво погіршила агрофізичні характеристики ґрунту. У рамках комплексу заходів з раціонального використання ґрунтів та відновлення їхньої родючості велике значення надається системі обробітку ґрунту, що базується на

використанні плоскорізних інструментів. Дія плоскорізу полягає в тому, що замість обертання скиби ґрунт піддається рихленню, і рослинні залишки залишаються в тих шарах, де вони знаходились до обробітку. В порівнянні з обертанням скиби, де на поверхні ґрунту залишається менше 10% рослинних залишків, та дискуванням, де цей показник становить 30%, плоскорізний обробіток забезпечує збереження 80% поживних решток [37].

Регулярний застосунок методу мінімального обробітку ґрунту сприяє значному (на 30% і більше) зростанню корененасиченості верхньої частини ґрунтового профілю. Одночасно зі збільшенням обсягу кореневої маси, яка розташовується ближче до поверхні ґрунту, відзначається помітне збільшення механічної міцності верхнього шару ґрунту [38].

Існує значний прямий зв'язок між твердістю та щільністю орних ґрунтів [3]. Проте, при систематичному мінімальному обробітку, внаслідок нагромадження коренів і рослинних решток у верхніх ґрунтових шарах, збільшення твердості не завжди веде до відповідного підвищення щільності. У деяких випадках може виникати зворотний зв'язок. Таким чином, систематичний мінімальний обробіток, тримаючи рівноважну щільність на рівні варіантів із застосуванням оранки, у багатьох випадках підтверджено збільшення твердості.

Це, в межах відчутних значень, покращує механічну міцність та помітно зменшує здатність ґрунту до ущільнення.

Збільшена щільність ґрунту негативно впливає на ріст і розвиток культурних рослин через кілька факторів. По-перше, вона суттєво погіршує водний режим, обмежуючи доступ води до коренів рослин. По-друге, зменшує надходження кисню до кореневої системи, що може негативно впливати на дихання рослини. По-третє, висока фізична щільність може стати механічною перешкодою для росту коренів культурних рослин. Це порушення водно-повітряного режиму в умовах підвищеної щільності призводить до значного погіршення біохімічних процесів і режиму живлення рослин.

Рослини також зазнають впливу надмірно пухкого орного шару ґрунту, де відбувається вільний газообмін з атмосферою. Ці умови сприяють збільшенню біологічної активності ґрунту та мобілізації елементів живлення.

Однак останні дані у літературі свідчать, що надмірна рухливість ґрунту може негативно позначитися на рості рослин і призводити до зменшення їхньої

урожайності. Багато вчених пов'язують різке збільшення непродуктивних втрат вологи на випаровування з надмірно пухким складенням орного шару, розглядаючи це як основну причину негативного впливу зниженої щільності

ґрунту. Проте результати численних досліджень свідчать, що ущільнення

ґрунту, особливо в періоди посушливості, може значно покращити його водний режим і сприяти збереженню продуктивної вологи. Важливим аспектом є те, що надмірно пухке складення орного шару сприяє накопиченню елементів родючості, проте його використання корінням рослин обмежується зниженням міцності контакту поверхні коренів з ґрунтом.

В перші роки застосування мінімального обробітку може відзначатися певним збільшенням щільності ґрунту. Проте це явище не є вирішальним для

росту та розвитку зернових культур, оскільки загальна щільність ґрунту зазвичай

залишається в оптимальному діапазоні. Наприклад, оптимальна щільність для оброблювального шару степових ґрунтів для більшості зернових культур складає $1,2 \pm 0,1$ г/см³. Однак існують випадки, коли навіть невелике збільшення

щільності ґрунту на $0,1$ г/см³ може призвести до значного зниження урожайності на 20-30% [41].

При внесенні органічних добрив, особливо на тлі традиційної оранки, щільність ґрунту значно менша, порівняно з глибоким плоскорізним обробітком.

Це явище пояснюється передусім способом внесення органічних добрив при різних методах обробітку. Згідно з С.А. Campbell та іншими дослідниками,

внесення гною призводить до підвищення урожайності сільськогосподарських

культур за рахунок поліпшення фізичних властивостей ґрунту через інтенсивне утворення гумусових колоїдів. Також було показано, що внесення значних доз

органічних добрив стабілізує щільність ґрунту та сприяє його саморозушціленню в осінньо-зимово-весняний період [42].

На етапі впровадження систематичного обробітку без використання плуга органічні добрива переважно концентруються у верхньому шарі ґрунту і викликають деяке збільшення щільності ґрунту. Проте з часом систематичний безпліщевий обробіток, зокрема мінімальний, призводить до стабілізації щільності орного шару, а згодом помітно зменшує її. За даними Л. Гроссмана [43], на початковому етапі заміна оранки поверхневим обробітком на глибину 6-8 см викликала певне зниження урожайності ячменю протягом перших двох років. Проте на третій рік, завдяки поліпшенню структури ґрунту, негативний вплив мінімального обробітку був відсутній, а на четвертий рік він сприяв помітному зростанню врожаю у порівнянні з оранкою.

Отже, виявляється, що систематичний мінімальний обробіток в контексті орґано-мінеральної системи удобрень вже за 5-6 років після його впровадження сприяє формуванню більш сприятливої структури ґрунту порівняно з оранкою, незважаючи на спостережане ущільнення ґрунту особливо під цукровим буряком у перші роки. Тривалість відкритої поверхні ґрунту та збільшення кількості проходів тракторно-машинних агрегатів по полю можуть впливати на цю тенденцію у збільшенні щільності орного шару. Як вказує Ю. Петелка, при вирощуванні зернових площа прикочування сільськогосподарськими машинами становить приблизно 250%, а у випадку цукрового буряка ця величина досягає 450% і більше. За даними J. Giles [53], щільність суглинкового ґрунту на глибині 7,5 см в рядку цукрового буряка становить всього 0,9 г/см³, тоді як після проходження колеса трактора в міжрядді ця величина збільшується до 1,4 т/см³. Згідно із звітом В.С. Гапоненко [44], за існуючою технологією вирощування цукрового буряка урожай коренеплодів через ущільнення ґрунту машино-тракторними агрегатами зменшується на третину площі посіву.

Признаймо, що інтенсивне рихлення чорноземів на більшу глибину часто призводить до надмірної рихлості, особливо на початковому етапі освоєння

ціolini, коли ґрунти мають підвищений рівень гумусу і водостійку структуру. У подальших періодах інтенсивна обробка сприяє дегуміфікації та деградації орного шару, що призводить до збільшення щільності оброблюваних ґрунтів до такого рівня, який негативно впливає на водно-фізичні властивості і урожайність культур. Зауважимо, як відзначає E. Nugis [55], щільність ґрунту одночасно залежить від дії робочих органів сільськогосподарських машин і самих машин, що призводить до ущільнення ґрунту поруч із його рихленням.

Згідно з численними дослідженнями, щільність орного шару чорноземів у різних регіонах Лісостепу України в період осінньо-зимово-весняного періоду значно збільшується, і на початку вегетаційного періоду, як правило, виявляється значно вищою, ніж щільність нижніх горизонтів. Глибоке орання в значній мірі розслаблює ґрунт і, зазвичай, у цей період року сприяє дренажуванню орного шару за рахунок водостійких потоків вологи. Таким чином, максимальна концентрація мулових фракцій спостерігається в підорній частині профілю більшості орних чорноземів [45].

Все це суттєво погіршує фізичний стан орного шару чорноземів і призводить до їхньої подальшої агрофізичної деградації. Цей процес викликає формування брилистості орного шару, обмежений діапазон вологості для досягнення фізичної стиглості та зайву щільність утворення під час вегетації рослин. Особливо виражене погіршення фізичних і фізико-механічних властивостей чорноземів спостерігається при їхньому зрошенні [46].

Відновлення агрофізичних параметрів родючості чорноземів, як стверджує В.В. Медведєв [47,48,49], може бути досягнуте шляхом створення і підтримання оптимальних параметрів структурного стану та щільності складення, враховуючи диференціацію цих параметрів за глибиною кореневмісного шару та їхню стійкість у часі.

Отримані висновки свідчать про актуальність перегляду традиційних підходів до обробки ґрунту, враховуючи його агрофізичні властивості та вимоги сільськогосподарських культур, особливо в умовах сучасної екологічної

складності. Важливо відзначити, що механічний обробіток ґрунту є найбільш енерговитратним і трудомістким процесом в землеробстві. За даними вчених, йому припадає в середньому 40% енергетичних та 25% трудових затрат від загального обсягу польових робіт [50].

В системі обробітку ґрунту в землеробстві України, в середньому, прямі експлуатаційні витрати складають 40%, енерговитрати - 41%, а трудові витрати - 25%. Отже, вибір методів обробітку ґрунту повинен бути тітко націлений на досягнення поставлених цілей та ефективність витрат. При цьому важливо враховувати екологічну безпеку заходів, економічність та дбайливе використання та відтворення родючості ґрунту. Особливу увагу слід приділяти агрофізичним властивостям ґрунту як важливій складовій цього процесу.

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

2.1. Програма досліджень

Метою роботи було визначення та оцінка показників агрофізичних властивостей чорнозему реградованого за різних систем удобрення сільськогосподарських культур в умовах Черкаської ДСДС ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Виходячи з мети дослідження ми вирішували такі завдання:

- визначити показники гранулометричного і мікроагрегатного складу та структурно-агрегатного стану чорнозему реградованого за різних варіантів удобрення ґрунту;
- провести визначення щільності та твердості ґрунту за різних варіантів удобрення;
- розрахувати агроекономічну ефективність систем удобрення чорнозему реградованого

2.2. Методика досліджень

Дослідження проводяться в польовому стаціонарному досліді Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН», закладеному в 2010 році (далі в розділі 3 – Черкаська дослідна станція).

У досліді вивчається 5-ти пільна зерно-просапна сівозміна з таким чергуванням культур: горох-озима пшениця-кукурудза-соя-ячмінь ярий.

Основною вимогою до органічної сівозміни є насичення бобовими культурами більше 30 %. В представленій сівозміні насиченість бобовими культурами складає 40 %.

Інтенсивна система удобрення передбачає наступні дози добрив: горох

$N_{80}P_{50}K_{70}$, озима пшениця – $N_{30}P_{90}K_{90} + N_{50} + N_{40}$, соя – $N_{20}P_{60}K_{60} + N_{40}$. Кукурудза – $N_{20}P_{90}K_{90} + N_{100}$, ярий ячмінь – $N_{20}P_{80}K_{80}$ (табл. 2.2.3).

Маловитратна система удобрення передбачає наступні дози добрив:

горох – $N_{30}P_{50}K_{30}$, озима пшениця – $N_{30}P_{60}K_{60}$ + N_{30} , соя – $N_{20}P_{40}K_{40}$, кукурудза – $N_{60}P_{70}K_{60}$ + N_{20} , ярий ячмінь – $N_{40}P_{40}K_{40}$ + N_{25} .

Таблиця 2.2.1. – Система удобрення в короткоротаційній польовій сівозміні при органічній системі удобрення в центральному Лісселу України

Культури сівозміни	За рахунок ін-юкція	Повернен-ня з побічною продукцією			Доза по солемі на добриво			Підживлення біопрепаратом		
		NPК	N	P	K	N	P	K	N	P
	кг/га									
Горох	50/50/50	22	8	47	87	57	18	50	50	50
Озима пшениця	50/50/50	31	7	42	44	68	38	50	50	50
Кукурудза	50/50/50	45	14	92	25	46	22	50	50	50
Соя	50/50/50	33	10	64	33	85	41	50	50	50
Ячмінь	50/50/50	27	3	31	7	42	19	50	50	50

*Норматив витрат мінеральних добрив на формування 1 т врожаю, кг/га

Органічна система удобрення: без внесення мінеральних добрив та використання побічної продукції попередника як добриво (14 т/га), з обробленням зерна азотфіксувальними, фосформобілізувальними біологічними препаратами, регуляторами росту, гуматами та підживленням гуматами, регулятором росту рослин або біопрепаратом (табл. 2.2.2)..

Органічна система удобрення (без добрив: з використанням побічної продукції попередника як добриво, з обробленням зерна азотфіксувальними, фосформобілізувальними біологічними препаратами, регуляторами росту, гуматами та підживленням гуматами, регулятором росту рослин або біопрепаратом) (табл. 2.2.1-2.2.3).

