

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.10 – МКР. 925 “З” 2023.10.11.02 ПЗ

ГОРДІЄНКА ЄВГЕНІЯ ЮРІЙОВИЧА

2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет агробіологічний

УДК 631.8:633.11

ПОГОДЖЕНО
Деканом факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри ґрунтознавства та
охорони ґрунтів ім. М.К. Шикіли

Тонха О.Л. Забалуєв В.О.
« » 2023 р. « » 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Параметри агрофізичних властивостей чорнозема типового в полі
цукрового буряку після ячменю на прикладі Черкаської області»

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма: «Агрохімія і ґрунтознавство»

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи
д.с.-г. наук, професор

Булігін Є.Ю.

Виконав

Гордієнко Є.Ю.

КИЇВ 2023

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет агробіологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони ґрунтів ім. проф. М.

К. Шикולי

д.с.-г.н., професор

Забалуєв В.О.

р.

ЗАВДАННЯ

до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

Гордієнку Євгенію Юрійовичу

Спеціальність 201 Агрономія

Освітня програма: «Агрохімія і ґрунтознавство»

Орієнтація освітньої програми освітня професійна

Тема впускної бакалаврської роботи: «**Параметри агрофізичних властивостей чорозема типового в полі цукрового буряку після ячменю на прикладі Черкаської області**»

затверджена наказом ректора НУБІП України № « » від 11.12.2022 р.

Термін подання завершеної роботи на кафедрі - 10.10.2023р.

Вихідні дані до роботи – Дані досліджень літературних джерел за темою роботи, матеріали обстеження ґрунтів господарства, дані кліматичних довідників Черкаської області

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

ивчити динаміку вологості у ґрунті ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.

ивчити динаміку агрофізичних показників у ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк: структура ґрунту та його водостійкість, густина складання, твердість.

роаналізувати біологічну активність ґрунту.

Дата видачі завдання: 01.04.2022 р.

Керівник магістерської роботи:

Булигін С.Ю.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання:

Гордієнко Є.Ю.

(підпис)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	8
АГРОФІЗИЧНА ФІЗИЧНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТУ В ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК.....	12
Оцінка впливу культур.....	12
Вплив мінеральних добрив.....	14
Вплив органічних добрив.....	20
Водно-фізичні властивості.....	25
Огляд методів агрофізики.....	32
УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ....	44
Агрокліматична характеристика Черкаської області та району проведення досліджень.....	44
2.2 Об'єкти та методика проведення досліджень.....	45
Об'єкти проведення досліджень.....	45
Методика проведення досліджень.....	45
3. ДИНАМІКА ЗАГАЛЬНИХ ЗАПАСІВ ВОЛОГИ У ҐРУНТІ ЛАНКАХ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК НА РІЗНИХ ФОНАХ ЖИВЛЕННЯ.....	47
3.1 Динаміка загальних запасів вологи у ґрунті під цукровим буряком.....	47
4. Структура ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.....	49
Структура ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк	49
Водостійкість структури ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.....	50
.....	50
4.3 Щільність ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.....	52
Твердість ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.....	54
4.5 Загальна біологічна активність ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.....	57
5. ФІЗОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ рН СОЛЬОВОЇ ТА ГІДРОЛІТИЧНОЇ КИСЛОТНОСТІ У ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК.....	61
6. УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР ЛАНКИ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК.....	65
ВИСНОВКИ.....	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	71

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: Параметри агрофізичних властивостей чорозема тинового в полі цукрового буряку після ячменю на прикладі Черкаської області. Яка виконується в Черкаській області на Черкаській державній сільськогосподарській станції. Робота виконана на 76 сторінках друкованого тексту в якій розміщується 22 таблиці та 2 малюнка.

Агрофізика є важливою галуззю сільськогосподарських досліджень, яка вивчає фізичні властивості ґрунту та їх вплив на вирощувані культури. У цьому рефераті розглядається агрофізична оцінка стану ґрунту в ланці сівозміни, де чергуються ячмінь та цукровий буряк.

Робота розподілена на розділи, кожен із яких присвячений окремим аспектам агрофізичного дослідження цього ланцюжка сівозміни.

Розділ 1: Агрофізична фізична оцінка стану ґрунту в ланці сівозміни

1.1 Оцінка впливу культур

Агрофізичне дослідження включає оцінку впливу вирощуваних культур на фізичні властивості ґрунту. Аналізується, як цукровий буряк і ячмінь впливають на структуру та водно-фізичні властивості ґрунту.

1.2 Вплив мінеральних добрив

В даному підрозділі досліджується вплив мінеральних добрив на фізичні параметри ґрунту. Аналізується, як використання мінеральних добрив може змінювати структуру та водно-фізичні характеристики ґрунту в ланці сівозміни.

1.3 Вплив органічних добрив

У цьому підрозділі оцінюється вплив органічних добрив на фізичні властивості ґрунту. Досліджується, як використання органічних добрив впливає на структуру та водно-фізичні характеристики ґрунту.

1.4 Водно-фізичні властивості

В цьому розділі досліджуються водно-фізичні властивості ґрунту, такі як водопроникність, водоутримувальна та водопідйомна спроможність. Встановлюється, як ці параметри змінюються під впливом вирощуваних культур.

1.5 Огляд методів агрофізики

У цьому підрозділі надається огляд різних методів агрофізики, які застосовуються для вивчення фізичних властивостей ґрунту в агрономічних дослідженнях.

Розділ 2: Умови, матеріали та методика проведення досліджень

2.1 Агрокліматична характеристика Черкаської області та району проведення досліджень

У даному розділі наводиться агрокліматична характеристика Черкаської області та конкретного району, де проводилися агрофізичні дослідження.

2.2 Об'єкти та методика проведення досліджень

2.2.1 Об'єкти проведення досліджень

В цьому підрозділі перелічуються об'єкти, які були вивчені під час досліджень.

2.2.2 Методика проведення досліджень

Подробиці щодо методики, яка була використана під час проведення агрофізичних досліджень, включаючи збір даних та аналіз результатів.

Розділ 3: Динаміка загальних запасів вологи у ґрунті ланців сівозмінні ячмінь – цукровий буряк

3.1 Динаміка загальних запасів вологи у ґрунті

У цьому розділі аналізується динаміка загальних запасів вологи у ґрунті під цукровим буряком протягом ланцюжка сівозмінні.

Розділ 4: Структура ґрунту в ланці сівозмінні ячмінь – цукровий буряк

4.1 Структура ґрунту в ланці сівозмінні ячмінь – цукровий буряк

Аналізується структура ґрунту в ланці сівозмінні та вплив вирощуваних культур на неї.

Водостійкість структури ґрунту в ланці сівозмінні ячмінь – цукровий буряк

У даному підрозділі досліджується водостійкість структури ґрунту та її зміни в контексті сівозмінні.

4.3 Щільність ґрунту в ланці сівозмінні ячмінь – цукровий буряк

Аналізується щільність ґрунту та вплив культур на цей параметр.

4.4 Твердість ґрунту в ланці сівозмінні ячмінь – цукровий буряк

У цьому підрозділі досліджується твердість ґрунту та її зміни в ланці сівозміни.

4.5 Загальна біологічна активність ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

В даному розділі аналізується загальна біологічна активність ґрунту та вплив вирощуваних культур на цей показник.

Розділ 5: Фізикохімічні показники рН/сольової та гідролітичної кислотності у ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

У цьому розділі аналізуються фізикохімічні показники кислотності ґрунту в ланці сівозміни та їх зміни під впливом вирощуваних культур.

Розділ 6: Урожайність культур у ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

В останньому розділі досліджується урожайність культур в ланці сівозміни та встановлюється вплив фізичних та хімічних властивостей ґрунту на врожайність.

В експериментальній частині результати досліджень наведені в табличному матеріалі та супроводжуються їхнім аналізом.

Висновок є агрофізична фізична оцінка стану ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк є важливою для визначення оптимальних умов вирощування культур та підвищення врожайності. Результати досліджень вказують на важливість розуміння фізичних властивостей ґрунту для визначення

оптимальних методів вирощування сільськогосподарських культур в конкретному регіоні.

Ключові слова: ґрунт, водостійкість, цукровий буряк, ячмінь.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Основою підвищення продуктивності землеробства й ефективності сільськогосподарського виробництва Чорноземної зони України є підвищення ефективної родючості ґрунтів. Ефективна родючість забезпечує перехід елементів живлення в доступну форму і найповніше використання елементів природної родючості. Основною перешкодою найповнішого їхнього використання рослинами є, поряд із ґрунтовою кислотністю, несприятливі агрофізичні властивості, структура що легко руйнується, висока щільність, низька пористість. [5]

Агрофізична наука, що вивчає фізичні, фізико-хімічні та біофізичні процеси в системі ґрунт-рослина. Основні закономірності продукційного процесу що розробляє наукові основи, методи, технічні, математичні засоби та агроприйоми раціонального використання природних ресурсів, підвищення ефективності та стійкості агроєкосистем, землеробства і рослинництва в польових і регульованих умовах. [6]

Колись, у 70-х роках минулого століття відомий учений, один із засновників сучасної агрофізики академік Сергій Володимирович Нерпін, на запитання, що ж має вивчати агрофізика, відповів: «Усі фізичні процеси, які відбуваються відбуваються на сільськогосподарському полі». Агрофізичні властивості відіграють важливу роль в агроценозному метаболізмі [11]. Вони зумовлюють швидкість біогеохімічних циклів, активність ґрунтової біоти, процеси трансформації речовин та енергії [8].

Агрофізичні властивості визначають характер розвитку кореневих систем рослин, доступність і ступінь використання елементів живлення, формування підземної та надземної фітомаси і величину врожаю [4].

Негативні явища, які спостерігаються за використання ґрунтів як засобу виробництва деґумофікація, переущільнення, агрофізична деградація зумовлює необхідність екологізації технологій відтворення агрофізичних властивостей і наукового їх обґрунтування [12].

Постійне зростання вартості енергоресурсів, техніки, добрив робить необхідним пошук науково обґрунтованих технологій відтворення родючості ґрунтів на основі принципів найбільшої енергетичної ефективності та окупності, екологічної безпеки, які становлять суть адаптивно – ландшафтних систем

землеробства [3]. За досягненням оптимальних параметрів фізичних властивостей ґрунтів активізуються процеси перетворення речовин та енергії, інтенсивніше протікають біологічні процеси, помітно знижуються витрати на їхній обробіток, підвищується ефективність використання сільськогосподарської техніки і як наслідок зростання врожайності сільськогосподарських культур.

Значення фізичних властивостей ґрунту для його родючості ніколи не піддавалося сумніву [7].

Нині в умовах прискореної інтенсифікації землеробства їхнє значення ще більше зростає [59]. Одна з причин цього дедалі більша поява факторів погіршення фізичних властивостей ґрунту внаслідок застосування багаторазових обробітків ґрунту, сільськогосподарської техніки підвищеної маси, інтенсивних поливів [16].

Інша причина підтримання фізичних властивостей у сприятливому інтервалі значень є необхідною умовою одержання запланованої віддачі від добрив і меліорації, застосування яких останніми роками досягло широкого розмаху.

Названі причини зумовлюють необхідність систематичних досліджень фізичних властивостей ґрунтів у напрямі їх оптимізації. [55.62]

Використання експериментальних досліджень дасть змогу в загальних рисах сформулювати новий напрям у вивченні фізичних властивостей ґрунтів, що включає розробку оптимальної моделі кореневмісного шару і на цій основі вибір технічних засобів агроеліоративних прийомів для її практичного здійснення

НУБІП України

Актуальність теми

Агрофізичні властивості ґрунту становлять велику групу показників родючості, які безпосередньо впливають на його основні режими: водний, повітряний, тепловий і поживний, визначаючи значною мірою ріст і розвиток рослини. У зв'язку з чим визначення агрофізичних властивостей ґрунту є одним із пріоритетних напрямків під час розроблення нових технологій у галузі землеробства.

На сучасному етапі розвитку теорії та технологій комплексного застосування добрив, необхідно звернути особливу увагу на вивчення впливу їх на агрофізичні показники чорноземів. Оскільки це питання недостатньо вивчене,

а дані ґрунти займають значну частку від загальної площі ґрунті Черкаської області вони становлять приблизно 74,5% від загальної площі орних угідь, а на частку чорноземів типових припадає 36,1%.

Мета досліджень – встановити вплив фонів живлення, а також органічних добрив у комплексі з мінеральними добривами, на агрофізичні показники у ґрунті в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.

Завдання досліджень:

ивчити динаміку вологості у ґрунті ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.
ивчити динаміку агрофізичних показників у ланці сівозміни ячмінь

цукровий буряк: структура ґрунту та його водостійкість, густина складання, твердість.

роаналізувати біологічну активність ґрунту.

ивчити динаміку фізико – хімічних (рН, гідролітична кислотність)

показників.

ати економічну оцінку ланці сівозміни.

НУБІП України

Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження в даній роботі є ґрунт у ланці сівозміни ячмінь –

цукровий буряк.

Предмет дослідження.

Предметом дослідження є динаміка вологості, агрофізичних показників і фізико – хімічних показників ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк.

Практична значущість.

Результати проведених досліджень дадуть змогу виявити й обґрунтувати раціональну технологію комплексного застосування добрив і запропонувати її для подальшого застосування в сільськогосподарському виробництві.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

1. АГРОФІЗИЧНА ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТУ В ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ

НУБІП України

ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК

Оцінка впливу культур

Сільськогосподарські культури, їхні біологічні особливості та технологія обробітку справляють великий і різноманітний вплив на фізичні, хімічні та біологічні показники родючості ґрунту, на ріст, розвиток і врожайність наступних культур. Знання цього впливу залежно від попередників [75].

Без оцінки попередників і знання вимог до них основних сільськогосподарських культур неможлива побудова правильного, науково обґрунтованого чергування культур [1]. Виходячи з цього, сучасне угрупування основних польових культур і парів як попередників має такий вигляд: чисті пари, зайняті пари, багаторічні трави, зернобобові культури, проміжні культури.

Розширення культур і парів у цьому узагальненому угрупуванні дається у порядку убутання їхньої цінності як попередників [85].

Це угрупування має відносно умовний характер, оскільки оцінка попередників може змінюватися від кількості внесених добрив, системи обробітку ґрунту, ґрунтово – кліматичних та інших умов [82].

Але за всіх рівних умов в основі оцінки сільськогосподарських культур як попередників лежать такі критерії:

- вплив культури на фізичні, хімічні та біологічні показники родючості, на водно – повітряний, тепловий і харчовий режими ґрунту;
- вплив попередника на фітосанітарний потенціал сівозміни;
- вплив попередника на ріст, розвиток рослин і врожайність наступних культур сівозміни, на якість врожаю; ґрунтозахисна та екологічна роль

попередника, тривалість післядії та вплив попередника на загальну продуктивність сівозміни [54, 43].

Оскільки вплив культур на ґрунт і на наступні культури має комплексний і різнобічний характер, то найзагальнішим, інтегральним показником їхньої оцінки, як попередників, є врожай наступних культур і продуктивність сівозміни.

Вивченню впливу різних сільськогосподарських культур і різних сівозмін на фізичні властивості ґрунтів присвячено численні дослідження. Пріоритет у цьому, безсумнівно, належить радянським ученим А.Г. Дояренку, Г.А. Павлову,

Ф.Ю. Гельцеру, М.І. Саввінову. У їхніх дослідженнях було підтверджено

концепцію В.Р. Вільямса про велике значення багаторічних трав у створенні структури, а отже, і сприятливих фізичних властивостей ґрунтів. Однак у чорноземах багаторічні трави ніколи не розглядалися як досконалий засіб підтримання їхніх фізичних властивостей у сприятливому інтервалі значень.

Багатьма дослідниками підкреслювалась роль однорічних культур в оструктурюванні ґрунтів. Мабуть, слід визначити правильно точку зору того, хто вважав, що значення сільськогосподарської культури в поліпшенні фізичних властивостей ґрунту тим вищим, чим більша накопичувана маса післязбиральних (підземних і надземних) залишків [23].

В умовах інтенсивного використання чорноземів, застосування різних спеціалізованих сівозмін вивчення впливу сільськогосподарських культур на зміну ґрунтово-фізичних умов життя рослин набуло нового змісту. Цінність

таких досліджень полягає в тому, що за їхньою допомогою можна виявити спрямованість та інтенсивність “оптимізаційних” (щодо фізичних властивостей)

заходів залежно від вирощуваних на чорноземах сільськогосподарських культур

Цукрові буряки та ячмінь протягом вегетації також дещо покращують структурно – агрегатний склад ґрунту. Щільність складання під дією культур до

кінця вегетації сягає 1,35 г/см³. Під чорним паром показники гірші, ніж під просапними культурами. Отже, небажано (в аспекті агрофізичних властивостей і режимів, за винятком не розглянутого тут водно – повітряного режиму)

чорноземи залишати без рослинності в умовах чорного пару [52]. Відзначається в цих умовах багатьма дослідниками посилення мікробіологічної діяльності, очевидно, призводить до втрати органічної речовини, диспергації чорноземів і, як наслідок, погіршення їхніх агрофізичних властивостей і режимів [29].

Деяке погіршення агрофізичних властивостей ґрунтів під просапними культурами, порівняно з ячменем, відбувається, ймовірно, внаслідок механічних обробок, які використовуються для їхнього обробітку, прискореного розкладання органічних речовин і зниженої кількості рослинних решток, які залишаються на полі цими культурами [20]. Тому, якщо в сівозміні переважають просапні культури, необхідно усувати їхній несприятливий вплив на фізичні властивості. За даними багаторічних дослідів на чорноземах, за будь-якого насичення сівозмін просапними культурами можна підтримати постійний вміст гумусу (а відтак – фізичні властивості), збільшуючи дози органічних і мінеральних добрив [34].

Вплив мінеральних добрив

Вплив мінеральних добрив на фізичні властивості ґрунтів неоднозначний. Велике значення має доза мінеральних добрив, вид, кратність впливу, а також використання при цьому вапна та органічних добрив [69]. Внесення повного мінерального добрива зазвичай підвищує врожайність сільськогосподарських культур і збільшує кількість рослинних решток у ґрунті, що позитивно позначається на балансі гумусу. Зазначають, що за внесення мінеральних добрив навіть у високих дозах відбувається збільшення об'єму та ізометричної розгалуженості порового простору орного шару ґрунту [41].

Високу стійкість до внесення великих доз мінеральних добрив виявляють чорноземи протягом 2-5 років [56]. Використання $N_{120}P_{120}K_{120}$ дослідів дало змогу вдвічі збільшити саму коріння ячменю та його врожайність, не змінюючи суттєво щільність ґрунту. За тривалого застосування мінеральних добрив орний шар ущільнюється, змінюється морфологічна будова ґрунту: вміст агрономічне

цінних агрегатів збільшується більш як у 1,5 рази, зменшується їхня водостійкість [95].

Проте більшість дослідників схиляються до думки, що систематичне і тривале застосування мінеральних добрив призводить до глибоких змін мінералогічного складу, спричиняє посилення рухливості гумусових речовин. У ґрунті збільшується кількість неагрегованого матеріалу, посилюється пептизованість плазми, зростає потенційна здатність ґрунтів до тиксотропного розрідження [49.78].

Органо – мінеральні добрива за своїм впливом на мікро склад чорноземів не поступали гною. Застосування системи добрив солома, NPK, гній дало змогу зменшити щільність дерново – підзолистого ґрунту на 0,05-0,09 т/см³, кількість водотривких агрегатів збільшити на 5-6% [40].

Отже, добрива є найважливішим прийомом, що змінює фізичні параметри ґрунтів. За однозначно позитивного впливу на ці властивості органічних добрив на стійкість агро-екосистем загалом, ще може більшою мірою вливати на продуктивний процес і визначати ефективність та доцільність застосованих прийомів впливу.

На дерново – підзолистих ґрунтах Нечорноземної зони позитивний баланс гумусу можна підтримувати внесенням 10-12 т/га гною щорічно [53]. Мінеральні добрива сповільнюють процеси убутку гумусу з ґрунту, знижують його втрати завдяки надходженню до ґрунту більшої кількості поживних речовин і кореневих решток, проте баланс його навіть за доз, які перевищують винос NPK врожаєм, залишається дефіцитним [45].

Більше накопичення гумусу відмічається також за органо-мінеральної системи удобрення, ніж мінеральної. Пояснюється це тим, що за внесення гною джерелом гумусу в ґрунті є органічна речовина гною та поживно-кореневі рештки, а за використання мінеральних добрив – тільки поживні та кореневі [2.9].

Важливим джерелом поповнення органічної речовини та гумусу в ґрунті є зелені добрива. Встановлено, що поживні сидерати можуть залишати 20-23 ц/га сухої речовини та неповнювати запас німично закріпленого, так званого

“активного” гумусу, що здатен швидко мінералізуватися та витрачатися на живлення рослин [13].

За самостійної сидерації (сидеральний пар) вміст гумусу в ґрунті підвищується на 0,02-0,1%, за проміжної – на 0,02-0,08%. За заорювання проміжних культур на зелене добриво в ґрунті значно зростає фракція гумінових кислот: під редькою олійною та буркуном на 1,5-1,7%, під іншими капустяними – на 2,2-4,2%, за одночасного зниження 2-ї фракції гумінових кислот.

Підтверджує накопичення легко мінералізованих азотовмісних сполук (амінокислот і гексозамінів) під час мінералізації рослинних решток зелених добрив протягом місяця. Однак у подальшому їхня кількість зменшиться. Знизив рухливість гумусових речовин дає змогу заорювання зелених добрив разом із соломною [32].

Внесення добрив підвищує ступінь техногенного впливу на ґрунт і тим самим змінює агроценозний метаболізм. Виконані в 30-60 роки поточного століття дослідження показали, що під впливом мінеральних добрив фізичні властивості різних ґрунтів змінюються. Деякі дослідники констатують погіршення структурно-агрегатного складу, водопроникності, збільшення вологості зав'язування [25].

Негативна дія добрив посилюється за підвищення доз, тривалості строку внесення, зростання вмісту фізіологічно кислих форм або одновалентних катіонів [24].

Ряд дослідників вважають, що внесені в ґрунт мінеральні добрива істотно не змінюють водно-фізичні властивості. Такий висновок зробили на підставі вивчення водопроникності та структурно-агрегатного складу чорнозему деградованого після внесення (NPK)900. Наразі, є літературні данні, які показують, що мінеральні добрива поліпшують водно-фізичні властивості. Їхня позитивна дія пояснюється додатковим надходженням рослинних решток на удобрених варіантах і в результаті цього поліпшення гумусового балансу ґрунту

Такі ж суперечливі результати отримано зарубіжними дослідниками. З цих матеріалів цікавими є дані про позитивну дію фосфорних добрив на структуру та складення ґрунтів [50].

Необхідно зазначити, що лише в дослідженнях це питання вивчалось із застосуванням комплексу агрофізичних показників. Інші ж дослідники обмежувалися одним або двома показниками, їхні дані містять суперечливі положення. Так дія мінеральних добрив супроводжувалася поліпшенням водопроникності за одночасно погіршення структурно-агрегатного складу ґрунтів. Недостатньо відомостей про вплив на фізичні властивості окремих видів і підвищених доз мінеральних добрив [39].

У своїй роботі ми прагнули відповісти на запитання, якою є загальна тенденція трансформації водно-фізичних властивостей чорноземних ґрунтів за наявного та перспективного рівнів внесення мінеральних добрив в оптимізації агрофізичних властивостей ґрунтів.

Розглянемо отримані дані для варіантів чорноземних ґрунтів, удобрених низькими (по 60-100), середніми (по 120-360) і підвищеними (по 1200 кг діючої речовини на 1 га) дозами NPK. Для деяких об'єктів ми мали аналогічні результати вивчення дії на ґрунт окремих видів мінеральних добрив. У досліджах вносили найпоширеніші добрива: аміачну селітру, суперфосфат, калійні солі [28].

У результаті внесення високих доз повного мінерального добрива і особливо окремо азотного добрива. Варіанти чорнозему типового та звичайного відрізняються від контрольних збільшеною глинистістю поверхневого шару.

Однак брили на удобрених варіантах були неміцні й зберігалися тільки до чергового обробітку. При внесенні середніх і низьких доз відмінності від контролю візуально не відзначилися.

Дослідження в шліфах дали змогу розширити уявлення про будову удобрених і неудобрених варіантів чорноземів. Мікро морфологічні дослідження виконували у 2 строки: через 1-2 роки та 5 років після внесення добрив. Дослідження першого терміну показали, що при внесенні в ґрунт тільки мінеральних добрив відбувається погіршення мікробудови ґрунтів. Зростає

щільність укладання мікроагрегатів, наповненість порового простору тонко дисперсною частиною, знижуються видима пористість, порядковість агрегатів, коефіцієнт їхньої оформленості. Зменшується частка округлих (зернистих) агрегатів агрономічно цінних розмірів. В окремих випадках відзначалося укрупнення структур та огрібіння мікроскладу. Помітніше за інших змінювалися показники, що характеризують форму агрегатів і співвідношення міжагрегатних і внутрішньоагрегатних [10].

Негативна дія мінеральних добрив посилюється за підвищення їхніх доз. На варіанті, де вносили в підвищених дозах тільки азотні добрива N_{120} і N_{320} був найвищий вміст спрощених мікроструктур 1-2 порядків. Внесення фосфорних добрив незначно змінювало мікробудову ґрунтів. Мікроморфологічні дослідження в другий термін (через 5 років після внесення добрив) виконували на чорноземі типовому в Харківській області. Результати спостережень і вимірювань у шліфах показали, що удобрені та неудобрені варіанти майже подібні. Вплив добрив на мікробудівництво не виявлено.

Механічний, мікро, макроагрегатний склад і водно-фізичні властивості. Вибіркові дослідження механічного та мікроагрегатного або окремо азотних, калійних і фосфорних добрив істотних змін у кількості та співвідношенні часток і мікроагрегатів не відбувається [83]. Це означає, що мінеральні добрива не вносять змін на ієрархічно найнижчому і, мабуть, найважливішому рівні механічного елемента та мікроагрегату. Вищесказане підтверджують дані питомої поверхні чорнозему типового важко суглинкового за внесення екстримально високих доз мінеральних добрив. Достовірних відомостей відносно контролю не виявлено, хоча можна відзначити деяке зниження питомої поверхні, пов'язане, мабуть, із коагуляцією колоїдів на більш насичених солями фонах. Зауважимо, що отримано аналогічні результати.

Незначними є зміни і в структурно-агрегатному складі. На чорноземі типовому Сумської області до початку досліджень було внесено за 15 років малими дозами понад 1100 кг діючої речовини N, P і K на 1 га. Дослідження структурно-агрегатного складу протягом 3 років показали, що ці добрива не вплинули на

зміну кількісних співвідношень агрегатів різного розміру та їхню водостійкість. Аналогічно експонувалася динаміка структурно-агрегатного складу на чорноземі звичайному, добрива внесені 1975 р., дослідження проведено 1977-1979 рр., де спершу майже вдвічі знизилася водостійкість на варіантах, але потім відмінності за варіантами зникли [64].

На чорноземі південному дослідження проводили в рік внесення добрив і далі їх не проводили, оскільки дослід був тимчасовим. Тут виявилось погіршення водостійкості за внесення середньої дози мінеральних добрив. Важливо підкреслити, що це відбулося на тлі застосування 15 т/га гною [63].

Аналіз показав, що незначне зниження водопроникності ґрунтів відбувається під дією дуже високих доз мінеральних добрив з обов'язковим включенням азотного компонента [67]. Однак лише для окремих варіантів отримана різниця виявилася статично доведеною. Не було відмінностей і співвідношень різних категорій вологи на низьких, середніх і високих рівнях зволоження.

Чорноземи типовий і звичайний за умов застосування підвищених доз мінеральних добрив виявляють високу стійкість, що доводить незмінність фізичних характеристик твердої фази, складування, ґрунтово-гідрологічних констант і водопроникності [60].

Негативні зміни фізичних властивостей чорноземів можуть відбуватися в перші роки після одноразового внесення дуже високих доз повного мінерального добрива або тільки азотного. Ці зміни добре діагностуються мікроморфологічною, а також звичайними прийомами фізичного аналізу [74].

Через 2-3 роки негативна післядія мінеральних добрив на ґрунт усувається. Мабуть, за рахунок поглинання їх рослинами, розпаду, відтоку за межі кореневої частини шару [89].

Частина добрив, що необоротно закріплюється ґрунтом і сприяє збільшенню вмісту потаємних поживних речовин, мабуть, не така велика, щоб викликати стійкі зміни в ґрунтового комплексу чорнозему. Тому можна вважати, що роль мінеральних добрив у загальній проблемі оптимізації умов життя рослин на чорноземах значна. Поліпшуючи режим живлення, мінеральні добрива не дають

запасових ефектів (принаймні на чорноземах типових і звичайних) щодо комплексу ґрунтово-фізичних властивостей [57].

Вплив органічних добрив

Фізичний стан ґрунтів суглинкового та глинистого гранулометричного складу визначається вмістом органічної речовини. Оптимізація фізичних властивостей безпосередньо пов'язана з підвищенням вмісту гумусу та підтриманням бездефіцитного його балансу. Одним із способів збільшення вмісту гумусу є

систематичне внесення високих доз органічних добрив. Гній слід розглянути як

основне джерело гумусу та цементувальний матеріал для ґрунтових агрегатів

Характерною особливістю дерново-підзолистих ґрунтів є низький рівень їх природної родючості та, як наслідок, несприятливий стан фізичних властивостей. Зазначали, гумусу спочатку до 2-2,2, а потім до 2,5-3,5% [87].

Гній чинить різноманітний вплив на ґрунт, що збагачує ґрунт поживними речовинами та біологічно оживляє його, що розглядає позитивну дію органічних добрив на фізичні властивості безпосереднім розташуванням ґрунту, а також зв'язуванням ґрунтових часток продуктами життєдіяльності мікроорганізмів і

ґрунтових тварин [50].

Відзначали утворення плівкового гумусу на поверхні ґрунтових частинок при внесенні високих доз органічних добрив на сучасних ґрунтах і, як наслідок поліпшення мікроагрегованості та мікробудови ґрунтів. Внесення гною сприяє формуванню більш досконалої мікроагрегованості ґрунту та створенню стійкої до ущільнення грудкуватої будови орного шару [18].

ґрунт, що систематично удобрюється, відрізняється збільшеною у 2-3 рази видимо мезопористістю, а також схильністю до багаторядкової організації

ґрунтових агрегатів. Зовнішня і внутрішня будова макроагрегатів переважно

ізометрична, простежується тенденція орієнтації макро- і мезопор до вертикальної витягнутості. Органічні добрива впливають на розмір молекул

гумінових речовин і стабільність мікроагрегатів, а також на максимальний прояв гуміфікаційних процесів [88].

Систематичне внесення гною в дерново-підзолистий ґрунт спричиняє прогресивне накопичення гідрослюди та поліпшення фізичних властивостей ґрунту [31].

Дослідження показали позитивний вплив органічних добрив на формування грудкуватої структури ґрунту [93,94]. Внесення 60-120 т/га гною сприяє поліпшенню агрегатного складу ґрунтів і підвищенню їхньої водостійкості [17].

Водостійкість агрегатів забезпечується гумусовими плівками, утвореними на їхній поверхні. Органічне добриво сприяє створенню однорідного за агрофізичними та гідрофізичними властивостями орного горизонту. При цьому, як правило, спостерігається зниження густини, збільшення загальної пористості та польової вологості [91].

Застосування гною дає змогу досягти позитивного балансу гумусу та забезпечує поліпшення найважливіших фізико-механічних і технологічних властивостей ґрунтів: пластичності, липкості, набрякання, осідання, що використання гною на ґрунтах в дозі 20 т/га створює умови для формування ґрунтової структури, збільшуючи водночас міцність агрегатів, посилюючи прояв коагуляційного структуроутворення [53].

Поряд із гном позитивний вплив на фізичні показники родючості відмічено за внесення соломи [90,100]. У сучасній літературі описано дослідження поліпшення фізичних властивостей ґрунту від застосування як добрив промислових відходів. Створення на їхній основі компости з використанням торфу, соломи, пташиного посліду підвищують водостійкість ґрунтових агрегатів, пористість, знижують щільність, активізують мікробіотичні процеси [92]. Заслугує на увагу використання для поліпшення фізичних властивостей ґрунтів продуктів біоферментації пташиного посліду, торфу і соломи – компосту багатощльового призначення. Внесення підвищує загальну пористість на 7,8 %, водостійкість структури на 4,7%, знижує щільність ґрунту на 0,03-0,04 г/см³ порівняно з контролем [96]. Активізація мікробіологічних процесів, зниження

забур'яненості спричиняє підвищення врожайності картоплі в 2,7 рази порівняно з гноєм, в 1,4 рази порівняно з еквівалентною дозою NPK [47].

Щодо впливу гною на фізичні властивості ґрунтів у літературі донедавна не було суперечливих суджень. Вважалося, що гній справляє позитивний вплив [76]. При внесенні гною відзначалося зростання вмісту органічної речовини і, як наслідок, збільшення розмірів і поліпшення водостійкості макро і мікроструктури, водоутримувальної здатності, доступності ґрунтової вологи, зростання швидкості інфільтрації, пористості, поліпшення реологічних властивостей [55].

За даними низки дослідників, гній значно помітніше поліпшує фізичні властивості на ґрунтах середнього та важкого механічного складу, ніж на легких ґрунтах. В останньому випадку його позитивна дія виявляється тільки за внесення добрива у великих дозах. Меліорувальний вплив гною на ґрунт зростає зі збільшенням у його складі волокнистих матеріалів [14].

Поліпшувальна дія гною на ґрунт настільки універсальна, що рівень окультуреності ґрунтів здавна оцінювали за кількістю внесених органічних добрив. Роль органічних добрив в умовах висококомеханізованого сільського господарства велика насамперед в аспекті підтримання агрофізичних властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень. За даними, гній не тільки допомагає обробці ґрунту, полегшуючи руйнування брил, а й сприяє усуненню негативної дії несвочасної або невідповідальної обранки [50].

Тим часом у деяких роботах описано й негативних вплив гною на ґрунт.

Залежність між дією гною на ґрунт і реакцією рослини. У його досліді гній чинив позитивну дію тільки за сприятливої реакції проростання.