Таблиця – 2.2.2 – Норми застосування біологічних препаратів та регуляторів росту за органічної системи удобрення

Культура	Передпосівна обробка насіння	I підживлення	II підживлення
Горох	Азотфіксувальні бактерії	к5 л/т,	

	фосформобілізувальні бактерії – 1,5 л/т	Гаупсин (від шкідників та хвороб) – 1,0 л/т
Озима пшениця	Гумат калію – 0,6 л/т	Гумат калію – 2,0 л/т
		Гаупсин (від шкідників та хвороб) – 1,0 л/т
Кукурудза	Гумат калію – 0,8 л/т	Гумат калію – 2,0 л/т
		Гаупсин (від шкідників та хвороб) – 1,0 л/т
Соя	Азотфіксувальні бактерії – 1,5 л/т, фосформобілізувальні бактерії – 1,5 л/т	Гаупсин (від шкідників та хвороб) – 1,0 л/т
		Гаупсин (від шкідників та хвороб) – 1,0 л/т
Ярий ячмінь	Гумат калію – 0,6 л/т	Гумат калію – 2,0 л/т
		Гаупсин (від шкідників та хвороб) – 1,0 л/т

Таблиця 2.2.3. – Система удобрення в короткоротаційній польовій сівозміні при інтенсивній системі удобрення

	Основне внесення, кг			Підживлення, кг				Всього, кг	
				ранньовесня	літнє	випілля	труску		
	N	P	K	N	N	N	N	P	K
Горох	30	50	50	-	-	-	30	50	50
Пшениця озима	30	90	120	30	30	30	120	90	120
Кукурудза	20	60	60	-	40	-	60	60	60
Соя	20	90	90	-	100	-	120	90	90
Ячмінь ярий	20	80	80	-	30	30	80	80	80

Щільність складення ґрунту доцільно визначати за методом ріжучого кільця Качинського (об'єм циліндра 100 см³), а структурно-агрегатний склад – за Савіновим (Вадюпіта А.Ф., Корчагіна З.А., 1986). Ці методи широко апробовані в практиці наукових досліджень та ґрунтових обстежень. Крапці строки обстежень: червень-липень, до початку збирання врожаю зернових культур.

В досліді для мінерального удобрення використовували аміачну селітру з вмістом азоту 34,5%, суперфосфат гранульований із вмістом P₂O₅ – 19,5% і

калійну сіль – 60% K_2O . Мінеральні добрива вносили поверхнево, розсипаючи вручну із наступним проведенням заробки.

Система захисту рослин однакова на всіх варіантах досліду.

Показники структурно-агрегатного складу ґрунту визначали методом сухого просіювання за Н.І. Савіновим, мокрою просіювання (водотривкість структури на приладі Бакшеева). Мікроагрегатний склад та вміст елементарних ґрунтових часток визначали мікроскопним методом С.Ю. Булигіна і Ф.М. Лісецького. Щільність ґрунту – методом ріжучого кільця за Н.А. Качинським.

2.3 Умови та об'єкти досліджень

Клімат в зоні проведення досліджень помірно-континентальний. Середньорічна температура повітря становить $+7,9^{\circ}C$, середньомісячна температура повітря найхолоднішого місяця січня $-5,9^{\circ}C$, в липні $+19,8^{\circ}C$. Весна настає у третій декаді березня. Безморозний період триває 160-170 днів. Сума активних температур за період з температурою вище $+10^{\circ}C$ становить – 2650-2900 $^{\circ}C$. Загальна тривалість вегетаційного періоду становить 200-208 днів.

Відомо, що реградовані ґрунти, як правило, обрамляють масиви опідзолених чорноземів на контакті із чорноземами типовими або ґрунти, які розміщені серед чорноземів типових невеликими плямами на вершинах горбів та увалів. Досить часто реградовані ґрунти утворюють дрібноконтурні невпорядковані комплекси із темно-сірими опідзоленими ґрунтами та чорноземами опідзоленими (Гнатенко О.Ф., Катитик М.В., Петренко Л.Р., Вітвіцький С.В., 2005).

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

Слід відмітити, що чорнозем реградований на ділянці передігу має добре виражену дернину із живих коренів, переважно бобово-злакових рослин, що зумовлює хорошу оструктуреність верхнього горизонту та виражену пористість і оптимальну щільність складення. Необхідно також підкреслити високу біогенність ґрунту, яка виражена у черворийнах, копролітах, кротовинах.

Лабораторні дослідження гумусного стану чорнозему реградованого за генетичними горизонтами показали, що вміст гумусу поступово зменшується із 3,75 у верхньому Не горизонті до 2,85% в горизонті Нрі, а у горизонті РНі – 2,23%, у перехідному горизонті Рhk – 1,51% і у породі Рk карбонатному лесі – 0,42% (табл. 2.3.1).

Таблиця 2.3.1

Вміст та запаси гумусу в чорноземі реградованому

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразка, см	Вміст гумусу, %	Щільність складення, г/см ³	Запаси гумусу, т/га	Тип розподілу
Не ₀₋₄₇	10-20	3,75	1,15	205	поступово спадаючий
Нрі ₄₈₋₈₂	50-60	2,85	1,21	113	
РНі ₈₃₋₁₂₃	90-100	1,23	1,23	50	
Рhk ₁₂₃₋₁₉₀	130-140	1,51	1,18	119	
Рk ₁₉₀₋₂₃₀	190-200	0,42	1,16	21	

Стосовно запасів гумусу у метровому шарі ґрунту чорнозему реградованого середньосуглинкового, то він складає суму запасів верхнього Не РНі₈₃₋₁₀₀ – 46,8 т/га. Разом запаси гумусу для метрового шару ґрунту на 1 га будуть складати: $205 + 113 + 50 = 368$ т/га, що за оцінкою Г.ришиної і Орлова відноситься до середніх запасів, градація від 200 до 400 т/га.

РОЗДІЛ 3. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА АГРОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЧОРНОЗЕМУ РЕГРАДОВАНОГО

До агрофізичних властивостей ґрунтів за відносяться: гранулометричний склад, мікроагрегатний та структурно-агрегатний склади, щільність складення, пористість і водопроникність ґрунту, запаси продуктивної води. Агрофізичні властивості у великій мірі визначають потенційну і ефективну родючість ґрунтів. Вони забезпечують кореневі системи рослин оптимальним вмістом у ґрунті повітря, води, підтримують відповідно доступність поживних речовин ґрунту для рослин та температурні умови їх росту і розвитку.

3.1. Гранулометричний склад

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.

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

Сумісні дослідження гранулометричного і мікроагрегатного складу дали можливість визначити потенційну здатність чорнозему до оструктурення під впливом різних систем удобрення. Встановлено, що найменший ступінь дисперсності був на варіанті із використанням ґрунту під переліг і складав в шарі ґрунту 0–20 см – 7,01%, а в шарі 30–40 см – 5,6%, що характеризується, як відмінна мікроагрегованість ґрунтової маси чорнозему. Із оброблюваних ґрунтів краще мікроагрегований ґрунт за фактором дисперсності (F_d) був на варіанті із застосуванням органічної системи удобрення і складав по шарах ґрунту

відповідно 7,3% і 7,1%. Застосування інтенсивної системи удобрення, переважно мінеральними добривами, у меншій мірі сприяло утримуванию мікроагрегованості чорнозему реградованого, так у верхньому 10–20 см шарі Ф_d склав 13,4, у нижньому 30–40 см – 10,0. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. – Потенційна здатність до оструктурення чорнозему реградованого за різних систем удобрення за їхнього довгострокового застосування

Система удобрення	Шар ґрунту, см	Фактор дисперсності за Н.А.Качинським, %	Ступінь агрего-ваності за Бейвером, %
Інтенсивна	10–20	13,4	53,2
	30–40	10,0	49,3
Органічна	10–20	7,30	56,7
	30–40	7,10	51,2
Переліг	10–20	7,01	64,7
	30–40	5,60	53,2

За органічної системи удобрення 92,7% мулу було залучено у мікроагрегати, фракція дрібного пилу була залучена у мікроагрегати на 76,7%, фракція середнього пилу лише на 44,7%. За інтенсивної системи удобрення мул був залучений на 86,6%, дрібний та середній пил відповідно на 76,3–54,1%.

Багаторічне використання чорнозему реградованого під переліг сприяло поліпшенню агрегації різних механічних елементів у структурні окремість, при цьому фракція мулу була залучена на 93,0%, дрібного пилу на 87,1%, середнього пилу на 65,8%. Дані результатів аналізів нижнього 30–40 см шару гумусового

горизонту чорнозему реградованого свідчать про тенденцію кращого мікрооструктурування оброблюваних ґрунтів, як за системи органічного удобрення, так і мінерального, особливо при залученні фракцій дрібного та

середнього пілу. Цей шар ґрунту практично не розпушується за допомогою ґрунтообробних знарядь, а тільки кореневими системами і в певній мірі, є консерватором свіжих залучених органічних речовин і активної дії мікроорганізмів і ґрунтової мезофауни, яка властива для природних угідь.

Дослідження структурного складу чорнозему реградованого показали, що застосування органічної системи удобрення впродовж 5 років позитивно впливало на структурний склад. Вміст брилистих агрегатів понад 10 мм становив 12,7%, розпилена фракція менше 0,25 см знаходилась на рівні 15,6%, а вміст агрономічно-цінних агрегатів – 71,7%. Якщо детальніше аналізувати всі фракції, то найбільший вміст був так званої зернистої фракції, розміром 5–3 мм – 9,95%, 3–2 мм – 8,75% і дрібнозернистої фракції 2–1 мм становив 19,5%. Найбільш цінні фракції з точки зору поглинання і збереження ґрунтової вологи і за розмірами найбільш стійкі до ерозійних і дефляційних процесів склали в цілому 38,2%.

Застосування інтенсивної системи із внесенням мінеральних добрив призвело до утворення брилястої фракції – 52%. Вміст розпиленої фракції був суттєво невеликим – 4,37%, відповідно вміст агрономічно-цінних агрегатів складав 43,6%. Аналіз вмісту агрономічно-цінних фракцій показав, що переважали більш крупні фракції розміром 10–7 см, які становили 10,7%, 7–5 см – 7,09%, 5–3 см – 9,10%. Перерозподіл агрономічно-цінних структурних окремостей у межах агрономічно-цінного інтервалу за різних систем удобрення свідчить про те що довгострокове застосування органічної системи удобрення моделює природній процес ґрунтоутворення та змінюється у напрямку утримання перелогу.

Найбільш оструктуреним був верхній 0–20 см шар чорнозему реградованого під багаторічним перелогом. В зразках цього ґрунту практично відсутні були фракції понад 1 мм. Розпилена фракція менше 0,25 мм становила 12,9%, а вміст агрономічно-цінних агрегатів складав 86,7% і оцінюється, як відмінний структурний стан. Найбільший вміст при цьому склали зернисті фракції 5–3 мм – 14,0%, 3–2 мм – 16,8% і 2–1 мм – 26,3%.

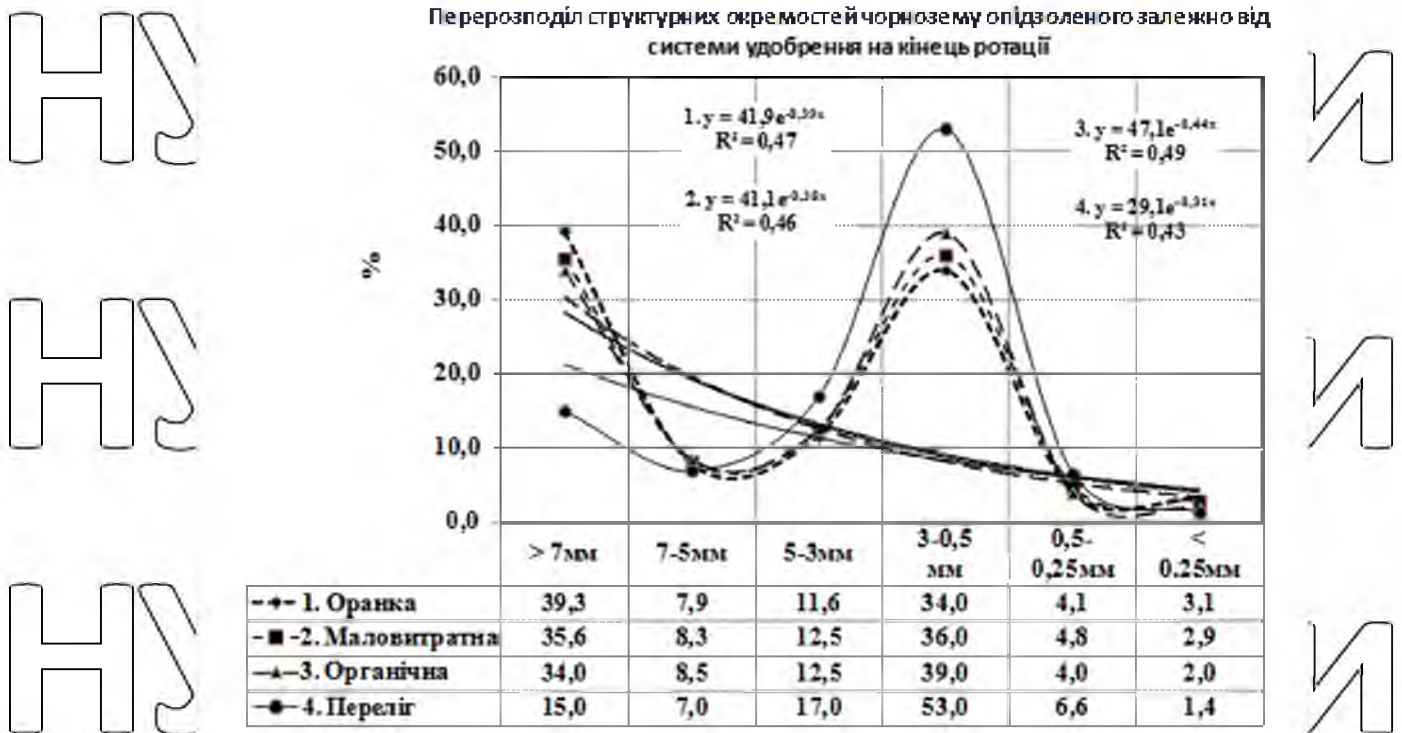


Рис. 3.1. – Вплив різних систем удобрення на перерозподіл структурних агрегатів в 0-20 см шарі чорнозему опідзоленого 30-тично реградованого

Оцінка структурного складу чорнозему реградованого за різних систем удобрення свідчить про суттєве зростання вмісту брилястої фракції за інтенсивної системи удобрення, хоча відсоток її із глибиною помітно зменшується. Стосовно органічної системи удобрення, то із глибиною помітно зменшується вміст пилу із 15,6% у 0-10 см до 6,67-4,02% у нижчих шарах чорнозему. Вміст агрономічно-цінних структурних окремоостей за сухого розсіву за органічної системи удобрення був добрий: в межах 60-80%, а за інтенсивної системи удобрення - у поверхневих шарах чорнозему - задовільний, у нижніх - добрий. В умовах перелігу оструктуреність ґрунтів була високою в досліджуваному горизонті чорнозему і знаходилась в межах 83,9-89,3% та характеризувалася, як відмінним станом (рис. 3.1).