Нині в землеробстві розвинених країн спостерігається збільшення доз гною, зниження в деяких випадках його якості, зростання у складі гною одновалентних катіонів, що призводить до погіршення фізичних властивостей ґрунтів. За літературними даними зарубіжних дослідників, зазначається, що високі дози гною негативно діють на схожість низки культур, знижують стійкість ґрунтових агрегатів до руйнівної дії дощових крапель, що пов'язано з полегшенням їхнього

розпаду та зменшенням густини [98]. Встановлено, що сильно перезволожені ґрунти значно більше ущільнюються під дією важких машин, ніж менш перезволожені [28].

З вищесказаного випливає, що гній чинить на ґрунт двояку дію. Його кінцевий результат залежить від багатьох причин, головними з яких є тип ґрунту, його механічний склад, дози і якість внесеної органічної речовини. Ми вважаємо, що тільки за умов позитивного і, можливо, бездефіцитного балансу гумусу фізичні властивості ґрунтів при внесенні гною поліпшуються [97]. Якщо гній, що вноситься в ґрунт, не може запобігти зниженню вмісту органічної речовини в ґрунтах, яке спостерігається повсюдно, поліпшення фізичних властивостей не спостерігається. Правильне вирішення цього питання стосовно чорноземів ускладняється тим, що фізичні властивості цих ґрунтів при внесенні гною мало вивчені [66].

В окремих роботах низки дослідників, виконаних на чорноземах, встановлено певне поліпшення агрофізичних властивостей у разі внесення гною, але для більшості визначень достовірну різницю порівняно з контролем не було б знайдено, якби застосували статичні способи її оцінки. Макро- та мікроморфологічні дослідження.

За даними макроморфологічного дослідження, удобрений варіант не відрізняється від контрольного. У мікроморфологічному відношенні відмінності були суттєві. Для удобреного ґрунту характерна більша стійкість порового простору, що мікроскопічно проявляється в майже повній відсутності (менш як 5%) у порах мікроагрегатів та елементарних часток, і більш помітна округлість мікроагрегатів. Коефіцієнт оформленості агрегатів на удобреному варіанті становить 0,35, на контролі – 0,10. За внесення гною знижуються тріщинувальність і рельєфність мікроагрегатів. Виявлене за даними мікроскопування посилення стабілізації твердої фази ґрунту та порового простору за внесення гною пояснює поліпшення водно-фізичних властивостей

Підвищення водостійкості та водопроникності ґрунту, зниження його рівноважної густини та густини окремих структурних агрегатів розміром від 0,5 до 2,0 мм на удобреному фоні повітряно з контролем [81].

Спостерігається деяке поліпшення мікроагрегованості ґрунту за рахунок мікроагрегатів розміром менше 0,05 мм. Змін у вмісті механічних елементів не було. Відзначається тенденція збільшення порового простору ґрунтів за рівноважної густини та за сівби, його частки, зайнятої доступною вологою, вмісту повітряно-сухих агрегатів агрономічно цінного розміру та густини ґрунту за сівби [101]. Перелічені зміни позитивні, бо супроводжуються зростанням здатності удобреного ґрунту засвоювати вологу атмосферних опадів. І відвідати її рослинам повітряно з неудобреним. Мабуть, цей факт може пояснити нерідко відмічвану в літературі підвищену (на 1-3%) зволоженість удобрених ґолів протягом усієї вегетації.

Становлять інтерес деякі інші тенденції впливу гною на ґрунт, статично довести які не вдалося. Внесення гною може сприяти деякому зростанню надлишкового вмісту пор аерації (оптимальна величина цього показника близька до 20%), зменшенню густини складання ґрунтів одразу після оранки та збільшенню механічної міцності (достовірну для агрегатів розміром 2-1 мм). Ці зміни негативні, бо можуть спричинити в удобреному ґрунті посилення процесів розкладання органічних матеріалів, надлишкове розпушення ґрунту під час сівби. Таким чином, позитивна дія гною на зміну фізичних властивостей і режимів ґрунту значно сильніша, ніж його можлива негативна дія [77].

Великий інтерес становить заміна вмісту загального гумусу за внесення гною. У польовому досліді в орному шарі після внесення 80 т/га гною вміст загального гумусу майже не змінився (4,51 і 4,48%). У вегетаційному досліді відзначалося збільшення вмісту гумусу (4,49% вихідний стан і 4,70% - після піврічної експозиції). На підставі цього ефективність дії гною як засобу поліпшення фізичних властивостей вища за позитивного балансу гумусу [63].

Отримані матеріали визначали особливості дії гною на чорнозем середнього механічного складу. До найважливіших із них належить здатність

гною знижувати рівноважну густину ґрунту й окремих агрегатів, підвищувати водостійкість потаємної структури, посилювати водопроникність і поліпшувати мікробудову ґрунту. Це позитивні зміни, що підвищують родючість чорноземів і дають змогу розглядати гній як засіб запобігання несприятливому впливу на чорнозем інтенсивного механічного обробітку [65].

Водно-фізичні властивості

Роль води в ґрунтах визначається її особливим двоїстим становищем у природі: з одного боку, вода – це особлива фізико-хімічна вельми активна система, що забезпечує багато фізичних і хімічних процесів у природі, з іншого це потужна транспортна геохімічна система, що забезпечує переміщення речовин у просторі. Воді належить чільна роль у ґрунтоутворенні: процеси вивітрювання і новоутворення мінералів, гумусоутворення і хімічні реакції відбуваються тільки у водному середовищі; формування генетичних горизонтів ґрунтового профілю, динаміка протікають у ґрунті процесів також пов'язані з водою [402]. Вода у ґрунті виступає і як терморегулювальний чинник, визначаючи значною мірою тепловий баланс ґрунту та його температурний режим. Виключно великою є її роль у родючості ґрунту, у забезпеченні умов життя рослин, оскільки ґрунту є головним, а в багатьох випадках і єдиним джерелом води для рослин, що ростуть на ньому [37].

Вода в ґрунтах неоднорідна. Різні її порції мають різні фізичні властивості (термодинамічних потенціал, теплоємність, густину, в'язкість, питомий об'єм, хімічний склад, рухливість молекул, осмотичний тиск тощо). Зумовлені характером взаємного розташування і взаємодії молекул води між собою та з іншими фазами ґрунту твердою, газовою, рідкою. Згідно з класифікацією А.А. Роде (1965) у ґрунтах можна розрізнити такі п'ять категорій ґрунтової води.

Тверда вода в ґрунті – це лід, який є потенціальним джерелом рідкої та газоподібної води, в яку він переходить в результаті танення і випаровування. Поява води у формі льоду може мати сезонний (сезонне промерзання ґрунту) або

багаторічний (“вічна” мерзлота) характер. Оскільки ґрунтова вода це завжди розчин, температура замерзання води в ґрунті нижча за 0°C

Хімічно зв’язана вода (включає конституційну та кристалізаційну). Перша з них представлена гідроксильною групою OH хімічних сполук (гідроксиди заліза, алюмінію, марганцю; органічні та органомінеральні сполуки; глинисті мінерали). Друга – цілими водними молекулами кристалогідратів, переважно солей (напівгідрат, гіпс, мірабіліт). Конституційну та кристалізаційну воду іноді об’єднують загальним поняттям гідратної або кристалогідратної води. Ця вода входить до складу твердої фази ґрунту і не є самостійним фізичним тілом, не пересувається і не має властивостей розчинника.

Пароподібна вода містить в ґрунтовому повітрі порового простору у формі водяної пари. Один і той самий ґрунт може поглинати різну кількість пари води з атмосферного повітря, що залежить від пружності пари. Що ближче приґрунтове повітря до стану насичення водяною парою, то більша кількість пароподібно поглинутої води в ґрунті [103]. Взагалі кажучи, ґрунтове повітря практично завжди близьке до насичення парами води, а невелике зниження температури ґрунту призводить до його насичення і конденсації пари, внаслідок чого пароподібна вода переходить у рідку. При підвищенні температури має місце зворотний процес. Пароподібна вода в ґрунті пересувається в його поровому просторі від ділянок із високою пружністю водяної пари до ділянок із нижчою пружністю, а також разом із потоком повітря.

Фізично пов’язана або сорбована вода. До цієї категорії належить вода, сорбована на поверхні ґрунтових частинок, що володіють певною поверхневою енергією завдяки силам тяжіння, які мають різну природу. Під час зіткнення ґрунтових частинок з молекулами води останні притягуються цими частинками, утворюючи навколо них плівку. Утримання молекул води відбувається в цьому разі силами сорбції.

Молекули води можуть сорбуватися ґрунтом як із пароподібного, так і з рідкого стану. Завдяки тому, що молекули води не є енергетично нейтральними, а являють собою диполі, тобто частинки з двома полюсами, що несуть заряди

протилежного знака, вони мають здатність притягатися не тільки поверхнею ґрунтових часток, а й зв'язуватися між собою, притягаючись полюсами протилежного знака [48]. Усі молекули сорбованої води перебувають, таким чином, у строго орієнтованому положенні. При цьому міцність фіксації їх найбільша поблизу поверхні ґрунтових частинок, у міру віддалення від них вона поступово зменшується. Залежно від міцності утримання води сорбційними силами фізично зв'язну воду підрозділяють на міцно зв'язану і пухко зв'язану.

Міцно зв'язана вода – це вода, поглинута ґрунтом із пароподібного стану.

Властивість ґрунту сорбувати пароподібну воду називають гігроскопічністю ґрунтів, а поглинуту таким чином воду – гігроскопічною. Таким чином, міцно зв'язана вода це вода гігроскопічна. Вона утримується біля поверхні ґрунтових частинок дуже високим тиском порядку 10^9 Па, утримуючи навколо ґрунтових частинок найтонші плівки. Висока міцність утримання обумовлює повну нерухомість гігроскопічної води. За фізичними властивостями міцно зв'язана (гігроскопічна) вода наближається до твердих тіл. Щільність її сягає $1,5-1,8$ г/см³, вона не замерзає, не розчиняє електроліти, відзначається підвищеною в'язкістю і не доступна рослинам.

Кількість водяної пари, що сорбується ґрунтом, перебуває в тісній залежності від відносної вологості повітря, з яким стикається ґрунт. Чим вона більша, тим більша кількість води сорбується ґрунтом. За низької відповідної вологості повітря (близько 20-40%) має місце сорбція води безпосередньо ґрунтовими частинками з утворенням молекулярного шару. Подальше збільшення відносної вологості повітря зумовлює зростання товщини водної плівки. Граничну кількість води, яка може бути поглинена ґрунтом із пароподібного стану за відносної вологості повітря, близької до 100%, називають максимальною гігроскопічною водою (МГ). За вологості ґрунту, що дорівнює МГ, товщина плівки з молекул води досягає 3-4 шарів. На гігроскопічність ґрунтів і МГ істотно впливають властивості твердої фази ґрунтів, і насамперед ті з них, з якими пов'язана питома поверхня ґрунтових частинок (гранулометричний і мінералогічний склад ґрунтів, ступінь їхньої

гумусованості). Що вищим у ґрунті є вміст мулистий особливо колоїдної фракції, то вищою буде гігроскопічність ґрунтів і МГ. Гумус також збільшує гігроскопічність ґрунту. Тому ґрунти з вищим вмістом гумусу за одного й того самого гранулометричного складу завжди характеризуються більшим значенням МГ [6].

Рихлозв'язана вода також представлена плівкою, що утворилася навколо ґрунтової частинки, але плівкою полімолекулярною. Товщина її може сягати кількох десятків і навіть сотень діаметрів молекул води. За фізичним станом пухкозв'язана вода дуже неоднорідна, що зумовлено різною міцністю зв'язку молекул різних шарів. Тому можна сказати, що вона перебуває у в'язкорідкій формі. Посідає проміжне положення між водою міцнозв'язаною та вільною.

Рихлозв'язана (плівкова) вода, на відміну від міцнозв'язаної, може пересуватися в рідкій формі від ґрунтових частинок із товстими водяними плівками до частинок, у яких вона товща. Пересування цієї води можливе за наявності деякого градієнта вологості і відбувається воно дуже повільно, зі швидкістю кілька десятків сантиметрів на рік. Вміст плівкової води в ґрунті визначається тими ж властивостями ґрунтів, що й вміст максимальної гігроскопічної. У середньому для більшості ґрунтів він становить 7-15%, іноді в глинистих ґрунтах досягає 30-35 і падає в піщаних до 3-5%.

Вільна вода, яка міститься в ґрунті понад рихлозв'язну, перебуває вже поза областю дії сил тяжіння з боку ґрунтових частинок (сорційних) і є вільною. Відмінною ознакою цієї категорії води є відсутність орієнтування молекул води біля ґрунтових частинок. У ґрунтах вільна вода присутня в капілярній і гравітаційній формах [44].

Капілярна вода утримується в ґрунті в порах малого діаметра капілярах, під дією капілярних або як їх ще називають, меніскових сил. Виникнення цих сил зумовлене такими явищами. Поверхневий шар рідини за своїми властивостями відрізняється від її внутрішніх шарів. Якщо на кожну молекулу води всередині рідини рівномірно діють сили тяжіння і відштовхування з боку навколишніх молекул, то молекули, які перебувають у поверхневому шарі рідини, зазнають

одностороннього, спрямованого донизу тяжіння тільки з боку молекул, які лежать нижче за поверхню розділу вода – повітря. Сили, що діють поза рідиною, відносно малі й ними можна знехтувати. Таким чином, поверхневі молекули рідини перебувають під дією сил, що прагнуть втягнути їх всередину рідини. З цієї причини поверхня будь-якої рідини прагне до скорочення. Наявність у поверхневих молекул рідини ненасичених, невикористаних сил зчеплення є джерелом надлишкової поверхневої енергії, яка також прагне до зменшення.

Капілярна вода за фізичним станом рідка. Вона високо рухома, здатна забезпечити поповнення запасів води в поверхневому горизонті ґрунту в разі інтенсивного споживання її рослинами або під час випаровування, вільно розчиняє речовини і переміщує розчинні солі, колоїди, тонкі суспензії. Усі заходи, спрямовані на збереження води в ґрунті або поповнення її запасів (у разі зрошення), пов'язані зі створенням у ґрунті запасів саме капілярної води зі зменшенням її втрат на фізичне випаровування.

Капілярна вода поділяється на кілька видів: капілярно-підвищену, капілярно-підперту, капілярно-посаджену. Капілярно-підвищена вода заповнює капілярні пори при зволоженні ґрунтів зверху (після дощу або поливу). При цьому під промоченим шаром завжди є сухий шар, тобто гідростатичний зв'язок зволоженого горизонту з постійним або тимчасовим горизонтом підґрунтових вод відсутній. Вода, що міститься в промоченому шарі, немов би "висить", не стікаючи, в ґрунтовій товщі над сухим шаром. Тому вона й отримала назву підвищеної.

Капілярно-підвищена вода в ґрунтах зберігається тривалий час, будучи доступною для рослин. Тому ця форма води з екологічного погляду становить особливу цінність. Швидкість пересування капілярно-підвищеної води до поверхні і, отже, швидкість її випаровування, втраги води з ґрунту, визначаються головним чином структурністю ґрунтів. У структурних ґрунтах цей процес іде повільніше і вода довше зберігається в ґрунті.

Капілярно-підперта вода утворюється в ґрунтах під час підйому води знизу від горизонту ґрунтових вод капілярами на певну висоту – це вода, що міститься

у шарі ґрунту безпосередньо над водоносним горизонтом і гідралічно з ним пов'язана, піднірається водами цього горизонту. Капілярно-підперта вода зустрічається в ґрунтово-ґрунтовій товщі будь-якого гранулометричного складу.

Шар ґрунту, що містить капілярно-підперту воду безпосередньо над водоносним горизонтом.

Капілярно-посаджена вода утворюється в шаруватій ґрунтово-ґрунтовій товщі, у дрібнозернистому шарі в разі підстилання його шаром грубішим, над межею зміни цих шарів. У шаруватій товщі через зміну розмірів капілярів на

поверхні розділу тонко і грубодисперсних горизонтів виникають додаткові нижні

меніски, що спричиняє утримання деякої кількості капілярної води, яка ніби

“посаджена” на ці меніски. Тому в шаруватій товщі розподіл капілярної води має свої особливості. Так, на контактах шарів різного гранулометричного складу

спостерігається підвищення вологості, в той час як в однорідних ґрунто-ґрунтах

вологість рівномірно зменшується або в низ за профілем або вгору за профілем.

Вологість шаруватого ґрунтово-ґрунтового товщі за інших рівних умов завжди вища за вологість товщі однорідної.

Основною ознакою вільної гравітаційної води є пересування її під дією сили тяжіння. Вона перебуває поза впливом сорбційних і капілярних сил ґрунту.

Для неї характерний рідкий стан, висока розчинна здатність і можливість переносити в розчиненому стані солі, колоїдні розчини, тонкі суспензії.

Вологоємність ґрунту – здатність поглинати й утримувати певну кількість

води. Водопроникність ґрунтів перебуває в тісній залежності від їхнього

гранулометричного складу та хімічних властивостей ґрунтів, їхнього

структурного стану, густини, порозності, вологості та тривалості зволоження. У

ґрунтах важкого гранулометричного складу вона завжди (за інших рівних умов)

менша, ніж у легких. Сильно знижує водопроникність ґрунтів присутність

набряків колоїдів, особливо насичених Na або Mg^{2+} , оскільки під час зволоження

такі ґрунти швидко набрякають і стають практично водонепроникними. ґрунти

оструктуровані, пухкі характеризуються більшими коефіцієнтами поглинання і фільтрації [44].

Водопроникність ґрунтів вимірюється об'ємом води, що проходить через одиницю площі поперечного перерізу за одиницю часу. Величина ця дуже динамічна і сильно варіює як за профілем ґрунтів, так і просторово. Оцінити водопроникність ґрунтів важкого механічного складу можна за шкалою, запропонованою [36].

У ненасичених водою ґрунтах для кількісної характеристики водопроникності ґрунтів користуються коефіцієнтом водопроникності або коефіцієнтом водопроникності. Він визначається як коефіцієнт пропорційності між швидкістю потоку води і градієнтом сил, що викликають пересування води. Коефіцієнт водопроникності залежить від вологості ґрунтів: збільшується зі збільшенням його вологості і досягає максимуму у волого насиченому ґрунті. У цьому разі його і називають коефіцієнтом фільтрації, але застосовується він для ненасичених водою ґрунтів. Водопідйомна здатність ґрунтів – властивість ґрунту викликати висхідне пересування води, що міститься в ньому, за рахунок капілярних сил.

Висота підйому води в ґрунтах і швидкість її пересування визначаються здебільшого гранулометричним і структурним складом ґрунтів, їхньою порозністю. Чим ґрунти важчі та менш структурні, тим більша потенційна висота підйому води, а швидкість підйому її менша. У ґрунтах об'єднаних висота капілярного підйому знижується, але швидкість руху води велика. Так, у ґрунтах у разі обтяженні їхнього гранулометричного складу водопідйомна сила буде спочатку зростати до певної межі, а потім вона почне зменшуватися.

Пояснюється це тим, що капілярна вода пересувається не в усьому об'ємі пір, а лише в діючому їхньому просвіті. У будь-яких порах у міру зменшення їхнього радіуса капілярні сили спочатку зростатимуть у зв'язку зі зростаючою кривизною менісків, але надалі почнуть падати. За малого розміру пір (1 мкм і менше) увесь їхній внутрішній просвіт (або більша його частина) заповнений зв'язаною плівковою водою й активні діючі пори або зовсім зникають, або просвіт їхній стає настільки малий, що всмоктувальна сила меніска компенсується силами тертя рухомої капілярної води об стінки плівок рідини,

сорбованої грунтом, і пересування капілярної води, а отже, і капілярного підйому відбуватися не може. Вода в таких порах може пересуватися тільки як плівка, дуже повільно. На швидкість підйому води впливає також ступінь мінералізації ґрунтових вод. Високомінералізовані води характеризуються меншою висотою і швидкістю підйому. Однак близьке до поверхні залягання мінералізованих ґрунтових вод (1-1,5 м) створює небезпеку швидкого засолення ґрунтів [37].

Огляд методів агрофізики

Вологість ґрунту та її вимірювання вологість ґрунту є одним із основних чинників родючості. Регулювання режиму вологості стосовно різних ґрунтів для одержання найвищій врожаїв слугує основою розробки раціональної аграрної агротехніки [103]. Тому, визначення вологості ґрунту є найбільш поширеним ґрунтовим аналізом. Найпоширеніший і найнадійнішим способом вимірювання вологості ґрунту є термостатно-ваговий метод. [26]

Вибір проб на природну вологість проводять буром будь-якої конструкції. Проби на вологість слід відбирати відразу після розкриття чергового шару, щоб уникнути втрат вологи. Бюкси з ґрунтом 30-40 г швидко закривають, ставлять у ящики, захищаючи від сонця, потім зважують на технічних вагах. Після чого бюкси поміщають у сушильну шафу з температурою 105-110° С протягом шести годин. Зазвичай після одноразового сушіння протягом цього часу ґрунт набуває постійної ваги. Однак слід переконатися, повторно просушивши його за тієї самої температури ще протягом двох годин.

Щільність складання ґрунту

Щ

і

л

б

н

с

т

Це одна з найважливіших фізичних характеристик, її значення позначаються на всьому комплексі фізичних умов у ґрунті, на водному і

повітряних режимах [73]. Щільність необхідна для вирішення низки практичних завдань: обчислення порозності, запасів води, поживних речовин, гумусу, мікроелементів, норм поливу для зрошення тощо. За щільністю складання верхніх горизонтів судять про окультуреність ґрунту [47]. Сильно ущільнений ґрунт чинить великий опір розвитку кореневої системи рослин і потребує додаткових витрат на подолання опору під час обробітку. У перезволоженому ущільненому ґрунті створюються несприятливі умови для рослин внаслідок зайнятості майже всього об'єму пір водою і нестачі під аерації. Щільний ґрунт погано або зовсім не фільтрує воду. Вода, що надходить на ґрунт, не проникає в ґрунт, а стікає поверхнею, спричиняючи процеси ерозії [58].

Нині для визначення щільності складання ґрунтів різними авторами запропоновано низку методів. Найпоширенішими є буровий метод [21].

Для визначення густини складання цим методом використовують металеві кільця різної висоти та ємності. Найчастіше застосовують кільця висотою 10 см і ємністю 1000 см³. Кільце вганяють у ґрунт без порушення його будови, потім виймають, зверху і знизу зрізають ножем і зважують.

Найдоцільніше визначення щільності складання проводити одночасно з визначенням вологості таким чином. Пробу вологого ґрунту, укладену в кільце, відразу після того, як її відібрали з розрізу, перенесли (дуже акуратно і швидко) над папером у металевий бюкс і зважили з точністю до 0,01 г.

Потім, розділивши масу сухого ґрунту на його об'єм (об'єм кільця), отримують щільність складання ґрунту [22].

Щільність твердої фази ґрунту

Густина твердої фази ґрунту ρ_s або d – це відношення маси твердої фази ґрунту (мінеральні, органічні та інші твердофазні частинки) до його об'єму без урахування пор (синоніми: питома вага твердої фази, власне густина) [37].

Густину твердої фази визначають пікнометрично, у двох повторностях.

Повітряно-сухий ґрунт просівають через сито в 1 мм і беруть на технічних вагах наважку 10 грамів. Чистий пікнометр заповнюють дистильованою водою кімнатної температури. Витирають зовні фільтрувальним папером і, тримаючи його за шийку (щоб не нагрівати рукою), ставлять на технічні ваги і зважують з точністю до сотих грама. Відливають з пікнометра більшу половину об'єму води і через суху ліжку висипають наважку ґрунту. Частинки ґрунту, що пристали до стінок воронки і шийки колби, з промивками змивають водою в пікнометр, приблизно до половини посудини. Підготовлений подібним чином пікнометр ставлять на плитку і кип'ятять 30 хв. Відлік часу беруть з моменту закипання, стежачи за тим, щоб не йшло розбризкування, якщо починає розбризкуватися, зменшити температуру. Після кип'ятіння пікнометр охолоджують до кімнатної температури, доливають водою до мітки, обтирають насухо фільтрувальним папером і зважують на технічних вагах із точністю до сотих. Розрахунок визначення густини твердої фази (ρ_s) ведуть за формулою:

$$\rho_s = \frac{P}{V_s}$$

Величина густини твердої фази ґрунту залежить від густини компонентів ґрунту. Залізні скупчення мають значення 3,50-3,70; слюда 2,70-3,10; кварц 2,60-2,80; ортоклаз 2,54-2,57; гумус 1,20-1,40. Д.А. Роуелл для орієнтовних розрахунків пропонує такі значення густини ґрунтових частинок [72]: супіщані ґрунти – 2,70; легкі суглинки – 2,65; середні суглинки – 2,60; важкі суглинки та глина – 2,55; поверхневий шар чорноземних і сильно гумусованих ґрунтів – 2,40. Конкретні значення на підставі їхніх досліджень коливаються для різних ґрунтів

у такий спосіб: збагачені залізом ілювіальні горизонти підзолістих ґрунтів – 2,70-2,80 і більше; звичайні суглинкові, які містять менш як 10 % гумусу, – 2,60-2,70; поверхневі гумусовані горизонти – 2,40-2,50; ущільнені шари торф'яних ґрунтів, які дуже сильно розклалися – 2,00-2,40; слабо розкладені торф'яні шари – 1,50-2,00. Здебільшого величини густини твердої фази ґрунту використовують для обчислення пористості ґрунтів.

Загальна порозність ґрунту

Загальна порозність ґрунту (синоніми: порозність, пористість, скваженість) (e) – це об'єм ґрунтових пор у ґрунтовому зразку по відношенню до об'єму всього зразка (%; cm^3/cm^3) [19,95]:

$$e = (1 - V_s) \cdot 100,$$

де V_s – загальний об'єм ґрунту;

Оскільки величини V_s може бути визначена як відношення густини складання ґрунту до густини твердої фази, то за величинами P_b і P_s також можна обчислити загальну порозність:

$$P_b$$

$$e (\%) = (1 - \frac{P_b}{P_s}) \cdot 100 \text{ або } e (\%) = \frac{P_s - P_b}{P_s} \cdot 100.$$

Загалом, порозність – це сумарний обсяг пустот, різних за формою, розмірами, напрямком. Загальна пористість показує, яку частку в загальному об'ємі ґрунту становить об'єм пор. Загальна пористість у ґрунтах роздільно-частинкових (піски, супіски) складається з проміжків між гранулометричними

елементами, у грунтах важкого гранулометричного складу, оструктурених – з пор між агрегатами та всередині їх.

Порозність має велике значення при агрономічній характеристиці ґрунтів, оскільки нею обумовлюються найважливіші властивості та процеси, що протікають у ґрунті. З нею пов'язана водопроникність, водоутримувальна і водопідйомна здатності ґрунту, повітроємність і повітрообмін усередині ґрунтової товщі та з атмосферою [71].

Оптимальні умови для життєдіяльності рослин і біологічних процесів створюються за певних співвідношень у ґрунті води та повітря.

Якщо говорити про порозність ґрунту, яка є прямою функцією від густини ґрунту, то і для цієї величини запропоновано низку критеріїв і діапазон оптимальності. Н. А. Качинський запропонував виділяти такі діапазони порозності ґрунту [42].

Порозність ґрунтів %

р В

у З

н Незадовільна для орного шару

50-40

д Н

в

д

Механічний склад ґрунту та методи його визначення

м

Тверда фаза ґрунту і ґрунту, гетерогенна полідисперсна система, складається з мінеральних, органо-мінеральних і органічних часток різного розміру – від молекул для великих механічних елементів – мулу, пилу, піску і камення. Для вивчення ґрунту насамперед необхідно визначати розміри частинок, що складають ґрунт, і вміст частинок різної величини в ньому. Кількісне визначення в ґрунті вмісту елементарних механічних частинок становить головне завдання механічного аналізу [46].

я

ь

в

Механічний склад ґрунтів є важливою генетичною та агрономічною характеристикою. Під час генетичної класифікації ґрунтів виокремлюють види та різновиди досліджуваного ґрунтового типу за механічним складом, з яким значною мірою пов'язана родючість [39].

Від механічного складу залежать майже всі фізичні властивості ґрунтів; порознистіть, водоємність, водопроникиість, водопідйомна здатність, повітряний і тепловий режими та інші.

Механічний склад зумовлює й технологічні властивості ґрунту: твердість, прилипання до ґрунтообробних знарядь; подрібнення пласта під час оранки, а відтак якість оранки та ріллі, питомий опір ґрунту під час обробітку [99].

Наявність глинистих частинок у ґрунтах надає їм пластичності, що має велике значення під час обробітку ґрунтів, під час використання, наприклад у гончарному виробництві, у формувальних цехах.

Механічний аналіз ґрунтів складається з двох етапів: (1) дисперсія ґрунтової маси і (2) аналіз вмісту частинок різного розміру [84]. Основним завданням першого етапу механічного аналізу є відокремлення елементарних ґрунтових часток одна від одної. Для цього необхідно хімічними та фізичними методами зруйнувати той природний "клей", який з'єднує ці частинки. Такими природніми "клеями", що агрегують елементарні ґрунтові частинки, у ґрунті, як правило, є іони Ca^{2+} , органічні речовини, оксиди Fe, Al. На першому етапі необхідно "нейтралізувати" їхню агрегувальну дію. Найкращим методом у цьому разі є застосування пірофосфату натрію і подальший механічний вплив (інтенсивне розтирання ґрунтової пасти, застосування ультразвуку).

Після етапу розділення частинок здійснюється другий етап механічного аналізу: визначення вмісту частинок того чи іншого розміру за допомогою, наприклад, піпет-методу, який ґрунтується на застосування закону Стокса і використовує основні принципи седиментометрії. Ці принципи такі. Використовуються закон Стокса для рівномірного руху кулястих частинок у рідині.

НУБІП України

де v – швидкість падіння твердофазних частинок у рідині, r – радіус частинок, g – прискорення вільного падіння, ρ_s і ρ_w – щільності твердої фази ґрунту і води, n

НУБІП України

– динамічна в'язкість. Враховуючи, що $v=l/t$, тобто відстань (l) на час (t), то можна точно розрахувати глибину, на якій опиняються частинки певного радіуса через певний час. Далі з цієї глибини розрахунковий час треба відібрати пробу суспензії з частинками, меншими (рівними) за заданий радіус. Після деякого часу з цієї ж глибини все можна відібрати пробу з частинками ще менших радіусів.

НУБІП України

Розрахунок різниці між концентрацією частинок у першій і другій пробах дасть концентрацію частинок певного діапазону радіусів, тобто концентрацію деякої фракції механічних елементів. Знаючи об'єм посудини, в якій відбувається осадження, і об'єм проби, за концентрацією суспензії нескладно розрахувати і вміст фракції в навазці ґрунту.

НУБІП України

Методи вивчення структури

Під структурою ґрунту розуміють сукупність окремоостей, або агрегатів, різних за величиною, формою, порозністю, механічною міцністю та водостійкістю, характерних для кожного ґрунту та його горизонтів [80].

НУБІП України

Структура ґрунту є одним із найголовніших чинників його родючості. У структурному ґрунті створюються оптимальні умови водного, повітряного та теплового режимів, що своєю чергою, зумовлює розвиток мікробіологічної діяльності, мобілізацію та доступність поживних речовин для рослин [86].

НУБІП України

Аналітично структурність ґрунту визначається методом розсіювання на ситах. Для цієї мети беруть великі зразки (2,5 – 5 кг) і невеликими порціями обережно розсіюють у наборі сит. Кожну фракцію збирають, зважують і розраховують вміст її у відсотках до маси взятого ґрунту.

НУБІП України

Для отримання порівняних результатів зразки слід аналізувати, довівши їх до повітряно-сухого стану. Крім того, сирий ґрунт забиває сита, що сильно ускладнює роботу [14].

Про якість структури судять за її водостійкість, механічною міцністю, порозністю. Методи визначення водостійкості можна поділити на дві групи: прямі та непрямі [37]. Прякими методами безпосередньо визначається кількість водостійких і неводостійких агрегатів. До них можна відвести: мікроагрегатний аналіз (за Качинським, Астаповим), мікроагрегатний – методи фракціонування ґрунту на ситах у воді (за Саввіновим, Вершиніним і Ревутом, Бекаревичем); метод розмокання агрегатів у стоячій воді та інші.

До непрямих належать такі методи, коли про водостійкість судять за іншим показником, наприклад, за зміною водопроникності (метод і прилад Фадєєва-Вільямса); за кількістю води, що пішла на розмивання агрегатів (краплинний метод Вілейського) тощо.

Про природу водостійкості ґрунтових агрегатів можна судити за порозністю їх. Для визначення порозності розроблено методи: парафінування, гасовий, метод шліфів (мікроскопічний) [70].

Водостійкість ґрунтових агрегатів зумовлена різною природою “клейких” речовин, що беруть участь у структуроутворенні, їхнім зв’язком із механічними елементами.

Методи вивчення твердості

Твердість - опір ґрунту проникненню в нього тіла (металевого плунжера) певної форми [39].

Висока твердість ґрунту часто знижує схожість насіння, чинить механічний опір кореневій системі рослин, що розвивається, впливає на розвиток рослин, змінюючи водний, повітряний і тепловий режими ґрунту. Твердість важлива технологічна характеристика ґрунту. Під час роботи плуга підрізання шару ґрунту здійснюють у вертикальному напрямку ножем і в горизонтальному лемешем. Моделюючи роботу плуга в ґрунті, визначають опір розклинюванню

або розрізуванню у вертикальному й горизонтальному напрямках і виражають розклинювальний опір у кПа, використовуючи як датчики в твердомірах загострені наконечники плунжери у вигляді конуса, клина або циліндра з малою площею. Що вища твердість ґрунту, то більший опір чинить він розклинюванню

Для визначення твердості ґрунту запропоновано кілька конструкцій приладів: твердоміри Горячкіна, ШКАОМа (Висоцького), Качинського, Голубева, Рев'якіна, Алексеева та інші [71].

Твердомір Рев'якіна належить до серії приладів натискного типу. Ним, можливо, визначати твердість до глибини 50 см. Робочою частиною приладу є плунжер діаметром 2 см, який нагвинчений на нижній кінець штока. На верхньому кінці штока надіта рукоятка. Між шайбою на штоку і гайкою на рукоятці вставлена клапанна вимірювальна пружина. До приладу додаються змінні вимірювальні пружини з діаметром дроту 3, 4 і 5 мм, які використовуються залежно від твердості ґрунту. Кожна пружина має бути заздалегідь і мати тарувальний графік. Початкове положення змінної пружини встановлюють регулюванню гайкою пружини на рукоятці.