Структурний стан чорнозему опідзоленого на кінець ротації культур у сівозміні показано рисунку 3. Структуротворення за органічної системи

удобрення спрямоване у напрямку утримання перелогу: утворюється найбільш цінна фракція структурних окремоостей 3-0,5 мм. Вміст досягає до 40 %, тоді як за оранки до 35 %.

Структурний стан чорнозему опідзоленого сильнореградованого залежно від системи удобрення і утримання

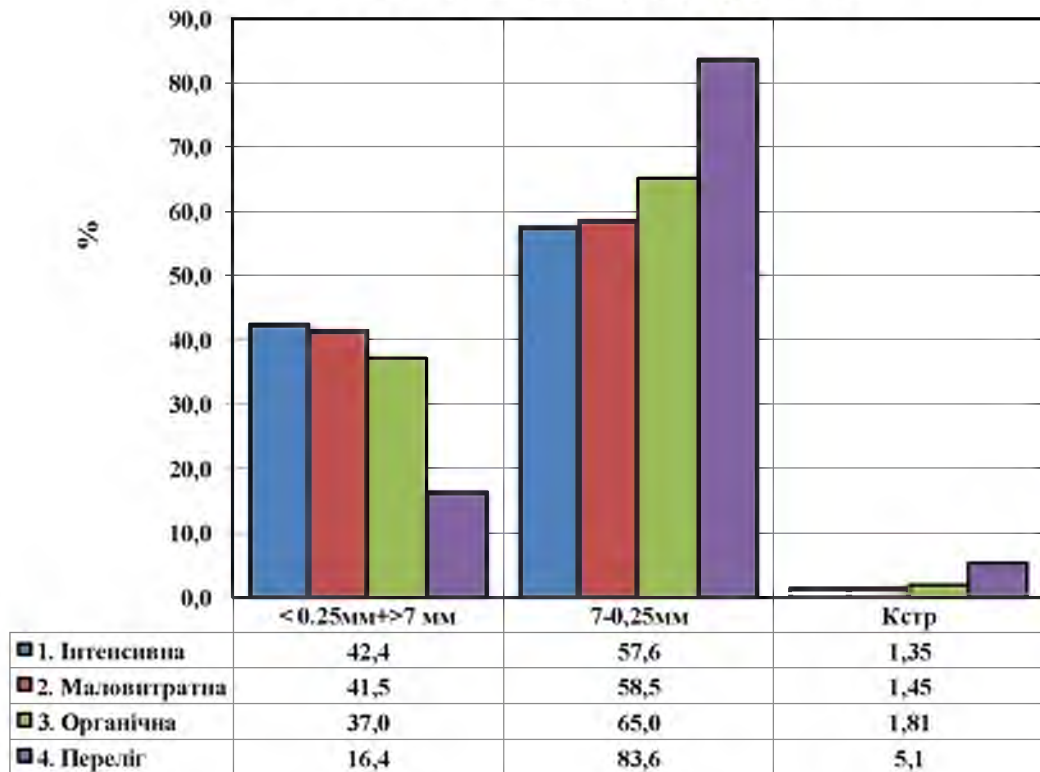


Рис. 3.2

За органічної системи удобрення найбільш цінна фракція структурних окремоостей (7-0,5мм) зростає до 65 %, гудзуватість знижується до 37,5%.

Коефіцієнт структурності зростає до $K_{стр}=1,81$, тоді як за оранки $K_{стр}$ нижчий в 1,35 рази. Структуротворення за органічної системи удобрення спрямовано у бік утримання перелогу (рис. 3.2).

Дослідження щільності будови чорнозему реградованого після застосування різних систем удобрення продовж 7 років показали, що її значення в оброблюваному шарі ґрунту не виходили за оптимальні межі і складала за

органічної системи удобрення 1,19-1,21 г/см³, а за інтенсивної системи удобрення діапазон щільності був ширший – 1,18-1,31 г/см³. Щільність будови

чорнозему при утриманні перелогу була гомогенною і збільшувалася із глибиною ґрунту із 1,09 г/см³ у верхньому 0–10 см до 1,19 г/см³ у 30–40 см шарі ґрунту (табл. 3.4).

Довгострокове застосування органічної системи удобрення сприяло зростанню рівня загальної шпаруватості до значень 54–55 %, а співвідношення об'єму шпарин зайнятих вологою до об'єму шпарин зайнятих повітрям у 0–20 см шарі чорнозему становили 0,81 до 1, що в 1,32 рази вище у порівнянні з інтенсивною системою удобрення та пов'язано з якісними змінами структурного стану за рахунок зростання умісту агрономічно цінних агрегатів та найбільш цінних структурних окремоостей розміром 2–5 мм.

В шарі ґрунту 30–40 см значення загальної шпаруватості зростало за органічної системи удобрення у напрямку утримання перелогу, а співвідношення категорій шпарин зайнятих вологою і повітрям було у межах 0,80–0,88 до 1.

Таблиця 3.4. – Довгостроковий вплив систем удобрення на агрофізичний стан чорнозему реградованого малогумусного середньосуглинкового

Глибина, см	Щільність будови, г/см ³	Загальна шпаруватість, об%	Об'єм шпарин, об%:		Співвідношення, А до В
			з вологою, А	з повітрям, В	
Інтенсивна система удобрення					
0–20	1,25	53,0	20,0	33,0	0,61 до 1
Органічна система удобрення					
0–20	1,19	55,0	26,0	31,0	0,85 до 1
Переліг					
0–20	1,11	58,0	23,0	35,0	0,64 до 1
НІР _{0,05}	0,03	2,0			

За Н.А. Качинським оцінка загальної шпаруватості за інтенсивної системи удобрення була в задовільному стані, а систематичне застосування органічної системи удобрення наблизило рівень загальної шпаруватості до культурного стану.

3.2. Мікроагрегатний склад та потенційна здатність до оструктурування

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.

Дослідження гранулометричного і мікроагрегатного складу дають можливість визначити потенційну здатність ґрунту до оструктурення під впливом різного використання. Для цього проф. *Н.А. Качинським* було введено такий показник, як фактор дисперсності ґрунту

$$\Phi_D = \frac{\text{мул } MA}{\text{мул } GA} \times 100$$

НУБІП України

Таблиця 3.2.1

Гранулометричний і мікроагрегатний склад та потенційна здатність до оструктурення чорнозему реградованого

Варіант використання	Шар ґрунту, см	Фракції, мм і їх уміст, %						Фактор дисперсності за Качинським	Ступінь агрегованості за Бейвером, %
		1,0–0,25 (крупний пісок)	0,25–0,05 (дрібний пісок)	0,05–0,01 (крупний пил)	0,01–0,005 (середній пил)	0,005–0,001 (дрібний пил)	менше 0,001 (мул)		
Інтенсивна	10–20	<u>0,22</u> 2,97	<u>19,7</u> 39,4	<u>43,9</u> 52,2	<u>7,92</u> 1,89	<u>11,62</u> 1,68	<u>17,12</u> 2,26	13,5	53,2
	30–40	<u>0,72</u> 3,69	<u>22,3</u> 41,2	<u>42,2</u> 45,9	<u>14,6</u> 4,97	<u>7,04</u> 2,72	<u>14,8</u> 1,48	10,1	49,3
Органічна	10–20	<u>0,23</u> 4,67	<u>19,7</u> 40,6	<u>43,9</u> 46,4	<u>7,92</u> 4,37	<u>11,8</u> 2,72	<u>17,3*</u> 1,23**	7,40	56,7
	30–40	<u>0,72</u> 3,88	<u>22,2</u> 42,7	<u>42,1</u> 47,2	<u>14,7</u> 3,33	<u>7,03</u> 1,41	<u>14,8</u> 1,02	7,20	51,2
	10–20	<u>0,23</u> 5,06	<u>19,3</u> 50,6	<u>43,5</u> 38,6	<u>7,92</u> 2,72	<u>11,8</u> 1,52	<u>17,2</u> 1,22	7,03	64,7
	30–40	<u>0,72</u> 10,5	<u>22,2</u> 38,6	<u>42,1</u> 48,5	<u>14,7</u> 1,06	<u>7,04</u> 1,06	<u>14,8</u> 0,85	5,70	53,2

* – дані гранулометричного аналізу: ** – дані мікроагрегатного аналізу

НУБІП України

В наших дослідженнях найменший ступінь дисперсності був на варіанті із використанням ґрунту під переліг і складав в шарі 10–20 см – 7,03, а в шарі 30–40 см – 5,7, що характеризується, як відмінна мікроагрегованість ґрунтової маси (табл. 3.2.1). Із оброблюваних ґрунтів краще мікроагрегований ґрунт за фактором дисперсності (Φ_d) був на варіанті із застосуванням органічної системи удобрення і складав по шарах ґрунту відповідно 7,4 і 7,2. Застосування інтенсивної системи удобрення, переважно мінеральними добривами, у меншій мірі сприяло утримуванию мікроагрегованості чорнозему реградованого, так у верхньому 10–20 см шарі Φ_d складав 13,5, у нижньому 30–40 см – 10,1.

Відомо, що у мікроагрегованості ґрунтів активну участь беруть не тільки фракція мулу, а й фракція дрібного пилу (А.Ф. Вадюніна, 1986), особливо за достатнього вмісту гумусових речовин та полівалентних катіонів. У зв'язку із цим проф. Н.Н. Нікольський ввів показник ступінь залучення різних механічних елементів у мікроагрегати за даними гранулометричними та мікроагрегатними аналізів, який розраховується за формулою. Наші розрахунки по ступеню залучення механічних елементів у мікроагрегати за різного використання чорнозему реградованого показали наступне, що найбільшу участь у структуроутворенні приймала фракція мулу. Так, за органічної системи удобрення 92,7% мулу було залучено у мікроагрегати, фракція дрібного пилу була залучена у мікроагрегати на 76,7%, фракція середнього пилу лише на 44,7%.

За інтенсивної технології удобрення мул був залучений на 86,6%, дрібний та середній пил відповідно на 76,3–54,1%. Багаторічне використання чорнозему реградованого під переліг сприяло поліпшенню агрегації різних механічних елементів у структурні окремість, при цьому фракція мулу була залучена на 93,0%, дрібного пилу на 87,1%, середнього пилу на 65,8%.

На нашу думку поліпшення структуроутворення на перелозі викликає не тільки зменшення інтенсивного навантаження на ґрунти, як добривами, так і ґрунтообробної техніки, а й хорошим травостаном бобово-злакового різнотравного складу, що створює передумови накопичення новоутвореного гумусу за рахунок відмираючих корневих систем, а також їх прижиттєвої дії шляхом виділення, так званих, «муцгедів», що зумовлюють склеєння (адгезію) механічних елементів у мікроагрегати.

Отже, як показують наші дослідження середньосуглинковий гранулометричний склад має непогану потенційну здатність до оструктурення, особливо за рахунок фракції мулу та дрібного пілу. Аналіз утворення структурних агрегатів і більш крупних мікроагрегатів понад 0,05мм за показником Бейвера свідчить, що оброблювані ґрунти мають середню здатність до оструктурювання (це викликано чималим вмістом фракції дрібного піску) за гранулометричного складу. На варіанті із перелогом тенденція підвищення більш крупних мікроагрегатів викликана більшим вмістом гумусу, особливо у поверхневих шарах чорнозему реградованого.