Твердомір має самописний пристрій, що дає змогу фіксувати зміну опору стисненню за глибиною занурення плунжера в ґрунт.

На початку роботи закладають паперову стрічку і змінивши в пружинній скобі олівець самописця, прокреслюють на ній нульову лінію. Потім твердомір встановлюють в ґрунт у строго вертикальному положенні; основа його має стискатися з ґрунтом. Натисканням руками на рукоятку шток із плунжером вдавлюють у ґрунт. При цьому пружина стискається пропорційно опору, який чинить ґрунт. На стрічці самописного пристрою фіксується відповідна крива. На підставі отриманих даних визначають середню величину по осі ординат (у мм) і потім, знаючи, скільки кілограмів припадає на один міліметр стиснення пружини, обчислюють середню величину опору ґрунту стисканню. Показником твердості ґрунту, вираженої в $\text{кг}/\text{см}^2$ (кПа), служить відношення величини середнього опору до площі плунжера.

Повторність визначення п'ятикратна; при обчисленні остаточних даних використовують середню величину.

Визначення загальної біологічної активності ґрунту

Загальну біологічну активність ґрунту (і актуальну, що характеризує ґрунт у природних умовах, і потенційну, що характеризує ґрунт у спеціально створених оптимальних умовах для досліджуваного процесу) визначають різними мікробіологічними, біохімічними, фізіологічними та хімічними методами.

Найпоширеніші методи визначення загальної біологічної активності: за диханням ґрунту та розкладанням целюлози.

Загальна біологічна активність – одна з найважливіших агроґрунтових характеристик, оскільки чітко відображає зміни, що відбуваються в ґрунті від впливом культурних рослин, різноманітних обробок, внесених добрив, меліорантів та інших антропогенних чинників [14;31].

Метод Штанова [14]. У польових умовах на поверхню ґрунту без рослинності під ковпак ставлять підставку на яку встановлюють чашку Петрі або широкий бюкс із 0,1 мольним розчином NaOH (поглинається CO₂). Розчин має покривати дно посудити тонким шаром плоскодонну посудину з 1% - ним розчином H₂SO₄ шаром 0,5 – 1 см для ізоляції від зовнішнього повітря. На підставці в неї встановлюють посудину з поглиначем, накриту ковпаком-ізолятором. Через 1-3 години розчин поглинача зливають через лійку в конічну колбу, споліскують лійку і порцелянову чашку дистильованою водою без CO₂. 50%-го розчину BaCl₂ для зв'язування поглиненої CO₂.

Л.О. Карпачевський та інші модифікували метод Штанова: вуглекислий газ із поверхні ґрунту поглинають 2-5 мм 0,1 мольною KOH у бюксах діаметром 5-6 см за відсутності посудини-ізолятора. Після закінчення терміну експозиції – 20 мін – луг відтитрують 0,5 мольною H₂SO₄ з мікробюретки та фенолфталеїном.

Кількість поглиненої CO_2 – O обчислюють за формулою:

НУБІП УКРАЇНИ

де a – кількість H_2SO_4 , що пішла на титрування вихідного луку; b – після експозиції; n – молярність кислоти; S – площа поглинача, cm^2 ; T – час поглинання.

НУБІП УКРАЇНИ

b – витрати праці та часу в цьому варіанті менші, ніж у методі Штатнова. Отримана величина O характеризує прикордонні умови системи ґрунт – атмосфера [14].

НУБІП УКРАЇНИ

S – Метод визначення загальної біологічної активності ґрунту за інтенсивністю розкладання целюлози. Полягає в поміщенні в ґрунт на певну глибину зразка лляного полотна і витримуванні його протягом заданого часу. Інтенсивність розкладання целюлози встановлюють за зменшенням маси зразка.

НУБІП УКРАЇНИ

До стерильної скляної пластини або полімерної плівки прикріплюють тканину. Ширина пластини з тканиною має бути 10 см, а довжина дорівнює потужності (глибині) досліджуваного горизонту (для орного шару – глибини оранки). Стерильними ножом і лопаткою роблять ґрунтовий розріз і до

НУБІП УКРАЇНИ

вертикальної стінки щільно притискають пластину з полотном так, щоб верхній край тканини був 3-5 см глибше рівня поверхні ґрунту. Пластину продавлюють ґрунтом і засипають розріз. Дослід проводять у 3-5-кратній повторності. На місцях закладення пластин із тканиною ставлять етикетки. Якщо досліджують ґрунтовий профіль на всю глибину (до материнської породи), пластинки з тканиною закріплюють за генетичними горизонтами знизу вгору.

НУБІП УКРАЇНИ

Лляне полотно витримують у ґрунті один, два, три, чотири і більше місяців або вегетаційний період залежно від цілей експерименту; можливо, витягати

НУБІП УКРАЇНИ

поєднувати послідовно в часі кілька поставлених пластин із тканиною для виявлення динаміки процесу розкладання полотна мікроорганізмами, що целюлозо-розкладають целюлозу.

Після закінчення заданого часу пластини з тканиною обережно відкопують, еструшують ґрунт; лляне полотно промивають водою, висушують і зважують. За різницею в масі встановлюють ступінь розкладання полотна.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2

2. УМОВИ, МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДОЛОГІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

НУБІП України

2.1. Агрокліматична характеристика Черкаської області та території дослідження

Черкаська область розташована у центрі України, температура: Сміла розташована в помірному кліматичному поясі з характерною сезонністю. Зими зазвичай прохолодні, з середньою температурою навколо -5°C в січні. Літа спекотні з середньою температурою близько $+25^{\circ}\text{C}$ в липні.

Опади: Вологість різко збільшується влітку. Черкаська область отримує близько 600-700 мм опадів на рік, з основною кількістю опадів впродовж теплих місяців.

Сонячна активність: Район Сміли має достатню кількість сонячних днів, зокрема влітку, що сприяє росту сільськогосподарських культур.

Вітряні умови: вітри в Черкаській області різко змінюють напрямок протягом року. Вони можуть впливати на розповсюдження пилку та пестицидів, що використовуються в сільському господарстві.

Заморозки: весняні та осінні заморозки можуть бути проблемою для сільськогосподарських культур, і сільськогосподарські практики повинні бути адаптовані до цих умов.

Площа області становить 20,9 км². Сільськогосподарські угіддя становлять 14,548 км² (70% загальної площі), з них рілля – 12,736 тисяч км².

Ґрунти на дослідницькій станції переважають чорноземи, пісові, піщані, глинисті та солонці. Типи ґрунтів можуть варіюватися в залежності від конкретного місця і географічного району.

Середньобагаторічний показник ГТК за даними метеопосту м.Сміла, що розташований на території проведення досліджень, становить 1,01 та коливався в межах 0,72 по 1,14.

Ґрунт дослідної ділянки - чорнозем типовий важкосуглинковий середньопотужний слабокислий, рН ґрунту 4,9-5,6, гумус 4,5%.

Об'єкти та методика проведення досліджень

2.2.1 Об'єкти проведення досліджень

Об'єктом досліджень був ґрунт ланки сівозміни ячмінь – цукровий буряк на різних варіантах удобреності. Ґрунт - чорнозем типовий важкосуглинковий середньопотужний слабозмитий, крутизна схилу 0-20. Обробіток ґрунту проводиться у вигляді основної (оранка на глибину 20-22 см) і 3-4 культиваций залежно від забур'яненості поля. У полі чистого пару під озиму пшеницю вноситься 40 т/га органічного добрива у вигляді гною ВРХ, а решта культур (озима пшениця, цукрові буряки, ячмінь і кукурудза на зерно) використовують його післядії. Так само з осені на максимальному фоні вносять мінеральні добрива в дозі NPK_{90} на удобрену ділянку.

2.2.2 Методика та схема проведення досліджень

В основу розробки методики проведення досліджень покладено загальноприйняті методи з проведення польових дослідів (методика державного сортовипробування, чинні ДСТУ та сертифіковані методики), а також методичні рекомендації, розроблені в лабораторії землеробства та рослинництва агрономічного факультету в попередні роки.

Основний метод досліджень - польовий дослід.

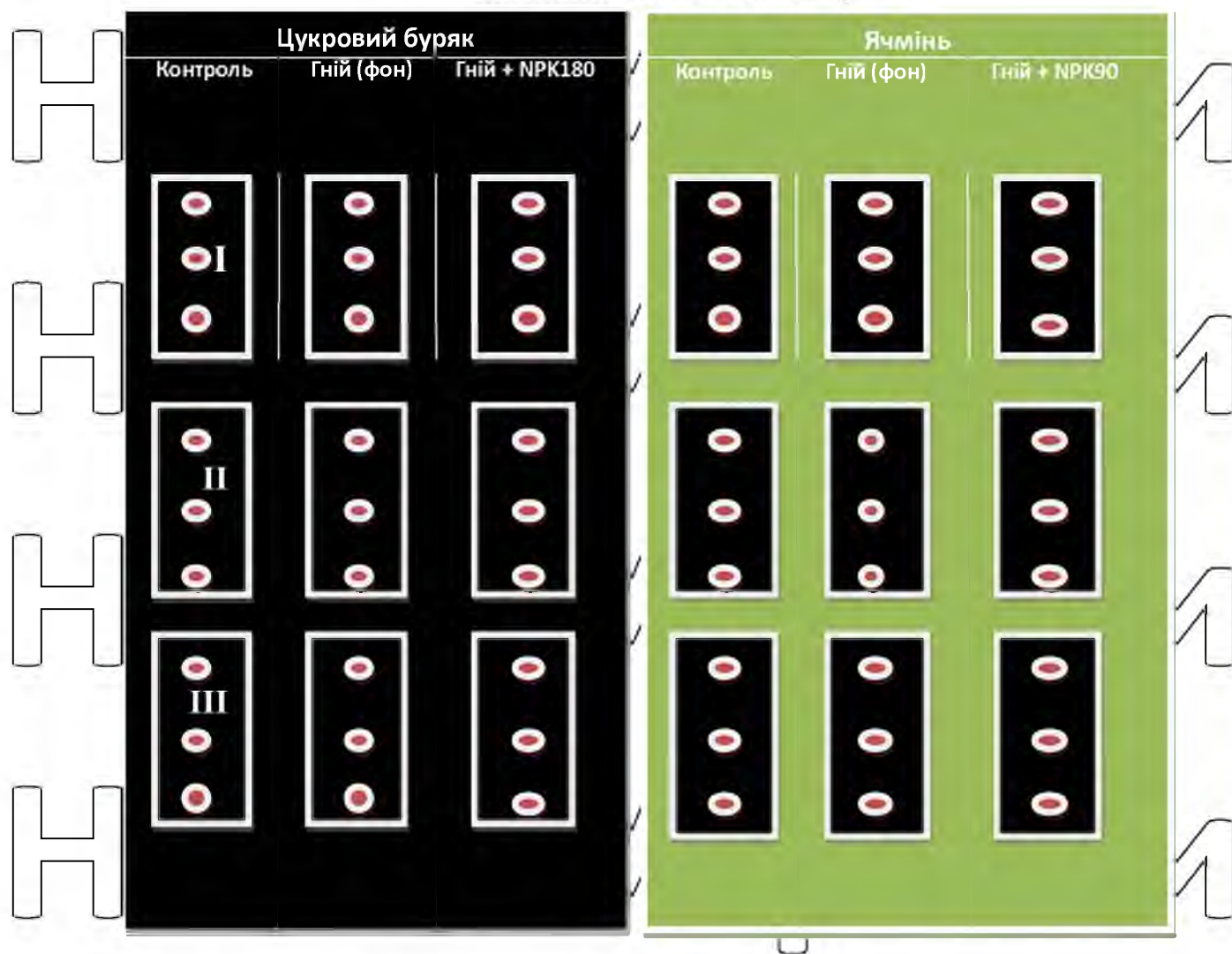
Дослідження проводилися на дослідній ділянці лабораторії Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН».

Одно факторний дослід закладався за методом розщеплених ділянок, що включав фактор А (основний обробіток ґрунту), три градації фактора В (добрива). Повторність у досліді трьох кратна. Таким чином, вивчалось 3 варіанти для кожної культури з різним фоном удобреності.

НУБІП України

Повторність у досліді трьох кратна

Малюнок 1. Схема досліду



РОЗДІЛ 3

ДИНАМІКА ЗАГАЛЬНИХ ЗАПАСІВ ВОЛОГИ В ҐРУНТІ ЛАНКИ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК

номера повторень

Динаміка загальних запасів вологи в ґрунті ланки сівозміни
ячмінь-цукровий буряк

НУБІП УКРАЇНИ

Протягом вегетаційного періоду цукровий буряк витрачає велику кількість вологи. Споживання вологи протягом вегетації йде нерівномірно і залежить від

НУБІП УКРАЇНИ

інтенсивності росту та розвитку, температури, розвитку кореневої системи та наявності вологи в ґрунті.

Щоб отримати дружні та повноцінні сходи, необхідно мати у верхньому шарі ґрунту (0-10 см) не менше 10 мм продуктивної вологи.

Таблиця 3.1

Відстань між рядами, м	Шар ґрунту, см	р.	Загальний запас в мм	р.
1				
2				
3				
4				

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

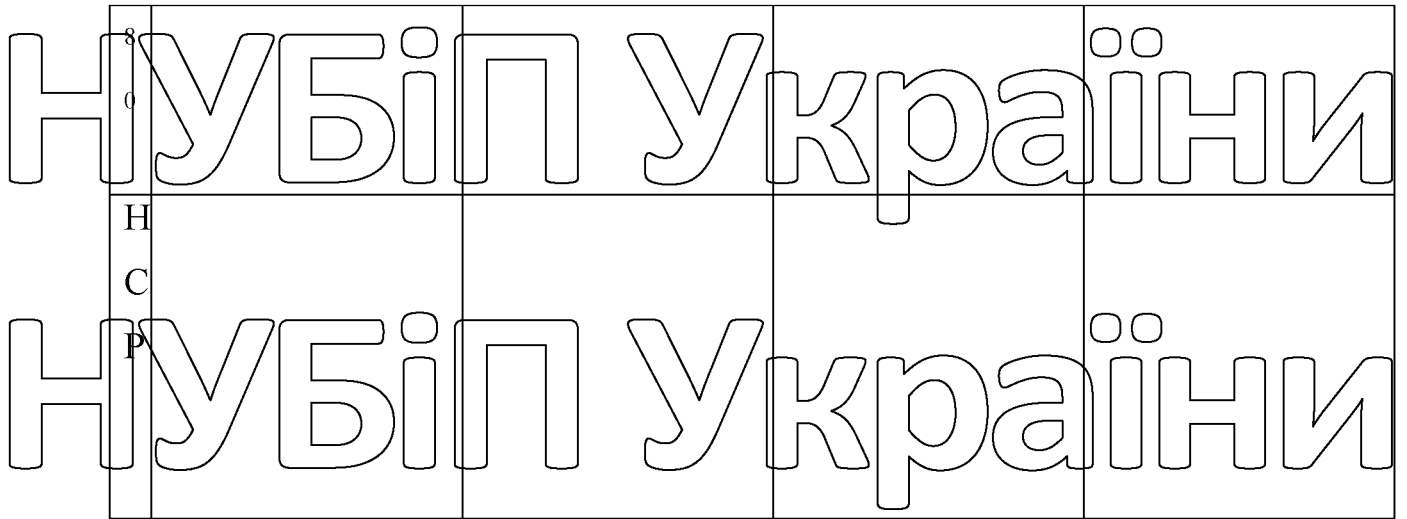
НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

С
Л
Я
Д
І
Я
Г
Н
О
Ю
4
О
Г
/
Г
А
-
Ф
О
Н
Ф
О
Н
Н
Р
К
І



Динаміка загальних запасів вологи в ґрунті під цукровим буряком

Аналізуючи (табл. 3.1) можна сказати, що загальний запас вологості ґрунту на цукрових буряках у шарі від 0-40 до 0-100 зменшується від контролю до максимального фону. Це пов'язано з вегетаційною масою, яка потребує в період росту великої кількості вологи.

Таблиця 3.2

Варіант	Шар ґрунту, см	Загальний запас в мм		
		р.	Зр.	р.
Контроль				
Післядія гною 40т/га-фон				
Фон + NPK ₉₀				
НСР ₀₅				

Динаміка загальних запасів вологи в ґрунті під ячменем



Аналізуючи (табл. 3.2) можна сказати, що загальний запас вологості ґрунту на ячмені в шарі від 0-40 до 0-100 зменшується від контролю до максимального фону. Це пов'язано з вегетаційною масою, яка потребує в період росту великої

кількості вологи. Значна кількість вологи зберігається на контролі це прослідковується з весни до осені мала кількість елементів живлення слабкий розвиток вегетації.

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 4

СТРУКТУРА ҐРУНТУ В ЛАНЦІ СІВОЗМИНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК

НУБІП України

4.1 Структура ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

Під структурою ґрунту розуміють сукупність окремоостей, або агрегатів, різних за величиною, формою, порозністю, механічною міцністю та водостійкістю, характерних для кожного ґрунту та його горизонтів. Структура ґрунту є одним із найголовніших чинників його родючості. У структурному ґрунті створюються оптимальні умови водного, повітряного й теплового режимів. Що, своєю чергою, зумовлює розвиток мікробіологічної діяльності, мобілізацію та доступність поживних речовин для рослин

Таблиця 4.1

Варіант	Шар ґрунту, см	року	року	року

НУБІП України

Контроль	НУБІП	України
Післядії гною 40т/га- фон	НУБІП	України
Фон NPK ₁₃₀ HCP ₀₅	НУБІП	України

Структура ґрунту під цукровим буряком

З аналізу даної (табл. 4.1) видно, що стан ґрунту загалом на всіх варіантах відмінний і добрий. І суттєвих відмінностей між варіантами не спостерігається.

Таблиця 4.2

В	Шар ґрунту,	р.	р.	р.
а	0-5 см			
р				
і				
а				
н				
т		8		
К		8		
о				
н				
т				

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

Р
о
л
ь

П
і
с
л
я

Д
і
я

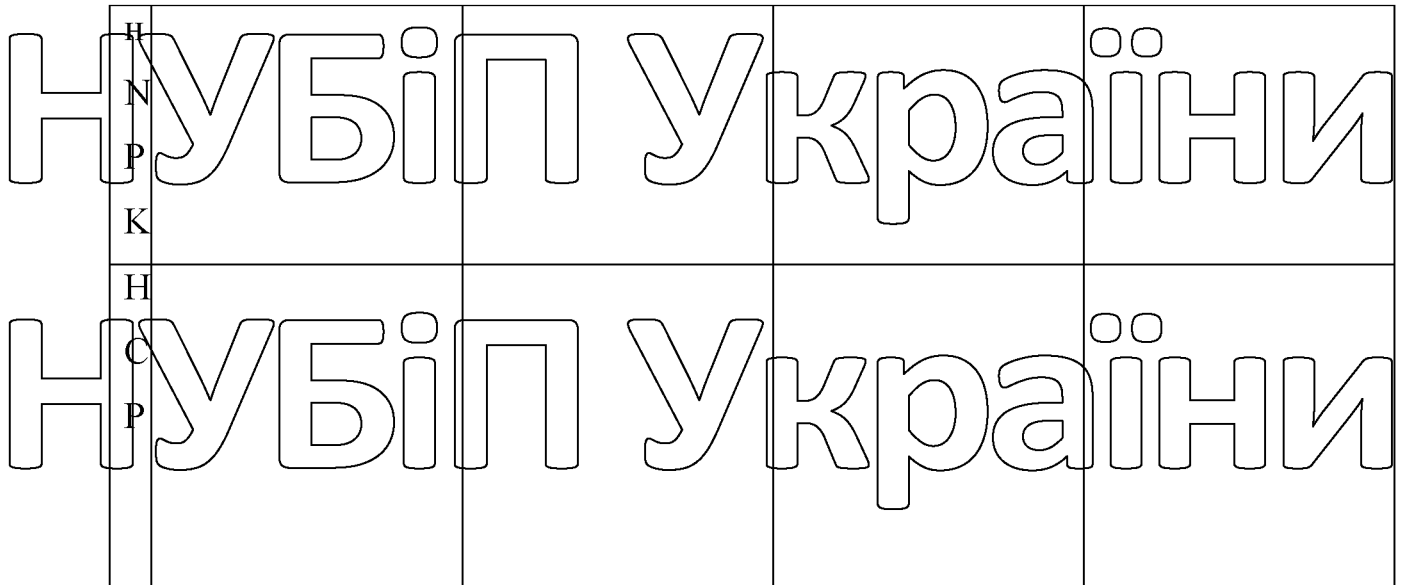
Г
н
о
ю
4
0

Т
г

а

-
ф
о
н

Ф
о



Структура ґрунту під ячменем

Усереднені показники структури ґрунту ячменю за варіантами удобреності в динаміці наведені в (табл. 4.2) з якої видно, що структурний стан ґрунту загалом на всіх варіантах відмінний і добрий. Суттєвих відмінностей між контролем, фоном і максимальним фоном не спостерігається.



4.2 Водостійкість структури ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

Важливим показником структури є її стійкість до зовнішніх впливів, серед яких найбільш суттєвим є вплив води. Це надзвичайно важливо, тому що ґрунт має зберігати свою унікальну грудкувату зернисту структуру після рясних опадів і подальшого легкого підсушування, коли утворюється не щільна, непроникна для газів і води кірка, а знову добре помітні ґрунтові грудочки агрегати.



Таблиця 4.3

В	Шар ґрунту,	24.04.2022		
а	см	року	року	року
р				
і				

а
н
т
НУБІП у країни

К
о
н
т
р
НУБІП у країни

о
л
ь
НУБІП у країни

П
і
с
л
я
д
НУБІП у країни

і
я
г
НУБІП у країни

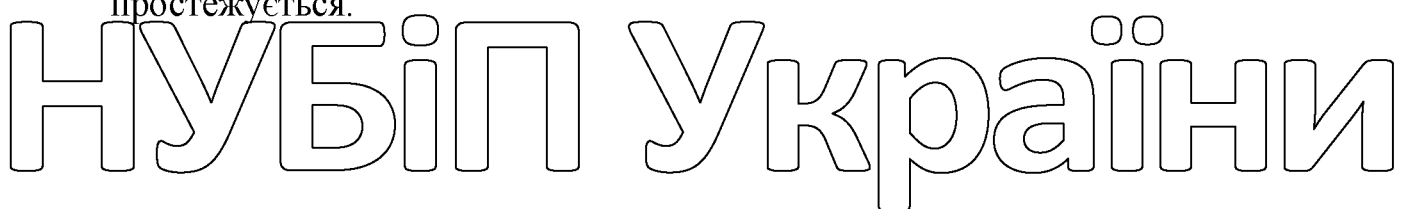
н
о
ю
4
0
НУБІП у країни

т
г
НУБІП у країни



Водостійкість структури ґрунту під цукровим буряком

Водостійка структура цукрових буряків, яка наведена в (табл. 4.3), показує, що оцінка вмісту водостійких агрегатів добра за всіма варіантами удобрення, а також протягом усієї вегетації. Суттєвої різниці у відсотковому вмісті водотривких агрегатів упродовж вегетації за варіантами удобрення та за шарами ґрунту не простежується.



НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 4.5

В Шар ґрунту,
а см

НУБІП України

р
і
а
н
т

НУБІП України

К
о
н
т

НУБІП України

Р
о
л
ь

НУБІП України

П
і
с
л
я

НУБІП України

д
і

я
г
н
о
ю
4
о
т
/
т
а
ф
о
н
ф
о
н
н
р
к
н
с
р

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП УКРАЇНИ

Водостійкість структури ґрунту під ячменем

Водостійка структура під ячменем, яка наведена в (табл. 4.5), показує, що оцінка вмісту водостійких агрегатів хороша за всіма варіантами удобрення, а також упродовж усієї вегетації. Суттєвої різниці у відсотковому вмісті водотривких агрегатів упродовж вегетації за варіантами удобрення та за шарами ґрунту не простежується.

НУБІП УКРАЇНИ

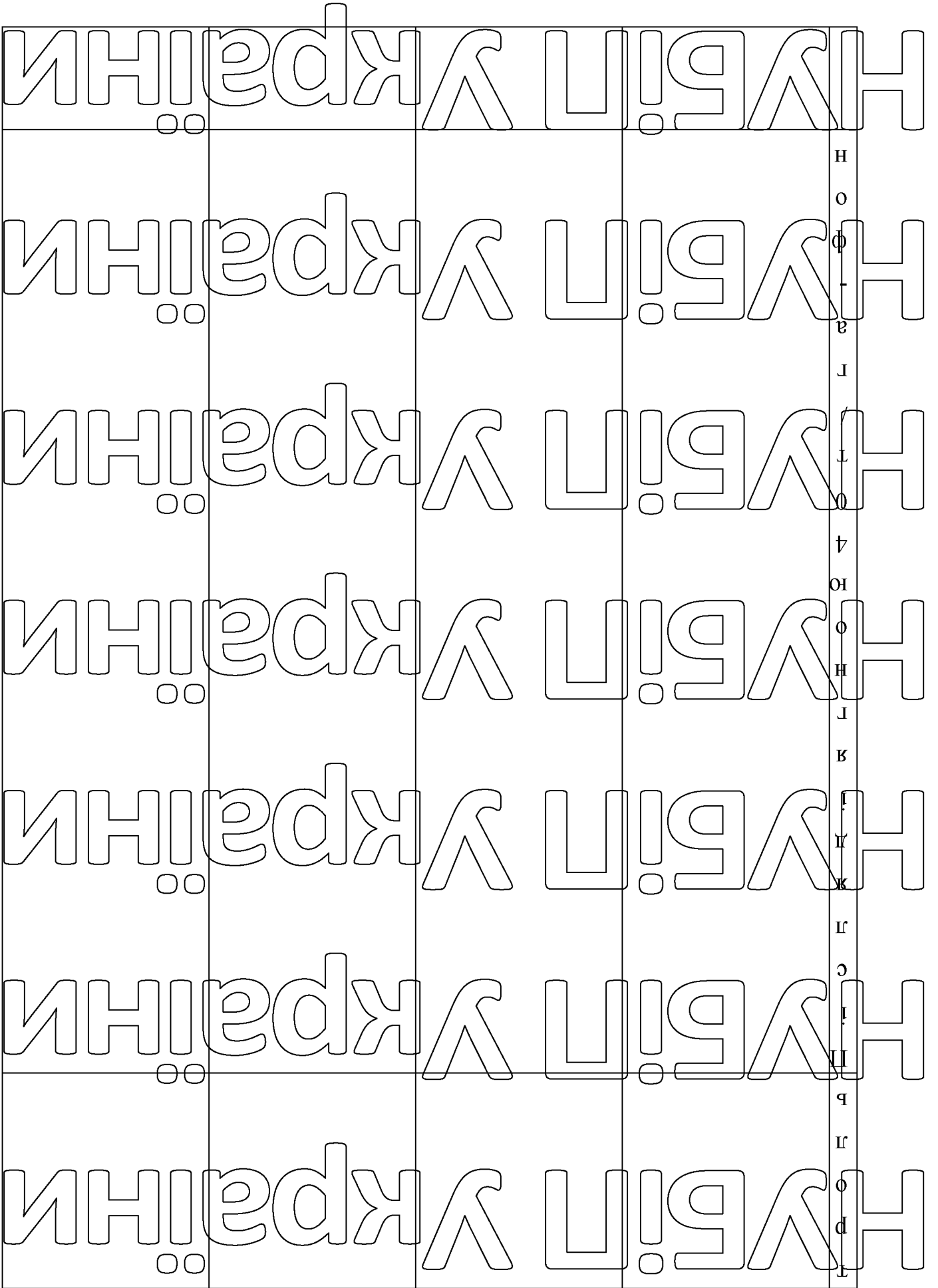
4.3 Щільність ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

Щільність ґрунту - одна з основних, фундаментальних властивостей ґрунту. Без знання цієї величини неможливі жодні розрахунки, жодна кількісна оцінка ґрунтів. Тому дані щодо густини ґрунтових шарів і горизонтів обов'язково супроводжують повну характеристику ґрунтового профілю.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 4.6

Варіант	Шар ґрунту, см			
К		0		
О		0		
Н		0		



Ф	НУБІП	У	КРАЇНИ
О	НУБІП	У	КРАЇНИ
Н	НУБІП	У	КРАЇНИ
К	НУБІП	У	КРАЇНИ
1	НУБІП	У	КРАЇНИ
8	НУБІП	У	КРАЇНИ
0	НУБІП	У	КРАЇНИ
Н	НУБІП	У	КРАЇНИ
С	НУБІП	У	КРАЇНИ
Р	НУБІП	У	КРАЇНИ

Щільність ґрунту під цукровим буряком

Аналізуючи густину ґрунту під цукровим буряком видно, що пущина перебуває в оптимальному діапазоні, проте слід звернути увагу, що відбувається незначне ущільнення ґрунту в літній та осінній період порівняно з весняним (табл. 4.6).

НУБІП	У	КРАЇНИ
НУБІП	У	КРАЇНИ
НУБІП	У	КРАЇНИ
НУБІП	У	КРАЇНИ

Таблиця 4.7

В Шар ґрунту,
см

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

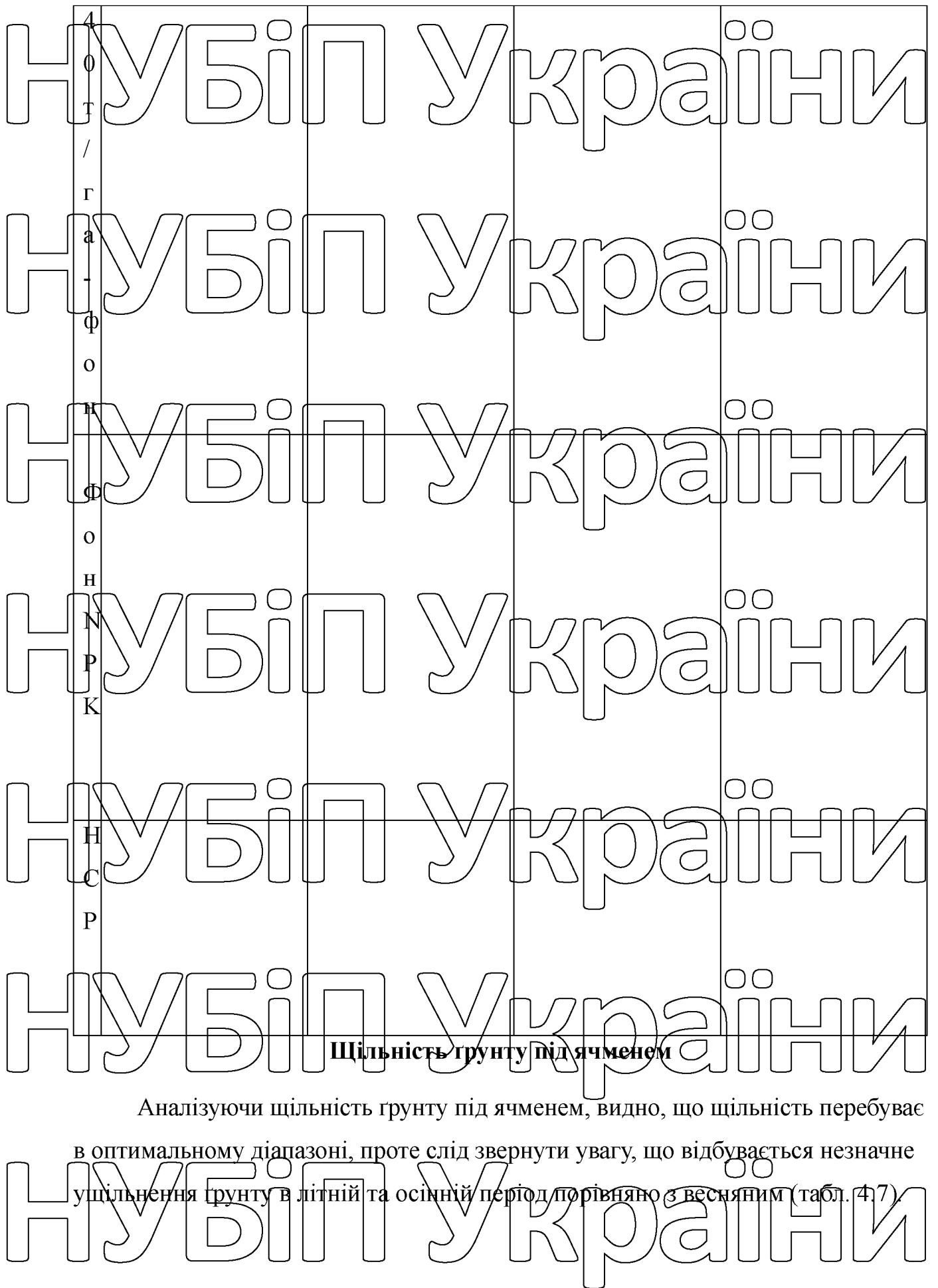
НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

К
о
н
т
р
о
л
ь
П
і
с
л
я
д
і
я
г
н
о
ю



Щільність ґрунту під ячменем

Аналізуючи щільність ґрунту під ячменем, видно, що щільність перебуває в оптимальному діапазоні, проте слід звернути увагу, що відбувається незначне ущільнення ґрунту в літній та осінній період порівняно з весняним (табл. 4.7).

4.4 Твердість ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

Твердість – це здатність ґрунту в природному стані чинити опір розклинюванню, стисненню, розриву. Величина твердості залежить від вологості ґрунту, його структурності. При висушуванні ґрунту твердість збільшується, знижує схожість насіння, чинить механічний опір кореневій системі рослин, що розвивається, впливає на розвиток рослин. Збільшення витрат на обробіток.

Таблиця 4.8

Варіант	Шар ґрунту, см
Контроль	
Післядія гною 40т/га-фон	
Фон НРК ₁₈₀	

НУБІП України

НСР₀₅

Твердість ґрунту під цукровими буряками

Аналізуючи (табл. 4.8) твердість ґрунту на контролі в шарі 0-5 до 0-30 навесні пухка, влітку в шарі 0-5 до 0-30 пухкувата, в осінній місяць зменшення в шарі 0-5 до 0-30 пухкувата. На фоні навесні твердість по Горячнику в шарі 0-5 до 0-15 рихлувата так само і в шарі 0-20 до 0-30, влітку твердість по всьому шару рихлувата, восени простежується аналогічна картина. На максимальному фоні навесні в шарі 0-5 до 0-30 рихлувата, влітку аналогічно осені твердість рихлувата.