3.3. Структурно-агрегатний склад

Відомо, що структура ґрунту утворюється у чорноземних ґрунтах суглинкового гранулометричного складу за ланцюжком: механічний елемент – мікроагрегат – макроагрегат. Щоб ретельно дослідити вплив структури на агрофізичні властивості ми й провели дослідження за цією схемою. Дві перші складові цієї схеми ми вже охарактеризували, а стосовно макроагрегатів структури ґрунту хочемо нагадати її екологічне і біологічне значення.

Серед перелічених показників найбільш стабільним вважається вміст водотривких агрегатів. Цей показник найменше схильний до динаміки як в межах одного сезону, так і за роками. Параметри водотривкості ґрунту слабо

піддаються впливу агрофону чи випадкових факторів, таких як несвочасно проведений обробток ґрунту, ущільнення механізмами тощо.

Наші дослідження структурного складу 0–10 см шару чорнозему реградованого за різного використання показали, що застосування органічної системи удобрення протягом декількох років позитивно впливало на структурний склад ґрунту. Вміст брилистих агрегатів понад 10 мм становив 12,7%, розпилена фракція менше 0,25 см знаходилась на рівні 15,6%, а вміст агрономічно-цінних агрегатів – 71,7% (рис. 4). Якщо детальніше аналізувати всі фракції, то найбільший вміст був так званої зернистої фракції, розміром 5–3 мм – 9,95%, 3–2 мм – 8,75% і дрібнозернистої фракції 2–1 мм становив 19,5%. Як бачимо, найбільш цінні фракції з точки зору поглинання і збереження ґрунтової вологи і за розмірами найбільш стійкі до ерозійних і дефляційних процесів склали в цілому 38,2%.

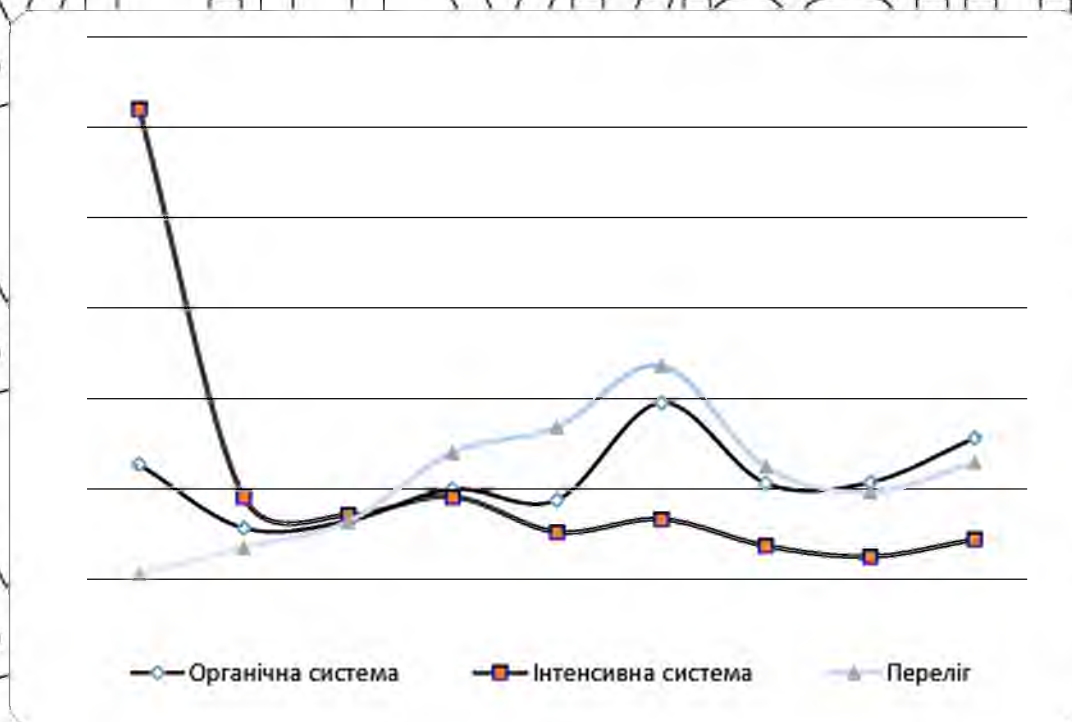


Рис. 4. Вміст сухих агрегатів чорнозему реградованого у шарі 0–10 см за різного використання

Стосовно застосування інтенсивної системи із внесенням мінеральних добрив під оранку, то її дія була наступною: занадто високим був вміст брилястої фракції – 52%. Вміст розпиленої фракції був суттєво невеликим – 4,37%, відповідно вміст агрономічно-цінних агрегатів складав

– 43,6%. Ретельний аналіз агрономічно-цінних фракцій показав, що у відсотковому відношенні переважали більш крупні фракції розміром 10–7 см, які становили 10,7%, 7–5 см – 7,09%, 5–3 см – 9,10%. Ймовірно це викликано мабуть диспергуючою дією мінеральних добрив на зернисті агрегати, які розпались на більш дрібніші фракції, а потім їх злитизація під

дією дощу, а переважно сільськогосподарської техніки після чого відвальний обробіток спричинює утворення брилястих екземплярів.

Найбільш оструктуреним був верхній 0–10 см шар чорнозему реградованого під багаторічним перелогом. В зразках цього ґрунту практично відсутні були фракції понад 1 мм. Розпилена фракція менше 0,25 мм становила 12,9%, а вміст агрономічно-цінних агрегатів складав 86,7% і оцінюється, як відмінний структурний стан. Найбільший вміст при цьому складала зернисті фракції 5–3 мм – 14,0%, 3–2 мм – 16,8% і 2–1 мм – 26,3%.

Таку оструктуреність ми пояснюємо добре розвинутою кореневою системою трав'янистих рослин бобово-злакових асоціацій і відсутністю техногенного навантаження на поверхню ґрунту.

Структурно-агрегатний склад інших шарів ґрунту чорнозему реградованого за різного використання представлений у таблиці 3.3.1

Аналіз таблиці підтверджує суттєвий вміст брилястої фракції за інтенсивної технології удобрення, хоча відсоток її із глибиною помітно зменшується. Стосовно органічної системи удобрення із глибиною помітно зменшується вміст пилу із 15,6% у 0–10 см до 6,69–4,04% у нижчих шарах. Вміст агрономічно-цінних агрегатів сухого розсіву за шкалою професорів

П.У. Бахтіна і В.І. Савінова (1966) за органічної системи удобрення був

переважно добрий в межах 60–80%, за інтенсивної у верхніх шарах задовільний, у нижніх – добрий.

Таблиця 3.3.1

**Структурно-агрегатний склад чорнозему реградованого
за різного використання**

Шар ґрунту, см	Кількість сухих агрегатів, розмір, мм; вміст – %			K _{стр}	Оцінка
	> 10 (брили)	10–0,25 (агрономічно- цінна структура)	< 0,25 (пил)		
Органічна					
0–10	12,9	71,9	15,8	2,47	Добрий
10–20	21,6	71,7	6,67	2,58	Добрий
20–30	16,4	78,2	5,82	3,52	Добрий
30–40	13,7	82,7	4,04	4,73	Відмінний
Інтенсивна					
0–10	52,2	43,8	4,39	0,79	Задовільний
10–20	49,9	46,9	3,59	0,86	Задовільний
20–30	34,2	62,6	3,22	1,67	Добрий
30–40	26,8	69,4	4,22	2,27	Добрий
Переліг					
0–10	0,45	86,9	12,7	6,53	Відмінний
10–20	1,58	89,2	9,05	8,33	Відмінний
20–30	5,32	88,8	6,14	7,76	Відмінний
30–40	9,23	83,7	6,92	5,22	Відмінний

В умовах перелогу оструктуреність ґрунтів була високою по всіх шарах ґрунту і знаходилась в межах 83,9–89,3% і характеризувалась, як відмінний стан. Отже, можна зробити такий висновок, що органічна система удобрення сприяє оструктуренню ґрунту подібно як це проходить у необроблюваних природних ґрунтах.

За органічної системи удобрення найбільш цінна фракція структурних окремоостей (7-0,5мм) зростає до 65 %, грудкуватість знижується до 37,5%. Коефіцієнт структурності зростає до $K_{стр} = 1,81$, тоді як за оранки $K_{стр}$ нижчий в 1,35 рази. Структуротворення за органічної системи удобрення спрямовано у бік утримання перелогу (рис. 3.3).

Дослідження щільності будови чорнозему реградованого після застосування різних систем удобрення продовж 7 років показали, що її значення в оброблюваному шарі ґрунту не виходили за оптимальні межі і складала за органічної системи удобрення 1,19–1,21 г/см³, а за інтенсивної системи удобрення діапазон щільності був ширший – 1,18–1,31 г/см³. Щільність будови чорнозему при утриманні перелогу була гомогенною і збільшувалась із глибиною ґрунту із 1,09 г/см³ у верхньому 0–10 см до 1,19 г/см³ у 30–40 см шарі ґрунту (табл. 3.3.2).

Довгостроове застосування органічної системи удобрення сприяло зростанню рівня загальної шпаруватості до значень 54-55 %, а співвідношення об'єму шпарин зайнятих вологою до об'єму шпарин зайнятих повітрям у 0-20 см шарі чорнозему становили 0,81 до 1, що в 1,32 рази вище у порівнянні з інтенсивною системою удобрення та пов'язано з якісними змінами структурного стану за рахунок зростання умісту агрономічно цінних агрегатів та найбільш цінних структурних окремоостей розміром 2-5 мм.

В шарі ґрунту 30-40 см значення загальної шпаруватості зросло за органічної системи удобрення у напрямку утримання перелогу, а

співвідношення категорій шпарин зайнятих вологою і повітрям було у межах 0,80-0,88 до 1.

Таблиця 3.3.2 – Довгостроковий вплив систем удобрення на агрофізичний стан чорнозему реградованого малогумусного середньосуглинкового

Глибина, см	Щільність будови, г/см ³	Загальна шпарува- тість, об%	Об'єм шпарин, об%:		Співвідно- шення, А до В
			з вологою, А	з повітрям, В	
0-20	1,25	53,0	20,0	33,0	0,61 до 1
Інтенсивна система удобрення					
0-20	1,19	55,0	26,0	31,0	0,85 до 1
Органічна система удобрення					
0-20	1,11	58,0	23,0	35,0	0,64 до 1
НІР _{0,05}	0,03	2,0	-	-	-

Примітка: висхідні агрофізичні параметри чорнозему 2010 року були у межах представлених значень за інтенсивної системи удобрення.

За Н.А. Качинським оцінка загальної шпаруватості за інтенсивної системи удобрення була в задовільному стані, а систематичне застосування органічної системи удобрення наблизило рівень загальної шпаруватості до культурного стану.

Так, обмінна кислотність ($pH_{(cl)}$) в 0-20 см шарі ґрунту зросла на 112% або на 0,63 одиниці рН, що характерно і для підорного горизонту:

$\Delta pH_{(cl)} = +0,95$ відносно інтенсивної системи удобрення. Значення гідролітичної кислотності за органічної системи удобрення знизилися в 1,38-1,65 рази, що призвело до зростання суми увібраних основ на 1,0-2,80 мг-екв на 100г ґрунту.

Таблиця 3.3.3 – Гумусний та фізико-хімічний стан чорнозему реградованого залежно від системи удобрення в короткоротаційній сівозміні

Потужність, см	Запас гумусу, (т/га)	pH _(ккл)	Гідролітична кислотність (Нг) мг-екв/100г	Сума увібраних основ
*Інтенсивна система удобрення				
0-20	65,0	5,48	2,56	27,4
0-40	116	5,66	2,15	27,4
Органічна система удобрення				
0-20	75,0	6,11	1,85	30,2
0-40	131	6,39	1,55	29,4
НІР _{0,05}	13,0	0,05	0,58	1,5

Довгострокове (7-8 років) застосування органічної системи удобрення сприяло покращенню гумусного стану чорнозему реградованого. Так, уміст гумусу в 0-20 см шарі чорнозему зріс на 0,31 %, а в 30-40 см шарі ґрунту на 0,07%, що вплинуло на запаси гумусу, які зросли на 12,0 т/га і 2,0 т/га відносно інтенсивної системи удобрення. В цілому в гумусному горизонті (0-40см) уміст гумусу зріс на 0,15%, що вплинуло на запас гумусу який зріс на 15,0 т/га (табл.3.3.4.). За органічної ситеми удобрення зростає уміст лабільного гумусу, як в 0-20 см шарі чорнозему, так і в гумусному горизонті в цілому; зростання відносно інтенсивної системи удобрення становило у 1,19-1,21 рази.

Покращення агрофізичних, фізико-хімічних властивостей та гумусного стану чорнозему реградованого та прояв продуктивності

агроценозу на рівні прямої сильної залежності корелює з параметрами балансу азоту, Сорґ. та інтенсивності азото-вуглецевого обігу [6-11].

Встановлено, що баланс азоту незалежно від системи удобрення був додатнім але профіцит балансу азоту за органічної системи удобрення був у 1,78 разаменшим, а інтенсивність балансу на 9-10% меншою порівняно з інтенсивною системою удобрення. Між продуктивністю агроценозу і ємністю балансу азоту виявлено пряму сильну кореляцію ($R=+0,85\pm 0,03$): за органічної системи удобрення ємність балансу була меншою у 1,26 порівнянні з інтенсивною системою удобрення.

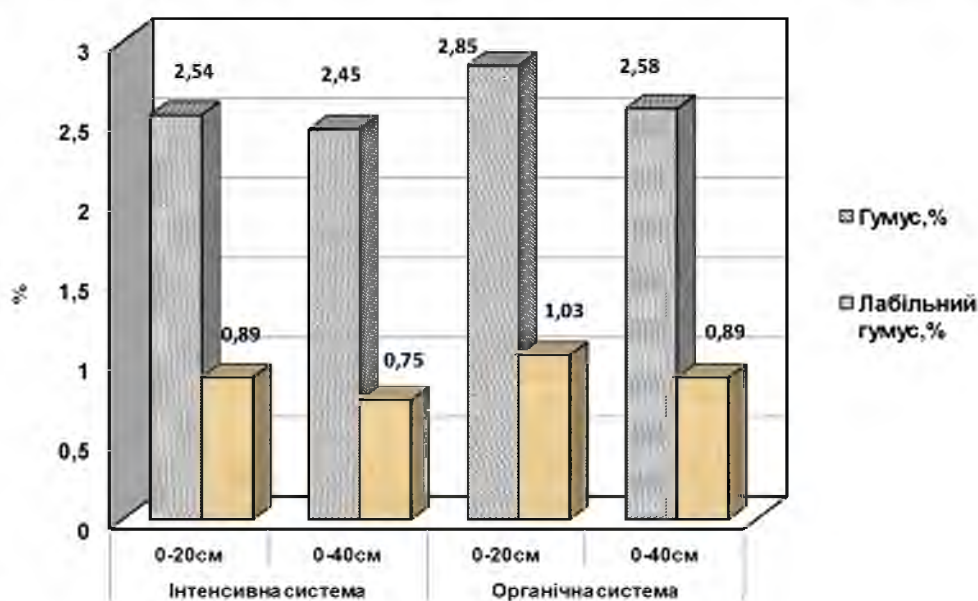


Рис. 3.3. – Уміст гумусу та його якісний склад в короткоротаційній сівозміні при застосуванні різних систем удобрення.

Врахування інтенсивності азотного циклу пов'язано зі зростанням умісту наземного вуглецю, що обумовлено зростанням умісту $C-CO_2$ у атмосфері і викликано посиленням мінералізаційних процесів у ґрунті, наслідком яких є накопичення доступного мінерального азоту у ґрунті, який стимулює продуктивність агроєкосистем та посилює продуктивність

фотосинтезу. При достатньому рівні зазначених процесів потреба у атмосферному вуглеці рослинними угрупованнями починає перевищувати ємісію ґрунтового вуглецю, а наземні еко- і агроєкосистеми перетворюються на системи-накопичувачі органічної речовини атмосфери, тоб-то взаємозв'язок вуглець-клімат стає обернено-кореляційною моделлю

]. Потепління клімату, як правило, веде до зменшення депонування С-СО₂ в агроєкосистемах, що пов'язано з зростанням інтенсивності, як продуктивного, так і деструктивного процесу: зростає швидкість розкладу органічної речовини у ґрунті, посилюється ґрунтове дихання, що

призводить до посилення чутливості продуктивності різних угруповань рослин до вологості ґрунту і температури повітря. При надмірному прояві зазначених процесів інтенсивність ґрунтового дихання починає перевищувати швидкість акумуляції С-СО₂ атмосфери рослинами, агроєкосистеми перетворюються на джерела викидів вуглекислоти та закису азоту до атмосфери.

Застосування органічної системи удобрення вплинула на параметри обігу С_{орг.}, який мав стійку тенденцію до зростання, профіцит був вищим на 109 %, що призводить до зростання інтенсивності балансу на 10-15%, але

на фоні зниження ємності балансу в 1,07-1,10 рази порівняно з інтенсивною системою удобрення. Оцінка параметру обігу С-СО₂ в агроєнозі показала, що баланс С-СО₂ за органічної системи удобрення був додатним, але ємність балансу С-СО₂ була меншою у порівнянні з інтенсивною системою удобрення на 10 тонн, що свідчить про стоковість С_{орг.} і С-СО₂ в агроєнозах

за органічної системи удобрення. За органічної системи удобрення співвідношення С_{орг.} до N_в агроєнозі становив 27-30 до 1, тоді як при інтенсивній системі 22-23 до 1. У першому випадку переважають процеси закріплення С_{орг.} в ґрунті, накопичення гумусу, а, в другому, посилення мінералізації гумусу.

Враховуючи стаї параметрів балансу азоту, С_{орг.} і С-СО₂ знаходить пояснення зниження продуктивності 5-ти пільної зерно-

просапної сівозміни за виходом к.о і к.п.о : зменшення виходу складало 1,24 т/га і 1,10 т/га відповідно.

3.4. Щільність складення ґрунту

Сучасні узагальнення Д.Г. Тихоненко з співавторами досліджень про фізичні основи родючості ґрунтів свідчать про їхню актуальність у генетичному, екологічному та агрономічному аспектах. Щільність будови чорноземів типових на рівні з структурно-агрегатним станом є основними параметрами, що визначають агрофізичні властивості і режимні процеси в чорноземах, які суттєво впливають на продуктивність сільськогосподарських культур в агроценозах сівозмін. Якщо на ранніх етапах дослідження були спрямовані на виявлення оптимальних параметрів щільності будови, то на сучасному етапі досліджень наука перейшла до пошуку шляхів регулювання цього важливого параметру [5].

Починаючи з робіт І.Б. Рєвута, сформувалася думка про те, що оптимальний фізичний ґрунтовий параметр – це динамічна величина, під якою необхідно розуміти не константу, а певний діапазон значень та властивостей ґрунту. Будова ґрунту визначається розміщенням у просторі ґрунтових часток і структурних окремостей та конфігурацією шпаруватого середовища. За І.В. Кузнецовим оптимальною щільністю будови ґрунту можна вважати таку, яка відповідає стану, коли характер розподілу ґрунтових шпарин за розміром забезпечує оптимальні параметри життя культурних рослин та мікроорганізмів. Під диференціальною шпаруватістю ґрунтів, поняття якої було введено Долгов С.П., розуміється детальна характеристика шпаруватості ґрунту при розділенні її на об'єми, що відповідають агрегатному та міжагрегатному просторам.

Визначення перелічених характеристик самих по собі дає цінний матеріал для висновків про фізичний стан ґрунту, а їх сукупний аналіз дозволяє зробити практичні та прогностичні рекомендації при розробці та

застосуванні різних заходів та систем обробітку ґрунту. За верхню межу оптимальної щільності прийнято вважати щільність, при якій у ґрунті за вологості, що відповідає повній вологоємності (НПВ), уміст повітря буде не менше 15 %, а за нижню – щільність, при якій у ґрунті уміст повітря за насичення до ПВ не буде перевищувати 20 %. При оптимальній щільності будови ґрунту і при вологості, що відповідає НПВ, співвідношення повітря до продуктивної вологи повинно складати 1 до 1 або 1,5 до 1 на користь шпарин, які зайняті вологою. За думкою багатьох дослідників будова ґрунту регулюється в основному агротехнічними заходами і, у першу чергу, способом обробітку ґрунту.

Вивчення впливу різних систем удобрення на залежність щільності будови від польової вологості показало (табл.3.4.1), що нормовані параметри цих показників знаходилися у межах оптимальних значень. Так, за інтенсивної системи удобрення середнє значення щільності будови було у межах 1,22-1,22 г/см³. Інтервальний розмах щільності будови змінювався від 1,34-1,37 г/см³ до 1,12-1,13 г/см³. Значення щільності будови за медіаною були на рівні середнього значення, а типовий інтервал значень щільності змінювався від 1,25-1,26 г/см³ до 1,18-1,19 г/см³. Коефіцієнт варіації щільності будови становив 4,39-4,77 %. Польова вологість змінювалася в інтервалі від 13,2-13,4 % до 14,0-14,5 % за середнім значенням і значенням за медіаною. Інтервальні значення польової вологості було більш широким: від 4,5-4,7 % до 23,1-23,3 %, а типові інтервальні значення становили 9,9-10,3 % та 17,2-18,56 %.

За маловитратної системи удобрення інтервальний розмах щільності у 0-30 см шарі ґрунту становив 0,26 г/см³, а в 0-40 см шарі ґрунту 0,15 г/см³, що в 1,6 рази менше. Типовий інтервал значень щільності будови в 0-20 см шарі ґрунту був подібним до інтенсивної системи удобрення з розмахом 0,07 г/см³. Середнє значення польової вологості відповідало значенню за медіаною, а амплітудний розмах в 0-30 см шарі ґрунту за максимальним

значенням мав тенденцію до зниження. У 0-40 см шарі ґрунту амплітудний розмах становив 5,5-25,4 %, що суттєво вище порівняно з інтенсивною системою удобрення. Типовий інтервал значення польової вологості становив від 10,4-11,4 % до 16,9-18,8 %.

За органічної системи удобрення щільність будови за середнім та медіанним значенням була на рівні значень за інтенсивної та маловитратної систем удобрення. Амплітудний розмах становив 0,14-0,16 г/см³, що нижче порівняно з інтенсивною системою удобрення в 1,37-1,71 рази за більш

низьких значень щільності будови за максимальним та вищих значень за

мінімальним значенням. Нормований розмах щільності будови змінювався в інтервалі значень характерних для попередніх варіантів удобрення. Середнє та медіанне значення польової вологості за органічної системи

удобрення було вищим порівняно з інтенсивною системою: 14,0-14,6 % (0-

30 см) та 15,1-15,5 % (0-40 см). Тенденція до зростання інтервальної

значень польової вологості порівняно з інтенсивною системою не встановлена.

Якщо за інтенсивної системи удобрення значення щільності будови

більшою мірою тяжіло до верхніх типових значень щільності, то за

маловитратної та органічної систем удобрення значення щільності більшою

мірою схилилися до нижнього типового значення щільності, що свідчить

про стійку тенденцію до розуцільнення як 0-30 см так і 0-40 см шару чорнозему.

Про стабілізацію щільності будови гумусного горизонту чорнозему

свідчить зниження коефіцієнтів варіації щільності за органічної системи

удобрення: 4,39-4,77 % проти 3,27-3,51 %. Аналогічна закономірність

характерна для польової вологості гумусного горизонту.

Досліджено вплив різних систем обробітку ґрунту на щільність

будови і польову вологість 0-30 см шару чорнозему. Встановлено, що

середня щільність будови, незалежно від способу обробітку, була

однаковою, але амплітудний розмах щільності за оранки був ширшим в 1,75 рази порівняно з чизельним обробітком. Щільність будови 0-30 см шару чорнозему за медіаною була вищою на $0,03 \text{ г/см}^3$, а типизований розмах щільності був однаковим незалежно від способу обробітку чорнозему за її зростання за чизельного обробітку як за верхнім, так і нижнім типовим значенням на $0,02 \text{ г/см}^3$. Коефіцієнт варіації щільності будови за оранки був вищим порівняно з чизельним обробітком в 1,85 рази.

За допомогою факторного аналізу є можливість сконцентрувати висхідну інформацію про польову вологість і щільність будови, виражаючи ознаки через внутрішні характеристики або фактори та факторні навантаження через значення кореляції кожної з висхідних ознак з будь-яким виявленим фактором. Чим тісніший зв'язок даної ознаки з фактором, тим вище значення факторного навантаження. Виявлено, що у цілому за інтенсивної, маловитратної та органічної систем удобрення коефіцієнт кореляції польової вологості з головним фактором (Φ_1) в 0-30 см та 0-40 см шарі чорнозему були прямими на рівні сильної кореляції: $R=0,94-0,95 \pm 0,02$; $R^2=0,88-0,90$, тоді як щільність будови мала обернений кореляційний зв'язок з Φ_1 у шарі ґрунту 0-30 см ($R=0,70 \pm 0,03$; $R^2=0,49$), а щільність в 0-40 см шарі ґрунту мала достовірний прямий сильний зв'язок з Φ_2 . За інтенсивної та органічної систем удобрення польова вологість і щільність будови корелювали на рівні сильної кореляції з Φ_1 , але польова вологість мала позитивну кореляцію, а щільність – обернену, що свідчить про функціональний зв'язок між показниками і факторами навантаження. За маловитратної системи удобрення факторне навантаження з польовою вологістю формується відносно Φ_1 ($R=0,89-0,93$), тоді як за щільністю будови факторне навантаження у горизонті 0-30 см пов'язується з Φ_1 , а у гумусному горизонті з Φ_2 на рівні прямої сильної кореляції.

Таблиця 3.4.2 – Вплив системи удобрення на зміну щільності будови від польової вологості в гумусному горизонті чорнозему опідзеленому сильнореградованого

Потужність шару ґрунту, см	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції,	Коефіцієнт детермінації,
Інтенсивна система удобрення			
Маловитратна система удобрення			
Органічна система удобрення			

Розрахунок кореляційної залежності між щільністю будови і польовою вологістю у гумусному горизонті за різних систем удобрення показав, що існує обернена сильна кореляція між зазначеними параметрами.