Таблиця 4.9

Варіант	Шар ґрунту, см
Контроль	
Післядія гною	
40т/га-фон	

Фон НРК₉₀

НСР₀₅

Твердість ґрунту під ячменем

З (табл. 4.9) твердість ґрунту на контролі в шарі 0-5 до 0-30 навесні пухка, влітку спостерігається ущільнення в шарі 0-20 до 0-30, в осінній місяць зменшення твердості за рахунок збільшення вологості. На тлі навесні твердість по Горячнику в шарі 0-5 до 0-15 пухка, в шарі 0-20 до 0-30 змінюється до твердуватої, влітку твердість по всьому шару пухка, восени простежується аналогічна картина. На максимальному фоні навесні в шарі 0-10 рихлувата, а в шарі 0-30 йде збільшення твердості до твердуватої, влітку аналогічно осені твердість збільшується в шарі 0-30 до твердуватої, восени зменшення твердості до рихлуватої.

4.5. Загальна біологічна активність ґрунту в ланці сівозміни ячмінь – цукровий буряк

Таблиця 4.10

Варіант	Шар ґрунту в см		
Контроль			

НУБІП України

Післядія гною
40т/га-фон

НУБІП України

Фон NPK₁₈₀

NCP₀₅

Біологічна активність ґрунту під цукровим буряком за розкладанням целюлози

НУБІП України

Аналізуючи (табл. 4.10) можна сказати, що біологічна активність ґрунту цукрових буряків за розкладанням целюлози найвища на максимальному фоні. Влітку біологічна активність ґрунту в шарі 10-20 висока. Висока біологічна активність простежується на всіх варіантах особливо в шарі 10-20. Восени біологічна активність зменшується.

НУБІП України

Таблиця 4.11

В Шар ґрунту в

а см

НУБІП України

р і а н т

НУБІП України

К о н т

НУБІП України

р о

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

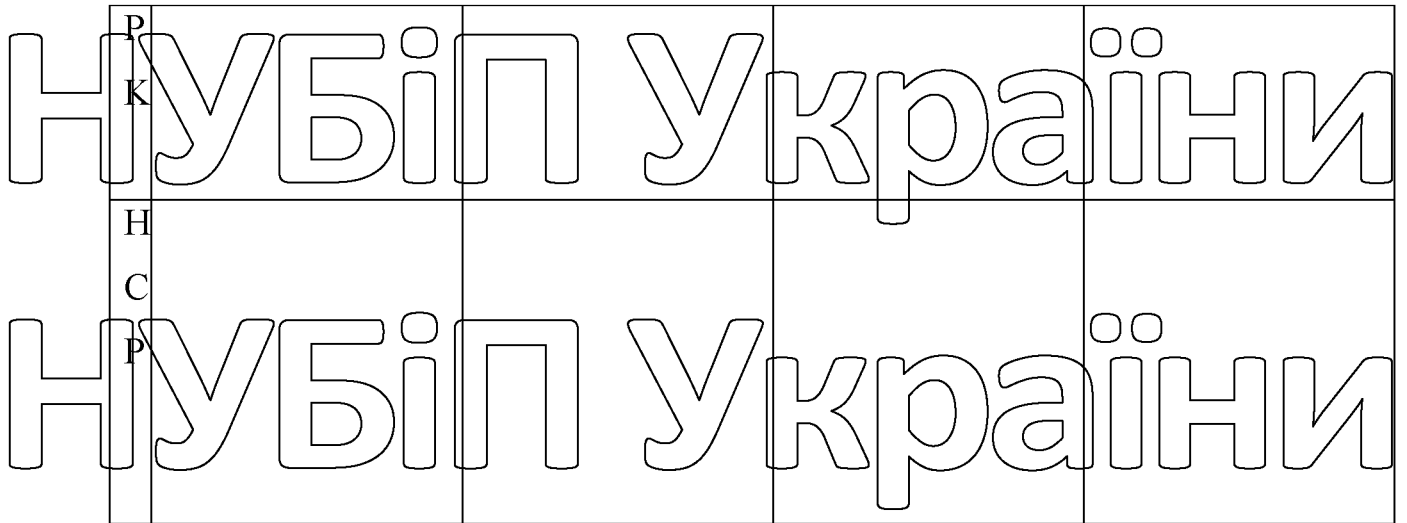
НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

НУБІП у країїни

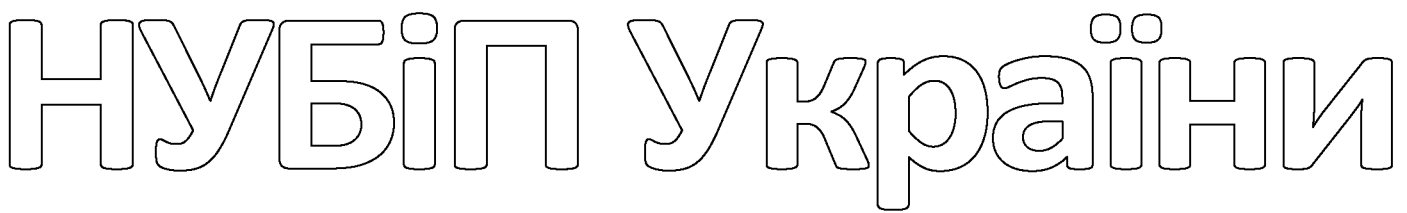
НУБІП у країїни

Д
Ь
П
і
С
Л
Я
Д
і
Я
Г
Н
О
Ю
4
О
Г
/
Г
а
-
Ф
Ф
Н
Ф
О
Н
N



Біологічна активність ґрунту під ячменем за розкладанням целюлози

Аналізуючи (табл. 4.11) можна сказати, що біологічна активність ґрунту ячменю щодо розкладання целюлози найвища на максимальному фоні. Навесні на контролі біологічна активність у шарі від 10-30 хороша, восени вона стає низькою. Це пов'язано зі зменшенням кількості продуктивної вологи. Біологічна активність на фоні впродовж вегетації висока.



Таблиця 4.12

	Експозиції	Весна	Літо	Осінь
Варіант	я			
	1-9ч			
Контроль	2-11ч			
	3-13ч			
Гною	1-9ч			
	2-11ч			

40т/га-фон	3-13ч				
фон	1-9ч				
NPK ₁₈₀	2-11ч				
NCP ₀₅	3-13ч				

Біологічна активність ґрунту під цукровим буряком за виділенням CO₂

Аналізуючи (табл. 4.12), біологічна активність ґрунту на цукровому буряку за виділенням CO₂ є високою і значно не змінюється за весняні та літні місяці. Восени біологічна активність зменшується.

Таблиця 4.13

Вариант	Експозиція	Весна	Літо	Осінь
Контроль	1-9г 2-11г 3-13г			
Гній	1-9г 2-11г 3-13г			
40т/га-фон	1-9г 2-11г 3-13г			
Фон	1-9г 2-11г 3-13г			

Біологічна активність ґрунту під ячменем за виділенням CO₂

З (табл. 4.13) видно, що найбільше виділення CO₂ на полі ячменю відбувається з червня по липень, це говорить про те, що найвища біологічна активність відбувається в літні місяці, а в осінні місяці відбувається поступове пригнічення біологічної активності ґрунту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5

**ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ рН СОЛЬОВОЇ ТА НГ
ГІДРОЛІТИЧНОЇ КИСЛОТНОСТІ В ЛАНЦІ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ –
ЦУКРОВИЙ БУРЯК**

НУБІП України

Таблиця 5.1

Шар ґрунту,

рН сол. мг/екв на 100 г ґрунту

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

НУБІП у країни

В
а
р
і
а
н
т
К
о
н
т
р
о
л
ь
П
і
с
л
я
д
і
я
г
н
о
ю
4
о
т
/
т
а

СМ

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

НУБІП у країні

рН
Аналізуючи (табл. 5.00) ~~морунагакаіапу крорінь буррдант~~ у водній витяжці на контролі в шарі 0-3 слабокислий, а в шарі 0-20 рН сольовий змінюється ближче до нейтрального у весняні місяці до слабокислого в літні й осінні місяці, в шарі фоні в шарах 0-3-30-40 впродовж вегетації у весняні та літні місяці слабокисла,

а в осінні місяці нейтральна. На максимальному фоні рН сол. ґрунту водній витяжці навесні в шарі 0-30 ближче до нейтральної, впродовж вегетації рН сол. ґрунту водній витяжці в шарі 0-20 і 30-40 середньокисла і не змінюється.

НУБІП у країні

НУБІП України

Таблиця 5.2

Варіанти	Шар ґрунту, см	Терміни проведення досліду		
1				
2				
3				
4				
5				
6				



Аналізуючи (табл. 5.2) можна сказати, що рН сол. ґрунту у водній витяжці на контролі в шарі 0-3 ближче до нейтральної, а в шарі 0-20 рН сол. змінюється, від середньоокислої весняні місяці до слабоокислої в літні та осінні місяці, в шарі рН сол. на фоні в шарах 0-3-30-40 слабокисла. На максимальному фоні рН сол. ґрунту водній витяжці навесні в шарі 0-30 ближче до нейтральної, впродовж вегетації рН сол. ґрунту водній витяжці середньоокисла, у шарі 0-3 та 30-40 не змінюється.



НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 5.3

Варіант	Шар ґрунту, см	Терміни проведення дослідів
Контроль		
Післядія гною 40т/га-фон		
Фон NPK ₁₈₀		
ISР ₀₅		

Гідролітична кислотність ґрунту під цукровими буряками, мг-екв. на 100 г ґрунту

Аналізуючи (табл. 5.3) на контролі кислотність ґрунту незначно підвищується в шарі 0-3 в літній місяць, в осінній місяць у шарі 0-20. Гідролітична кислотність на фоні впродовж усієї вегетації не змінюється за винятком літа по всіх шарах 0-3 до 30-40 гідролітична кислотність зменшується. На максимальному фоні, порівняно з контролем, кислотність збільшується, це пов'язано зі збільшеною дозою добрива.

НУБІП України

Таблиця 5.4

Терміни проведення дослідів

Варіант	Шар грунту, см			
Контроль				
Післядія гною				
40т/га-фон				
Фон NPK ₉₀				
НСР ₀₅				

Гідролітична кислотність ґрунту під ячменем, мг-екв. на 100г ґрунту

Аналізуючи (табл. 5.4) на контролі кислотність ґрунту незначно підвищується в шарі 30-40 навесні та влітку, восени змін не спостерігається.

Гідролітична кислотність на фоні впродовж усієї вегетації не змінюється за винятком літа по всіх шарах 0-3 до 30-40 незначно підвищується. На максимальному фоні порівняно з контролем кислотність збільшується, це пов'язано зі збільшеною дозою добрив.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 6

УРОЖАЙНОСТІ КУЛЬТУР ЛАНКИ СІВОЗМІНИ ЯЧМІНЬ – ЦУКРОВИЙ БУРЯК

Якість урожаю оброблюваних культур залежить від чинників, які беруть участь у формуванні врожаю. Оптимальне рішення щодо раціонального поєднання агротехнічних прийомів. Обробіток за високої агротехніки, оптимізації рівня мінерального живлення на всіх етапах і захисту рослин від хвороб. Попередники, які сприяють кращій вологозабезпеченості ґрунту.

НУБІП України

Таблиця 6.1

1. Контроль (без добрив)

Гній 40 т/га післядія (фон)

3. Фон (NPK)₁₈₀

НСР₀₃

Урожайність цукрових буряків залежно від фону живлення

3 (табл.6.1) впливає урожайність культур ланки сівозміни ячмінь – цукровий буряк. Продуктивність ланки сівозміни зростає зі збільшенням рівня агро технологій та інтенсифікації її обробітку, що все пов'язано з кількістю елементів живлення. На контролі, де добрива не застосовували, було отримано

3,62 т/га зерна ячменю, то при внесенні гною (фон), кількість урожаю сягнула 4,79 т/га, а при внесенні гній 40 т/га + (НПК) 180 кількість врожайності 10,12 т/га.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 6.2

Показники	Цукровий буряк	
Урожайність, т/га		
Вартість врожаю, грн./га		
Всього виробничих витрат, грн./га,		
насіннєвий матеріал		
пестициди		
добрива		
збір		
паливо		
інші витрати		
Чистий заробіток, грн./га		
Собівартість, грн./т		
Рентабельність, %		

Урожайність цукрових буряків залежно від фонів живлення

Аналізуючи (табл. 6.2) за цінами 2022 року на матеріально-технічні ресурси, витрати на 1 га на контролі становили 19092 грн., на гної 40 т/га (фон) - основну частку (10,89%) становить вартість насіння, друге і НПК (27,30%). На пестициди і збирання припадає відповідно (37,61%) і (16,09%), а на інші витрати

НУБІП України

- (8,09%) від загального рівня витрат. У загальних витратах на варіанті з гноєм 40 т/га (фон) основну частку становлять добрива (8,32%), друге і третє місце посідає насіння (8,65%) і пальне (28,72%). На пестициди і збирання припадає 40 т/га + (NPK) 180 основна частка належить (31,45%) добривам, друге і третє місце посідають пальне (29,60%) і насіння (4,22%). На збирання і пестициди припадає (16,02%) і (14,57%) відповідно, а на інші витрати (4,11%).

Таблиця 6.3

1. Контроль (без добрив)	
Гній 40 т/га післядія (фон)	
3. Фон (NPK) ₉₀	
НСР ₀₃	
Урожайність ячменю залежно від фону живлення	

Із (табл. 6.4) видно врожайності культур ланки сівозміни ячмінь – цукрові буряк. Продуктивність ланки сівозміни зростає зі збільшенням рівня агро технологій та інтенсифікації її обробітку, що все пов'язано з кількістю аліментів живлення. На контролі, де добрива не застосовували, було отримано 2,02 т/га зерна ячменю, то при внесенні гною (фон), кількість урожаю сягнула 2,55 т/га, а при внесенні гній 40 т/га + (NPK) 90 кількість врожайності 4,08 т/га.

Таблиця 6.4

Показники	Ячмінь
Урожайність, т/га	
Вартість врожаю, грн./га	
Всього виробничих витрат, грн./га	
насіннєвий матеріал	
пестициди	

добрива			
збір			
паливо			
інші витрати			
Чистий заробіток, грн./га			
Собівартість, грн./т			
Рентабельність, %			

Урожайність ячменю залежно від фону живлення

Аналізуючи (табл. 6.4) за цінами 2023 року на матеріально-технічні ресурси, витрати на 1 га на контролі становили 7760 грн., на гної 40 т/га (фон) - 9607 грн., гній 40 т/га + (NPK)90 - 17629 гривень. У загальних витратах на контролі основну частку (45,1%) становить вартість насіння, друге і ПММ (13,1%). На пестициди і збирання припадає відповідно 16,05 і 7,70 %, а на інші витрати - (18,11%) від загального рівня витрат. У загальних витратах на варіанті з гноєм 40 т/га (фон) основну частку становлять добрива (12,49 %), друге і третє місце посідає насіння (36,4 %) і паливо (13,27 %). На пестициди і збирання припадає 12,96% і 7,85%. У загальних витратах на варіанті гній 40 т/га + (NPK)90 основна частка належить (45,09%) добривам, друге і третє місце посідають паливо (11,57%) і насіння (19,85%). На збирання і пестициди припадає 6,85% і 7,06% відповідно, а на інші витрати 9,55% (табл. 6.4).

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Проведені нами дослідження та аналіз експериментальних даних дають змогу зробити такі висновки.

Сільськогосподарські культури, їхні біологічні особливості та технологія обробітку мають великий і різноманітний вплив на фізичні, хімічні та біологічні показники родючості ґрунту, на ріст, розвиток і врожайність наступних культур.

Обробіток культур і застосовувана агротехніка під час обробітку має комплексний і різнобічний характер. Органічне добриво сприяє створенню однорідного за агрофізичними та гідрофізичними властивостями орного горизонту. При цьому, як правило, спостерігається зниження щільності, збільшення загальної пористості та польової вологості.

Протягом вегетаційного періоду оброблювані культури витрачають велику кількість води. Споживання води впродовж вегетації йде не рівномірно і залежить від інтенсивності росту і розвитку, температури, розвитку кореневої системи та наявності води в ґрунті. Абсолютна вологість ґрунту в шарі від 0-40 до 0-100 зменшується від контролю до максимального фону. Це пов'язано з

великою вегетаційною масою, яка потребує в період росту велику кількість води. Значна кількість води зберігається на контролі, це пов'язано з меншою кількістю елементів живлення, що в свою чергу і слабким розвитком вегетації.

Структура ґрунту є одним із найголовніших чинників його родючості. У структурному ґрунті створюються оптимальні умови водного, повітряного та теплового режимів. Що своєю чергою, зумовлює розвиток мікробіологічної діяльності, мобілізацію та доступність поживних речовин для рослин.

Механічної структури ґрунту за варіантами удобрення в динаміці, показують що структурний стан ґрунту загалом на всіх варіантах відмінний і добрий. Суттєвих відмінностей між контролем, фоном і максимальним фоном не спостерігається.

Внесення мінеральних добрив у роки проведення досліду мали не однаковий вплив на целюлозо руйнівну активність ґрунту. Найбільш інтенсивне розкладання в першій половині вегетації спостерігалось на варіантах із внесення мінеральних добрив, які сприяли посиленню активності целюлозо руйнівних мікроорганізмів. Аналогічні закономірності простежувалися в другій половині вегетації, що пояснюється сприятливими водно-харчовим і температурним режимом ґрунту.