Розрахунки показали, що в межах інтенсивної, маловитратної та органічної систем удобрення між щільністю будови та польовою вологістю в 0-20 см та 0-40 см шарах ґрунту виявлено обернену пряму кореляцію ($R=0,76-0,79 \pm 0,02$; $R^2=0,58-0,62$), а на одиницю зростання щільності будови приходилося зниження вологості ґрунту: 0,014-0,015 %. За інтенсивної та маловитратної систем удобрення на одиницю зростання щільності будови

приходилося аналогічне зниження польової вологості як і в загальній моделі

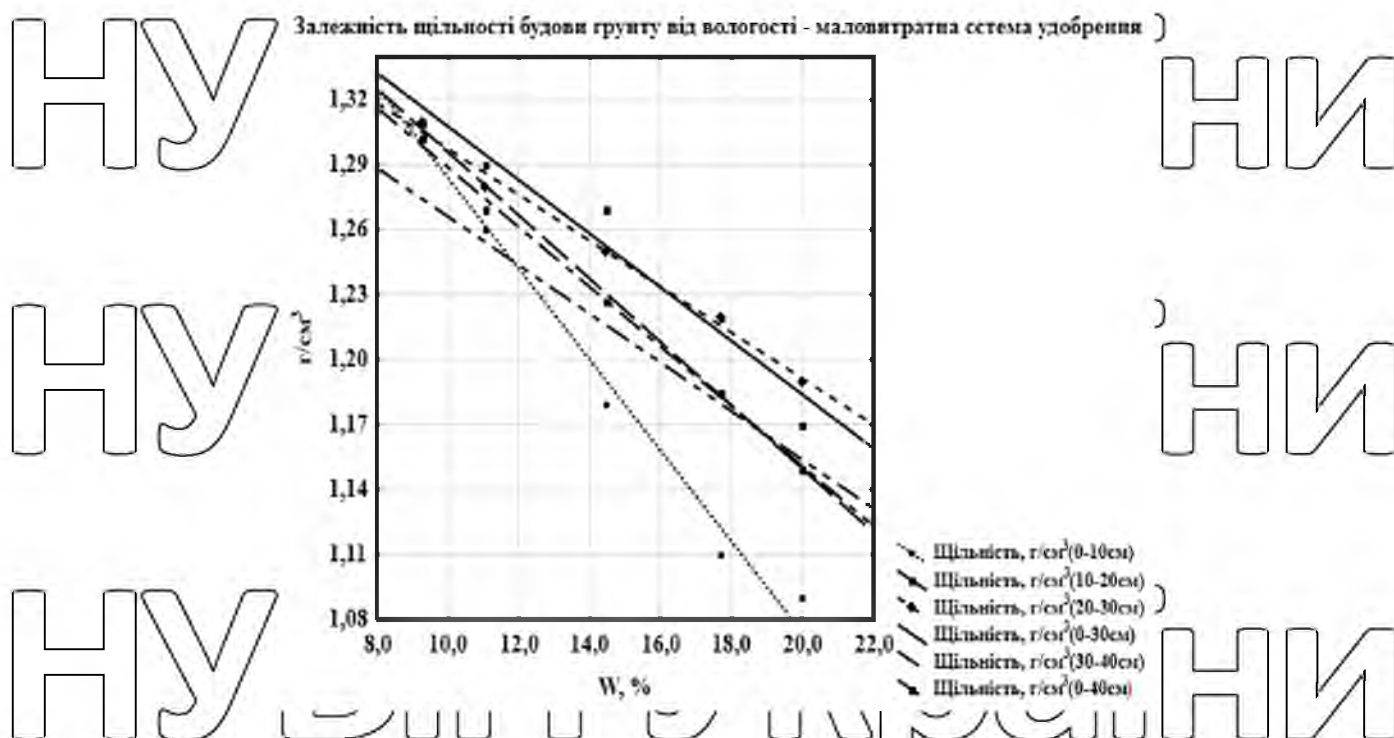
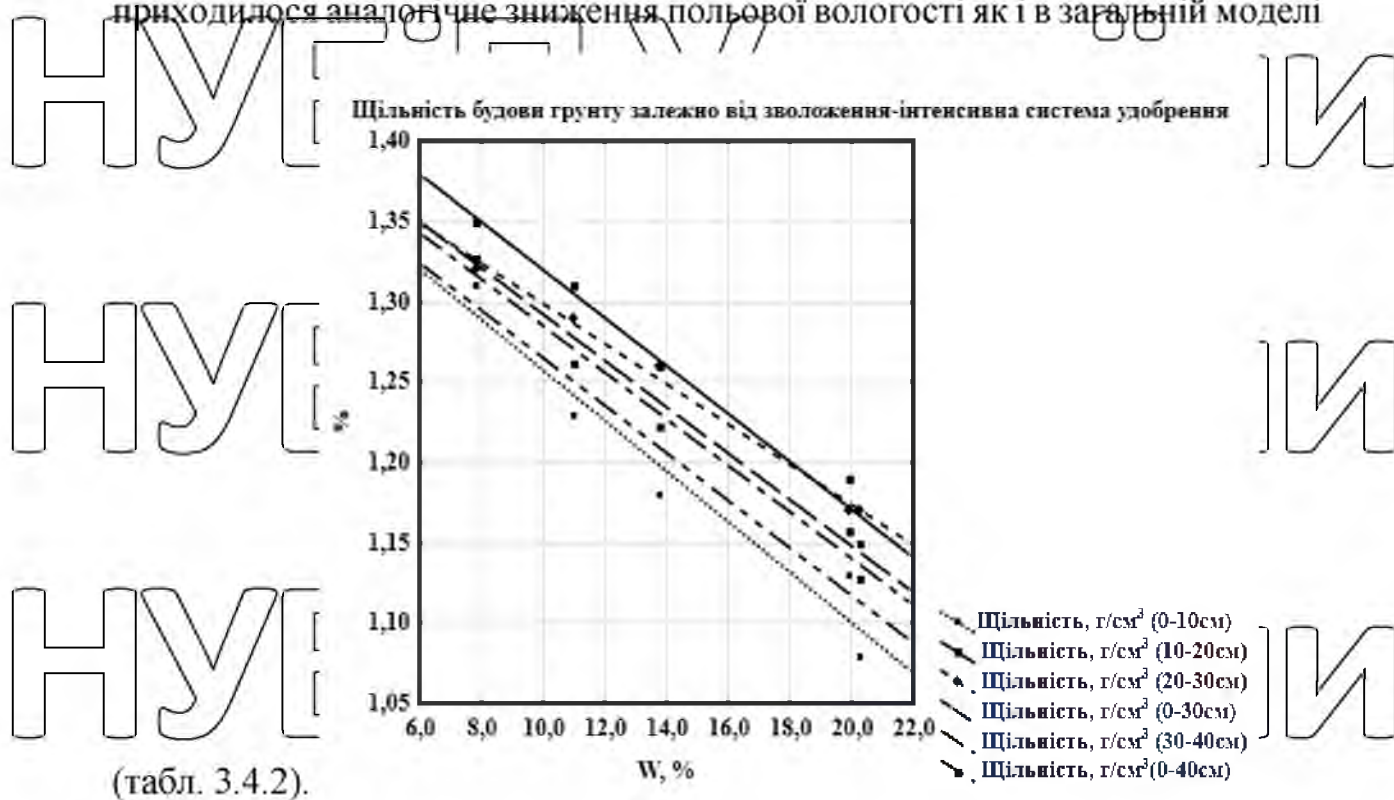


Рис. 3.4.1 Залежність щільності будови від польової вологості за різних систем удобрення: А – інтенсивна система удобрення; В – маловитратна система удобрення.

НУБІП України

Залежність щільності будови ґрунту від вологості - органічна система удобрення

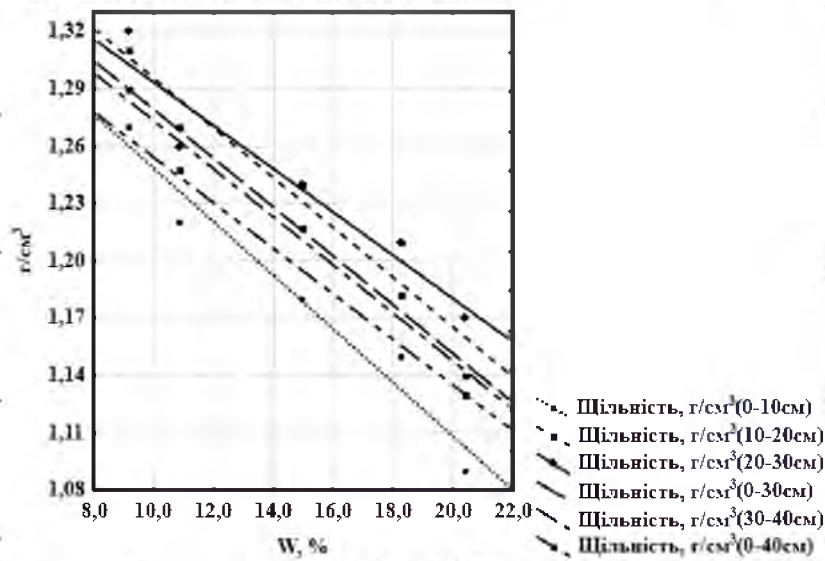


Рис. 3.4.2) Залежність щільності будови від польової вологості за різних систем удобрення: Г – органічна система удобрення; С – загальна модель

Таблиця 3.4.1 – Вплив системи обробітку на зміну щільності будови від польової вологості в гумусному горизонті чорнозему опідзоленному сильнорекреданного

Потужність шару ґрунту, см	Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції,	Коефіцієнт детермінації,
	Оранка		
	Чизельний обробіток		
	Загальна модель		

За органічної системи удобрення на одиницю зростання щільності будови 0-30 та 0-40 см шару чорнозему приходилося 0,013 % зниження польової вологості, що менш посилено в 1,08-1,2 рази порівняно з

інтенсивною системою удобрення за дещо нижчих значень вільного члена рівнянь залежності щільності будови від польової вологості.

За органічної системи удобрення на одиницю зростання щільності будови 0-30 та 0-40 см шару чорнозему приходилося 0,013 % зниження польової вологості, що менш посилено в 1,08-1,2 рази порівняно з

інтенсивною системою удобрення за дещо нижчих значень вільного члена рівнянь залежності щільності будови від польової вологості.

У верхній частині гумусового горизонту (0-20см) виявлено стійку тенденцію до розущільнення за органічної системи удобрення при зниженні

вологості ґрунту. Коефіцієнт регресії при змінній досягає значення - 0,014%, а вільний член рівняння досягає значення - 1,41 проти 1,46-1,45 за інтенсивної та маловитратної системи удобрення. Суттєво змінюється залежність щільності будови від польової вологості в шарі ґрунту 30-40 см.

За інтенсивної системи удобрення на одиницю зростання щільності будови відбувається зниження вологості на -0,016%, а за маловитратної і органічної системи удобрення на 0,011-0,012%. Вільний член рівняння залежності щільності від вологості за маловитратної системи становив 1,37-1,38 проти 1,42 за інтенсивної системи удобрення.

Перепад польової вологості за інтенсивної системи удобрення за верхнім і нижнім децилем становив 10,4-11,2%, за маловитратної системи удобрення - 8,0-10,7%, а за органічної системи - 8,7-10,5%.

За верхнім і нижнім децелями польова вологість мала тенденцію до зростання від інтенсивної до органічної системи удобрення, при цьому щільність будови в 0-20 см шарі чорнозему мала тенденцію до зниження. Вплив способу обробітку на перепад польової вологості в інтервалі від верхнього до нижнього децилю за оранки становив 13,3-13,6 %, а за чизельного обробітку 11,7-13,5 % за більш високих значень польової вологості за оранки, які мали тенденцію до зростання.

Статистичний аналіз щільності будови показує, що за інтенсивної системи удобрення дисперсія в 1,67-2,13 рази вища за дисперсію у вибірці за органічної системи удобрення.

Стандартне відхилення за інтенсивної системи удобрення було вищим в 1,38-1,50 рази порівняно з органічною системою удобрення.

Коефіцієнт варіації щільності будови мав тенденцію до зниження від інтенсивної до органічної системи удобрення, але незалежно від системи удобрення був меншим за 5 %, що є слабким рівнем.

Статистичний аналіз щільності будови показує, що за інтенсивної системи удобрення дисперсія в 1,67-2,13 рази вища за дисперсію у вибірці за органічної системи удобрення.

Стандартне відхилення за інтенсивної системи удобрення було вищим в 1,38-1,50 рази порівняно з органічною системою удобрення. Коефіцієнт

варіації щільності будови мав тенденцію до зниження від інтенсивної до органічної системи удобрення, але незалежно від системи удобрення був меншим за 5 %, що є слабким рівнем. Спосіб обробітку ґрунту сприяв посиленню дисперсії щільності будови, яка зростала за чизельного

обробітку. Аналогічно зростало стандартне відхилення. Коефіцієнт варіації незалежно від способу обробітку перевищував 10 %, що є середнім рівнем.

Аналіз коефіцієнту асиметрії, як показник ексцесивності розподілу щільності будови показав про відхилення розподілу параметра від нормального.

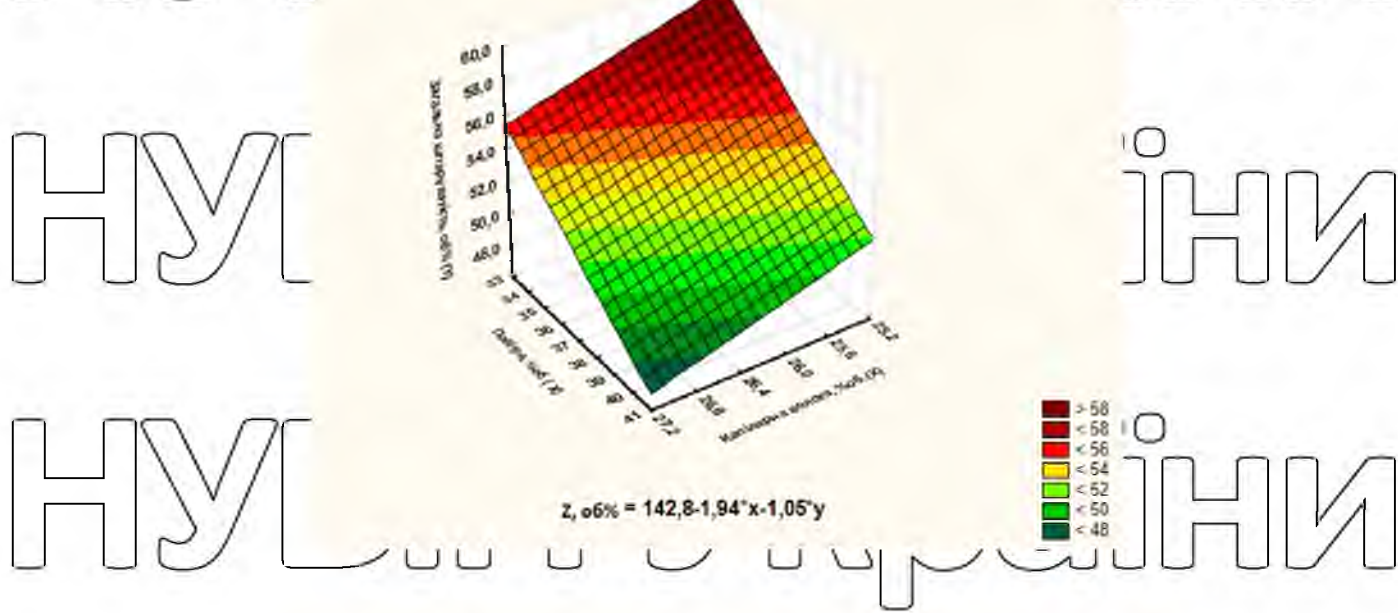
Так, за інтенсивної та маловитратної систем удобрення коефіцієнт асиметрії в 0-20 см шарі чорнозему мав від'ємний знак, а в 0-40 см шарі ґрунту додатній, що свідчить про схильність нормального розподілу до більш високих значень щільності (0-20 см) і схильність до нормального розподілу в 0-40 см шарі чорнозему.

Аналіз диференціальної шпаруватості за різних систем удобрення показав (рис.3.1.2-3), що за інтенсивної системи удобрення на одиницю зростання загальної шпаруватості відбувається 1,05 одиниці зменшення

об'єму капілярної вологи, а на одиницю зменшення загальної шпаруватості зростає на 1,94 одиниці об'єм шпарин зайнятих повітрям. За маловитратної системи удобрення зростання загальної шпаруватості супроводжується зростанням об'єму капілярних пор зайнятих вологою і зниженням об'єму шпарин зайнятих повітрям.

НУБІП УКРАЇНИ

Інтенсивна система удобрення



НУБІП УКРАЇНИ

Органічна система удобрення

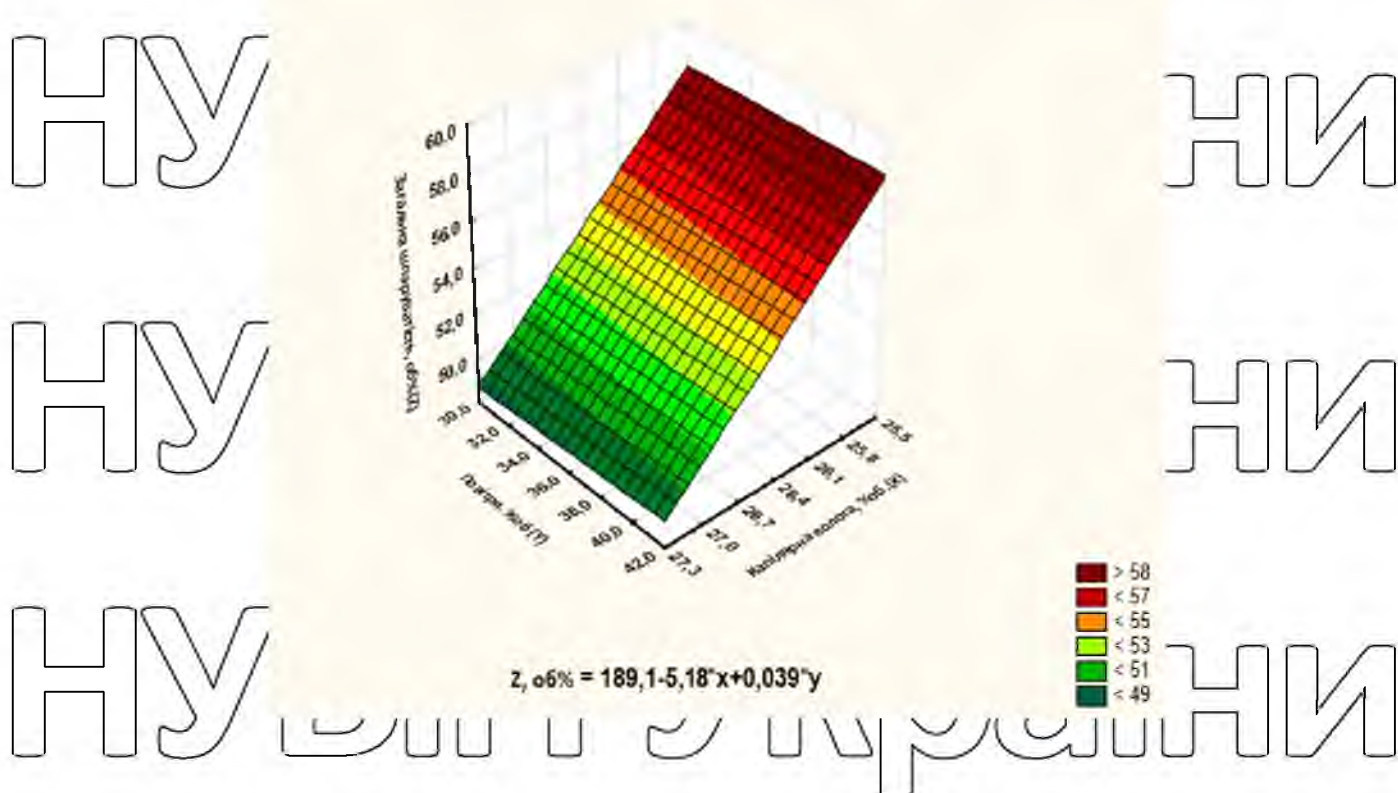


Рис. 3.1.3 – Залежність диференційної шпаруватості від капілярної вологості та об'єму шпарин зайнятих повітря залежно від системи удобрення ґрунту

В умовах органічної системи удобрення зростання загальної шпаруватості супроводжується зниженням об'єму пор зайнятих капілярною вологою і меншою мірою наростанням об'єму шпарин зайнятих повітрям.

Зниження об'єму шпарин зайнятих повітрям при переході від інтенсивної системи удобрення до маловитратної відбувається у 2,3 рази менш інтенсивно, а подальший перехід до органічної системи удобрення сприяє наростанню об'єму шпарин аерації у співвідношенні зі зниженням об'єму капілярної вологи як 1,33 до 1 на користь капілярних шпарин зайнятих вологою. За оранки це співвідношення становило 1,85 до 1, а за маловитратної системи – 5,8 до 1.

Вплив способу обробітку на формування диференціальної шпаруватості в 0-30 см шарі чорнозему мав певні особливості. Так, за систематичної оранки на одиницю зростання загальної шпаруватості відбувається зниження об'єму шпарин з капілярною вологою і шпарин зайнятих повітрям у співвідношенні 1,7 до 1, а за чизельного обробітку 0,25 до 1. За чизельного обробітку відбувається стабілізація об'єму пор зайнятих капілярною вологою з одночасним забезпеченням достатньої кількості об'єму шпарин зайнятих повітрям (рис. 3.1.2-3).

На основі проведення агрофізичного, фізико-хімічного обґрунтування та балансових розрахунків доказана ефективність органічної системи удобрення в агрогенезі 5-ти пільної зерно-просапної сівозміни з насиченням зерно-бобовими культурами до 40% та використання побічної продукції на відтворення родючості та посилення агрогенезу чорнозему реградованого центральної частини Лісостепу України, як базової основи органічного виробництва.

Систематичне застосування органічної системи удобрення в коротротажній зерно-просапній сівозміні з використанням побічної продукції у якості органічних добрив сприяє підвищенню точок обмінної нейтральності і зниженню ненасиченості основами оброблюваного шару чорнозему реградованого, а посилення мікроагрегування та оструктурення обумовлено наближенням потенційної кислотності до ізоелектричного стану ґрунтових колоїдів, що є ознакою процесу біологізації та моделюванням природного ґрунтоутворення в агроценозах центральної частини Лісостепу України.

За органічної системи удобрення зниження продуктивності агроценозу пов'язано зі зменшенням ємності балансу азоту, що свідчить про зниження інтенсивності його обігу в агроценозі: переважають процеси посилення гуміфікації побічної продукції і утворення прогумусових речовин, які супроводжуються інтенсифікацією залучення CO_2 атмосфери до формування загальної фітомаси урожаю, а агроценоз перетворюється на стокову систему, яку можна охарактеризувати як базова система для органічного виробництва продукції рослинництва.

Розроблена система органічної удобрення культур в 5-ти пільній зерно-просапній сівозміні дає можливість, не застосовуючи органічних добрив та багаторічних трав, а використовуючи побічну продукцію рослинництва з насичення сівозміни бобовими культурами до 30-40 %, застосовуючи азотфіксуючі та фосфатмобілізуючі препарати, забезпечити виробництво органічно чистої продукції з одночасним відтворенням родючості і відтворенням природної моделі агрогенезу чорнозему центральної частини Лісостепу України.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4. АГРОЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

У таблиці 4.1 показано розрахунок економічної ефективності вирощування культур у 5-пільній сівозміні за органічної системи удобрення

Собівартість 1 т зерна пшениці озимої році становила 1,75 тис. грн. за рентабельності виробництва 223 %. У середньому собівартість 1 т зерна склала 1,58 тис. грн. за рентабельності 216 %.

Порівняно з інтенсивною системою собівартість була нижчою в 1,32-1,40 раз, а рентабельність була вищою в 1,53-1,77 рази. За органічної системи удобрення собівартість 1 т зерна кукурудзи становила 1,49 тис. грн.

та 1,61 тис. грн.. Відповідно рентабельність становила 193 % та 171 %, що вище порівняно з інтенсивною системою удобрення в 1,29 та 1,37 рази.

НУБІП України

Таблиця 4.1.1 – Економічна ефективність вирощування культур в 5-ти пільній сітвзміні залежно від технологій вирощування

Роки	Урожайність, т/га	Загальні витрати, тис.грн.	Вартість валової продукції, тис.грн.	Чистий прибуток з 1 га, тис.грн.	Собівартість 1 т продукції, тис.грн.	Рентабельність, %
1	2	3	4	5	6	7
Озима пшениця						
Органічна система удобрення						
2022	5,04	8,87	28,72	19,85	1,75	223
2020-2022	5,51	8,50	26,89	18,39	1,58	216
Інтенсивна система удобрення(к)						
2022	5,77	13,34	32,89	19,55	2,31	146
2020-2022	5,94	12,93	29,16	16,24	2,21	125
Кукурудза						
Органічна система удобрення						
2022	7,25	10,87	31,90	21,03	1,49	193
2020-2022	6,57	10,49	28,48	17,99	1,61	171
Інтенсивна система удобрення(к)						
2022	10,9	19,18	47,83	28,65	1,76	149
2020-2022	8,56	18,81	36,76	17,96	2,35	125

1	2	3	4	5	6	7
Соя						
Органічна система удобрення						
2022	3,78	7,86	36,29	28,43	2,08	361
2020-2022	2,58	7,47	25,99	18,51	3,24	244
Інтенсивна система удобрення(к)						
2022	1,79	9,42	20,23	10,81	3,26	114
2020-2022	2,73	9,58	27,56	17,97	3,85	185
Ярий ячмінь						
Органічна система удобрення						
2022	3,68	6,74	22,82	16,08	1,83	238
2020-2022	3,34	6,34	17,37	11,03	1,94	171

Інтенсивна система удобрення(к)						
2022	4,43	8,71	27,47	18,76	1,97	215
2020-2022	4,42	8,29	22,70	14,41	1,91	172
Горох						
Органічна система удобрення						
2022	1,73	6,98	9,52	2,54	4,04	36,0
2020-2022	1,89	6,59	12,01	5,41	3,64	84,0
Інтенсивна система удобрення(к)						
2022	2,74	9,21	15,07	5,86	3,36	63,0
2020-2022	2,52	8,83	15,83	7,00	3,55	79,7

Собівартість 1 т зерна ячменю за органічної системи удобрення становила 1,83 тис. грн.. (2022 р.) та 1,94 тис. грн.. (2020-2022 рр.), що практично однаково порівняно з інтенсивною системою удобрення.