Залежності від фону живлення рослин. За рік досліджень урожайність ланки сівозміни ячмінь - цукровий буряк (4,08 т/га) ячменю (NPK)₉₀, (38,94 т/га) цукрового буряка одержали на варіантах із максимальним рівнем живлення

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Акименко А.С. Системоорганізующее значення севооборотів./ А.С Акименко сб. «Севооборот в сучасній землеробстві». М.: 2004 .- С. 127- 133.
- 2.Ананьева Л.М., Самарина Н.Н. Сравнительная характеристика энергетического баланса основных геосистем в связи с их структурой и функционированием./ Л.М. Ананьева, Н.Н. Самарина, сб. «Биогеографические и математические методы исследований геосистем». М.: 1978. - С. 91-191.

НУБІП України

Агроекологічна оцінка ґрунтів: моногр. / О. В. Телегуз, [М. Г. Кіт](#). – Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, 2013. – 260 с. – (Сер. “Ґрунти України”).

<https://vpe.gov.ua/Агрофізика>

- 7.Байбеков Р.Ф. Влияние длительного применения удобрений на физические и биологические свойства почв: автореферат дис. канд б. - наук. / Р.Ф. Байбеков М.: - 1985. - 20с.

- 8.Барановский И.Н., Артемьева Д.А. Изменение агрегатного состава при внесении органических удобрений: / И.Н. Барановский, Д.А. Артемьева. Изд. М.: МСХА., 1980. - С. 11-14.

- 9.Барановский И.Н. Роль органических удобрений в плодородии дерново - подзолистых почв и урожайности сельскохозяйственных культур: автореферат дис. докт. с. - х наук. / И.Н.Барановский Мг. С. -1995/ - 41с.

- 10.Бахтин П. У. Исследования физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР: / П. У. Бахтин. Изд. М.: Колос. 1969. - 271с.

- 11.Бахтин Г. У. Физико-механические и технологические свойства почв./ Г. У. Бахтин. Изд. М.: Знание. 1971.-198с.

- 12.Бахтин Г.У., Егоров В.Е., Лыков А.М., Прудникова А.Г. Физико-механические и технологические свойства почвы при ее длительном и

НУБІП України

интенсивном использовании: / Г.У. Бахтин, В.Е. Егоров, А.М. Дыков, А.Г.

Прудникова //Известия ТСХА. 1974. -№ 6. - С.38-47.

http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/10074/1/Основи_агрохімії.pdf

14.Бондарев А.Г., Медведев В.В., Карпачевский Л.Д. Некоторые пути определения оптимальных параметров агрофизических свойств почв: / А.Г.

Бондарев, В.В. Медведев, Л.Д. Карпачевский: науч. тр. «Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров свойств почв» М.: 1980.- С.27-

15.Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Физические основы повышения плодородия почв: / А.Г. Бондарев, И.В. Кузнецова. «Органическое вещество пахотных почв» науч. тр. М.: 1987. - С. 28-36.

16.Булыгин С.Ю. Количественная оценка эрозионной опасности почв: /С.Ю. Булыгин. // Почвоведение,1993. №3. - С.74-79.

17.Булыгин С.Ю., Лисецкий Ф.Н. Микроагрегированность как мера противоэрозионной стойкости почв: / С.Ю. Булыгин, Ф.Н. Лисецкий.// Почвоведение,1991. №1. - С.45-52.

18.Булыгин С.Ю. Количественная оценка эрозионной опасности почв: / С.Ю. Булыгин. // Почвоведение. №3 1993. - С. 74-79.

19.Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина.// Изд. М.: Агропромиздат , 1986. - 416 с.

20.Вернадский В.И. Биосфера: / В.И. Вернадский: Изд. Наука М.: 1926. - 125с.

21.Вернадский В.И. Живое вещество:// В.И. Вернадский: Изд. Наука. М.: 1978. -151с.

22.Виленский Д.Г. Агрегация почв, ее теория и практика применения:/ Д. Г. Виленский: М.: Изд. АН СССР. 1945. С. -104-235.

23.Вильяме В.Р. Почвоведение:/ В.Р. Вильяме. «Общее земледелие с основами почвоведения» Сельхозгиз. М.: 1936. - 647 с.

24.Вильяме В.Р. Почвоведение:/ В.Р. Вильяме. «Земледелие с основами почвоведения» Сельхозгиз. М.: 1949. -471с.

25.Воронин А.Д. Основы физики почв// А.Д. Воронин. Изд. М.: МГУ. 1986. - 244с.

26.Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы:/ А.Ф. Вадюнина., З.А. Корчагина. -3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

27.Горбунов Н.И. Абрикова Л.П. Реологические свойства и минералогический состав слистых почв:/ Н.И. Горбунов, Л.П. Абрикова.// Почвоведение. №2. 1974.- С.74-84.

28.Гордеев А.М., Выогин С.М., Прудникова А.Г., Батов В.И. Влияние подпахотного рыхления на улучшение свойств почвы и урожайность сельскохозяйственных культур:/А.М. Гордеев., С.М. Выогин., А.Г. Прудникова, В.И. Батов. Изд. Наука М.: 1986. – С. 130-132.

29.Гуренев М.Н. Научные основы разработки систем земледелия:/ Изд. Пермь. М.: 1991. - С.4-15.

І. В. Пліско Якість орних ґрунтів України 2020.- С.45-67.

32. Добровольский Г.В. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере./ Г.В. Добровольский: Изд. ГЕОС, М.: - 2001. - 278с.

33. Довбан К.И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии./ К.И. Довбан: Изд. Минск. - Ураджай. - 1981. - 206с.

34. Г.И. Баздырев., А.В. Захаренко, В.Г. Лошаков Земледелие:/ Под ред. Г.И. Баздырев. Изд. М.: Колос, 2008. - 607с.

35. Золотарева Б.Н. Влияние органических удобрений на гумусовое состояние и структурно-функциональные характеристики серой лесной почвы./ Б.Н. Золотарева. Изд. М.: Колос, 2000. - С.251-252.

36. Качинский Н.А. Физика почвы./ Н.А. Качинский. Изд. Высш. Шк. М., 1965. - 239с.

37. Качинский Н.А. Физика почвы./ Н.А. Качинский. Изд. Высш. Шк. М.: 1970. - 267с.

38. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение./ В.А. Ковда, Б.Г. Розанов. Изд. Высш. Шк. М.: 1973. - 125с.

39. Ковды В.А., Розанова Б.Г. Почва и почвообразование./ В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. // Учеб. Для ун-тов. под ред. Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. - М.: Высш. Шк., 1988. - 400с.

40. Ковда В.А., Розанов Б.Г. Почвоведение: /В.А. Ковды., Б.Г. Розанова. Учеб. Для ун-тов. В 2ч. Под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова.// Почва и почвообразование Г.Д. Белицина, В.Д. Васильевская, Л.А. Гришина и др. - М.: Высш. Шк., 1988. - 368с.

41. Капинос В.А., Зейлигер А.М., Смирнов В.Г. Изменение физических свойств почвы под влиянием органических удобрений и способов обработки./ В.А. Капинос., А.М. Зейлигер., В.Г. Смирнов:// Почвоведение. 1990. №5. -С. 139 -

42. Кауричев И.С., Санжара Н.Ф., Хохлов В.Г. Гумусовое состояние почв./ И.С. Кауричев., Н.Ф. Санжара, В.Г. Хохлов. Изд. М.: Высш. Шк. 1987. -С.52-60.

43. Квасников В.В. Влияние структуры почвы на ее физические, химические и биологические свойства./ В.В. Квасников. -1927. - 41с.

44. Козлов В.П. К вопросу о противозерозионной устойчивости почв, значение обменных катионов (Са и Mg) в образовании водопрочной структуры почв./ В.П. Козлов.// Почвоведение. -1947. №7. -С.67-75.

45. Кретицина Т. А. Влияние длительного применения удобрений на агрофизические свойства./ Т. А. Кретицина // Почвоведение. 1989. №9 - С. 44-

46. Daniel Hillel "Introduction to Soil Physics". 1982. - 392с.

47. Косолап М.П., О.П. Кротинов Система землеробства No-Till. -Київ, 2011- 372с.

48. Кузнецов М.С., Калашникова О.В. Изменение физических, физико-механических свойств почвы при внесении высоких доз удобрений./ М.С. Кузнецов, О.В. Калашникова 2001. №3 - С.22-25.

49. Кузнецова И.В. Роль органического вещества в образовании водопрочной структуры почв./ И.В. Кузнецова // Почвоведение. 1994. №11. - С.34-41.

50. Кук Д. У. Регулирование плодородия почвы. / Д. У Кук // Изд. М.: Колос. 1970. - 515с.

51. Лактионова Т.Н. Изменение физических свойств чернозема при внесении навоза: /Т.Н. Лактионова // Почвоведение. 1990. №8. - С. 73-82.

52. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия почв.-1982.- 114с.

53. Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы.-1993.-215с.

54. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Концептуальные основы плодородия агробиогеоценозов и его воспроизводство в ландшафтных системах земледелия/ А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков // Агр. 2001. №8. - С.22-

55. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв: / А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков // Изд. М.: Агропромиздат - 2004 - 630 с

56. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов:/ В.В. Медведев // Изд. М.: Агропромиздат. 1988.-160с.

57. Мельников С.П., Чернова В.Д. Изменение физических условий плодородия суглинистых почв в агроценозах: / Почвоведение 1996. №25. - С.97-98.

58. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы:/ С.В. Нерпин, А.Ф. Чудновский // Изд. Высш. Шк М.: 1967.-148с.

59. Свойства и генезис пахотных почв/ сб. науч. тр. / ГСХИ Б. А. Никитин «К вопросу о современном почвообразовательном процессы пахотных почв» Изд. ГСХИ М.: 1977.- 110с.

60. Николаева И.Н. Изменение физических, физико-механических свойств почвы при внесении высоких доз удобрений:/ И.Н. Николаева// Почвоведение. 1987. №2- С.52-59.

61. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование/ В.В. Пономарева, Плотникова Т.А. Плотникова Т.А. Наука - 1980 - 222с.

62. Початкова Т.Н. Влияние длительного применения минеральных удобрений и известки на физические свойства почв: / Т.Н. Початкова // Почвоведение 1977. В. №9. -С.24-37.

63. Основи теорії і практикум : навч. посібник / А. А. Кирильчук, О. С. Бонішко. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 354 с.

64. Прудникова А.Г., Смирнов А.М. Действие и последствие удобрений на плодородие почвы и урожайность культур: / А.Г. Прудникова, А.М. Смирнов. Изд. Великие Луки. 2001,- С.45-47

65. Прудникова А.Г., Морозова Н.П. Физико-механические подходы к оценке устойчивости почвы:/ А.Г. Прудникова, Н.П. Морозова // Земледелие 2002. №15. - С. 22-58.

66. Прянишников Д.Н. Сравнение действия навоза и минеральных удобрений:/ Д.Н. Прянишников - М.: Колос. 1965.-639с.

67. Пупонин А.И. Обработка почвы в интенсивном земледелии/ А.И. Пупонин М.: Колос. 1984.- 184с.

68. Булигин С.Ю., Вітвицький С.В. Агрофізика ґрунту . Підручник . К.: Видавництво, 2021. - 315 с.

69. Пятковский М.К., Бендерская Е.Н. Влияние минеральных удобрений на структуру почвы / М.К. Пятковский, Е.Н. Бендерская // Почвоведение. 1983. №7. - С. 108-111.

70. Ревут И.Б. Физика почв: / И.Б. Ревут Изд. выс. шк. М.: - 1972.-237с.

72. Роуэлл Д.Л. Почвоведение: Методы и использования: пер. с англ. / Д.А. Роуэлл, Реддингек: ун-т; ф-т почвоведения. М.: Колос, 1998. - 486с.

73. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге: / А.А. Роде // М.: Почвенный институт ин-т им. В.В. Докучаева 2008. - 664

74. Русанов А.М. Об антропогенной инверсии основных свойств почв: / А.М. Русанов // Зеиледелие. 2000. №11-С.86-87.

75. Турсина Т.В., Гатаулин А.М. Влияние минеральных удобрений на структуру: / Т.В. Турсина, А.М. Гатаулин // Почвоведение, 2006. №14.-32с.

Таргульян В. О., Соколов И.А. Структурный и функциональный подход к почве: / В. О. Таргульян, И.А. Соколов «почва - память и почва – момент» 1976.- С. 17-34.

77. Томпсон Л.М., Трой Ф.Р. Почвы и их плодородие: / Л.М. Томпсон, Ф.Р. Трой М.: Колос. 1982.- 462с.

78. Турсина Т.В., Федоров К.Н., Целищева Л.К. Микроморфологическая диагностика антропогенных изменений в почвах: / Т.В. Турсина, К.Н. Федоров, Л.К. Целищева: // Почвоведения. М. Наука. 1986.- С. 179-184.

79. Тюгай З.Н., Початкова Т.Н. К вопросу деградации физических свойств почв под влиянием антропогенного воздействия: / З.Н. Тюгай, Т.Н. Початкова // Зеиледелие. 2000. №11-34с.

80. Тюлин А.Ф. Вопросы почвенной структуры: / А.Ф. Тюлин // Изд. Пермь, 1927.- 243с.

81. Усков А.И. Агробиогеоценоз как объект исследования и управления: / А.И. Усков // В сб. «Биологические системы в земледелии». Изд. М.: Наука. - 1974.- С.

Ситник В. П. Екологічні аспекти агропро- мислового комплексу / В. П. Ситник // Вісник аграрної науки. - 2002. - №9. - С. 55-57.

83. Черепанов Г.Г., Чудиновских В.П. Уплотнение пахотных почв и пути его устранения: / Г.Г. Черепанов, В.П. Чудиновских // М.: ВНИИТЭИСХ. .1987. №1.- 127с.

84. Шейн Е.В. Курс физики почв: / Е.В. Шейн // Учебник.-М.: Изд. МГУ, 2005.- 432с.

85. Шевлягин А.И. Реакция сельскохозяйственных культур на различную плотность сложения: / А.И. Шевлягин // «Теоретические вопросы обработки почвы». Изд. Л.: Гидрометеоиздат. 1968.- С. 32-39

86. Шентухов В.Н. Научно-экспериментальное обоснование оптимизации агрофизических свойств и структуры корнеобитаемого слоя почвы с целью

повышения устойчивости урожайности сельскохозяйственных культур:

Автореферат дис. докт. с.-х. наук. / В.Н. Шентухов, 1993. - 37с.

87. Шишов Л. Л., Дьяконова К. В., Титова Н. А. Органическое вещество и плодородие почв // Л. Л. Шишов, К. В. Дьяконова. // Почвоведение №23. 1986. - С.5-12.

88. Ball B.C., Bickerton D.S., Robertson E.A.G. Straw incorporation and tillage for w

89. Buchner W.R., Zwischenfruchte gezielt auf Fruchtfolge und Bodenstruktur abstimmen // Landwirtschaftliche Zeitschrift, 1986, Bd 153, Ж 23 - S. 1607-1609.

90. Datta B., Ratunio F., Cavazza L. Influenza sulla stabilita di struttura del terreno. *Agrochimica* 1988. V.33, № 4. - P. 85-97.

91. Fiebig W.W., Frenoch B.T., French E.C. Minimal draft subsidings your crop growth enhancement. Soil and crop Science Society of Florida, Proceedings.-1987. № 26. - P. 13-16.

92. Gawronska-Kulesza A., Suwara I. Wplyw wieloletniego zroznicowanego nawozenia na strukture gruzekowata gleby. *Roczn. Gleboznawcze*. Warszawa. 1990. N.40, №40. - S. 13-20.

93. Hadas A., - Directional strength in aggregates as affected by aggregate volume and by a wet/dry cycle *Soil Sc.* 1990. V.41, №41. - P.85-93

94. Hartge K.H. Mechanisch-physikalische Prozesse in aggregierten ungesattigten Boden. *Mitt.Dt. Bodenkunde Ges.*-Gattingen, 1993. - № 71. - S.45-51.

95. Haynes R.J., Swift R.S., - Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content. *J Soil Sc.* 1990. V.41, №1. - P.73-83

96. Robinson C.A., Cruse R.M. - Discrimination of long term rotation effects on soil physical properties *Amer. Soc. Agron. Ann. Meet 1993 Cincinnati 1993.* - 327p.

97. Sidi H., Pansu M. - Effects d'apports organiques et de gypse sur la Stabilitе structurale de deux sols meditenraneens *Sc. Soil*, 1990. V.28, №3. - P.237-255

98. Skoien S., - Long-term effects of crop rotation, manure and straw on soil aggregation *Norw. J. agr. Sc.*, - 1993. V.7, №2. - P.231-247.

99. Stone I.A., Butterly B.R. - Nine forages and the aggregation of a clay loam soil *Canad J. Soil Sc.*, 1989. V.69, №1. - P.165-169

100. Vandevivere P., Moreau B., Duffey J.E., Chang C.N. - Effect de l'azote mineral sur la stabilitе structurale dun sol, limoneux amende pas des residus organiques *Rev Agr*, 1990. - An 43, №2, - P 175-186.

101. Vokl U., Haslinger G., Bover F., Schoch P. - La structure grumelleuse du Soil // *Rev. Suisse Agr.* - 1991. - V.23, №5. - P.262-265.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України