Рентабельність вирощування зерна ячменю у 2022 році була на рівні 235 %,

а за період 2020-2022 рр. – 171 %, що вище порівняно з інтенсивною

системою в 1,11 рази у 2022 році, а за період досліджень була однаковою з інтенсивною системою удобрення.

У таблиці 4.1.2 показано економічну ефективність вирощування зернових культур за органічної системи удобрення. У середньому за 2020-

2022 рр. собівартість 1 т зернових культур становила 1,54 тис. грн.. за

рентабельності 167 %, що нижче собівартості за інтенсивної системи

вирощування в 1,26 рази, а рентабельність становила 167 %, що вище

рентабельності за інтенсивної системи удобрення в 1,43 рази. Собівартість

1 т зерна сої за органічної системи вирощування становила 2,08 тис. грн.

(2022 р.) та 3,24 тис. грн.. (2020-2022 рр.), що нижче порівняно з

інтенсивною системою удобрення у 2,53 та 1,19 рази відповідно.

Таблиця 4.1.2 – Економічна ефективність різних груп культур 5-ти пільної сівозміни залежно від технологій вирощування

Технологія вирощування	Загальні витрати, тис. грн.	Вартість валової продукції, тис. грн.	Чистий прибуток з 1 га, тис. грн.	Собівартість 1 т продукції, тис. грн.	Рентабельність, %
В середньому за сівозміну					
Органічна	7,88	22,15	14,26	2,40	177,0
Інтенсивна	11,69	26,40	14,72	2,78	131,0
	± до інтенсивного обробітку				
±	-3,81	-4,25	-0,46	-0,38	+45,9
%	-32,6	-16,1	-3,00	-14,0	135,0
В середньому для зернових культур					
Органічна	7,60	21,82	14,22	1,54	167,0
Інтенсивна	12,01	26,58	14,58	1,94	117,0
	± до інтенсивного обробітку				
±	-4,41	-4,76	-0,36	-0,40	+49,9
%	-36,7	-17,9	-2,50	-21,6	143,0

Рентабельність вирощування гороху у 2022 році за органічної системи була невисокою (36%), а за 2020-2022 роки зросла до 84%, що було більш ефективно порівняно з інтенсивною системою вирощування. У середньому для бобових культур за органічної системи вирощування собівартість 1 т зерна сої і гороху становила 3,44 тис. грн., що майже на рівні інтенсивної системи удобрення. При цьому рентабельність за органічної системи удобрення становила 164%, що в 1,24 рази ефективніше порівняно з інтенсивною системою удобрення. У сівозміні середня собівартість 1 т зерна за органічної системи удобрення становила 2,40 тис. грн., що за собівартістю нижче в 1,16 рази і вище за рентабельністю в 1,35 рази порівняно з інтенсивною системою вирощування (табл. 4.1.2).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. Найменший ступінь дисперсності був на варіанті із використанням ґрунту під переліп і складав в шарі 10–20 см – 7,01, а в шарі 30–40 см – 5,6, що характеризується, як відмінна мікроагрегованість ґрунтової маси.

2. За органічної системи удобрення 92,7% мулу було залучено у мікроагрегати, фракція дрібного пилу була залучена у мікроагрегати на 76,7%, фракція середнього пилу лише на 44,7%. За інтенсивної технології удобрення мул був залучений на 86,6%, дрібний та середній пил відповідно на 76,3–54,1%.

3. Застосування органічної системи удобрення позитивно впливало на структурний склад ґрунту. Вміст брилистих агрегатів понад 10 мм становив 2,7%, розпилена фракція менше 0,25 см знаходилась на рівні 15,6%, а вміст

агрономічно-цінних агрегатів – 71,7%. Найбільший вміст був так званої зернистої фракції, розміром 5–3 мм – 9,95%, 3–2 мм – 8,75% і дрібнозернистої фракції 2–1 мм становив 19,5%.

4. Застосування інтенсивної системи із внесенням мінеральних добрив значно збільшило вміст брилястої фракції – 52%. Вміст розпиленої фракції був суттєво невеликим – 4,37%, відповідно вміст агрономічно-цінних агрегатів складав – 43,6%. Найбільш оструктуреним був верхній 0–10 см шар чорнозему реградованого під багаторічним перелогом. Найбільший вміст при цьому складала зернисті фракції 5–3 мм – 14,0%, 3–2 мм – 16,8% і 2–1 мм – 26,3%.

5. Дослідження щільності будови чорнозему реградованого після застосування у короткорогаційній сівозміні різних систем удобрення показали, що щільність оброблюваного ґрунту практично не виходила за оптимальні межі і складала за органічної системи удобрення 1,19–1,21 г/см³, за інтенсивної системи удобрення діапазон щільності був дещо ширший – 1,18–1,31 г/см³.

6. Рентабельність за органічної системи удобрення становила 164 %, що в 1,24 рази ефективніше порівняно з інтенсивною системою удобрення. У сівозміні середня собівартість 1 т зерна за органічної системи удобрення становила 2,40 тис. грн., що за собівартістю нижче в 1,16 рази і вище за рентабельністю в 1,35 рази порівняно з інтенсивною системою вирощування

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шикула М.К. Концепція біологічного землеробства на чорноземних ґрунтах // Науковий вісник НАУ, 2005.-№81.-с. 53-62.
2. Качинский Н.А. Корневая система растений в почвах подзолистого типа. / Н.А. Качинский. – М., 1925.
3. Ревут И.Б. Физика почв. / И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1964.
4. Кузнецова И.В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв. / И.В. Кузнецов. // Почвоведение. – 1979. – №3. – С.81-88.
5. Роктанен Л.С. Механическая обработка почв как фактор регулирования условий роста растений//Л.С.Роктанен. – М.; Колос,1978.–с.55-73.
6. Качинский Н.А. Структура почв. Итоги и перспективы изучения вопроса. / Н.А. Качинский. – М.: Изд. МГУ, 1963. – 100 с.
7. Медведев В.В. Оптимизация физических свойств черноземов. / В.В. Медведев . – М.: Агропомиздат, 1988. – 160с.
8. Саакян Д.Н. Контроль качества механизированных полевых работ в полеводстве. / Д.Н. Саакян. – М./Колос, 1973. – 208с.
9. Воронин А.Д. Основы физики почв. / А.Д. Воронин. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 246 с.
10. Гедройц К.К. К вопросу о почвенной структуре и сельскохозяйственном ее значении. / К.К. Гедройц. Изд. гос. ин-та опытной агрономии, 1926. – Т.4., №3. – С.117-127.
11. Бахтин П.И. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. / П.И. Бахтин. – М.: «Колос». – 1969. – 272 с.
12. Серединський С.Л. Вприв обробітку ґрунту на водотривкість структури/С.Л.Серединський// Вісник сільськогосподарської науки. – 1979. – № 6.
13. Фратин А.Г. Изменение структурно-агрегатного состояния чернозема по влиянием обработки почвы// А.Г.Фратин// Почвоведение. – 1985. – № 5.

14. Камінський В.Ф. Біологічне землеробство в умовах змін клімату // В.Ф.Камінський / Посібник Українського хлібороба.- Мін. АПК.- Інститутрослинництваім.. Юр"єва.-2017 р.- т.1.- С. 28-40.

15. Мірошніченко М.М. Чи може бути органічним землеробство без органічних добрив / М.М.Мірошніченко, В.Іваніна // Посібник Українського хлібороба.- Мін. АПК.- Інститутрослинництваім.. Юр"єва.-2017 р.- т.1.- С. 43-45.

16. Концепція органічного землеробства / за ред. С.А.Балюк, С.Д.Маклюк// Посібник Українського хлібороба.- Мін. АПК.- Інститутрослинництваім.. Юр"єва.-2017 р.- т.1.- С. 63-80.

17. Грунтозахисна біологічна система землеробства / Монографія [За ред. д. с.-г. наук, проф. М.К. Шикуди] НАУ. – Київ. – 2000. – 388 с.

18. Методы исследования физических свойств почв: М.: Агропромиздат, 1986. –416с.

19. Friedlingstein P., Cox P., Betts R.A. et al. Climate carbon cycle feedback analysis: Results from the C4MIP model intercomparison // J. Climate. 2006. V. 19. № 22. P. 3337–3353.

20. Canadell J.G., Pataki D.E., Gifford R. et al. Saturation of the terrestrial carbon sink / Eds: Canadell J.G., Pataki D.E., Pitelka L. Terrestrial ecosystems in a changing world. The IGBP Series. V. XXIV. N.Y.: Springer-Verlag, 2007. P. 59–73.

21. Sabine C.L., Heimann M., Artaxo P. et al. Current status and past trends of the global carbon cycle / Field C.B., Raupach M.R. (Eds.) SCOPE 62: The global carbon cycle. Eds. Thornton P.E., Doney S.C., Lindsay K. et al. Carbon-nitrogen interactions regulate climate-carbon cycle feedbacks: results from an atmosphere-ocean general circulation model // Biogeosciences. 2009. V. 6. P. 2099–2120.

22. Vitousek P.M., Howarth R.W. Nitrogen limitation on land and in the sea: How can it occur? // Biogeochemistry. 1991. V. 13. P. 87–115.

23. Cox P.M., Betts R.A., Jones C.D. et al. Modelling vegetation and the carbon cycle as interactive elements of the climate system / Ed. Pearce R. Meteorology at the millennium. N.Y.: Academic Press, 2001. P. 259–279.

24. Назаренко Г.В. Использование приведенного значения твердости почв в оценке податливости чернозема типичного к уплотнению. / Г.В. Назаренко. // VII съезд Всесоюзного общества почвоведов: тезы докладов делегатов. 4.1. – Ташкент, 1985.

25. Rosswall T. The nitrogen cycle / Eds: Bolin B., Cook R.B. SCOPE 21: The major biogeochemical cycles and their interactions. N.Y.: Wiley, 1983. P. 46–50.

26. Иовса А.Б. Определение некоторых фундаментальных свойств почвы при изучении эффективности почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. / А.Б. Иовса. // Тр. Повышение плодородия почв. – Киев, 1982.

27. Sokolov A.P., Kicklighter D.W., Melillo J.M. et al. Consequences of considering carbon-nitrogen interactions on the feedbacks between climate and the terrestrial carbon cycle // J. Clim. 2008. V. 21. № 15. P. 3776–3796.

28. Авксентьев А.А. Эмиссия парниковых газов (CO₂, N₂O, CH₄) чернозёма обыкновенного Каменной степи // А.А. Авксентьев / Автореферат дис. канд. биол. наук. – Воронеж. – 2011. – 20 с.

29. Кудеяров В.Н. Азотный цикл и продуцирование закиси азота // Почвоведение. 1999. № 8. С. 988–998.

30. Петренко Л.Р. Смена биологической активности чернозема типичного сильносмытого северной Лесостепи УССР под влиянием почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур: автореф. дисс...канд. с.-х. наук. – К.: УСХА, 1982. – 24 с.

31. Кузнецова И.В. К вопросу об оптимальной плотности почв с разным содержанием гумуса. / И.В. Кузнецов. // VII съезд Всесоюзного общества почвоведов: тезы докладов делегатов. 4.1. – Ташкент, 1985.

32. Шенявский А. “Минимальная”, “нулевая” и другие способы обработки почвы. / А. Шенявский. // Обзорная информация. – М., 1965.

33. 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.

34. Жуенков К.К. Об агрономическом значении плотности почв. / К.К. Жуенков. // Агрочувственные и геоботанические исследования Северо-запада СССР. – Л.: Изд. Ленинградского университета. – 1965.

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

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

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

38. 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.

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

40. 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.

41. 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.

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

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

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

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

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

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

48. Зражевский А.И. Новый прибор визначення щільності ґрунтів при вивченні умов розвитку бурякового довгоносика. / А.И. Зражевский. – К.: Інститут лісівництва АН УРСР, 1955.

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

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

51. 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.

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

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

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

55. 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.

56. 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.

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

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

59. 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.

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

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

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

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