

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

05.09 МКР. 1574 «С» 2023.09.18. 022ДЗ

НУБІП України

БОСОГО ВІТАЛІЯ ДМИТРОВИЧА

2023р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УДК 631.45/48:633 (477.7)

ПОГОДЖЕНО ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Декан агробиологічного факультету Завідувач кафедри ґрунтознавства та
охорони ґрунтів ім. проф. М.К. Ци- кули

д.с.-г.н., професор Тонха О.Л. 2023 р. д.с.-г.н., професор Забалуєв В.О. 2023 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему «Едафічні ресурси різноякісних конструкцій техногенних ґрун-
тів та їх використання за сільськогосподарського напрямку рекультива-
ції в умовах Південного Степу України»**

Спеціальність 201 «Агроніомія»
Освітня програма «Агрохімія та ґрунтознавство»
Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Гарант освітньої програми
д.с.-г. наук, професор Забалуєв В.О.
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
д.с.-г. наук, професор Забалуєв В.О.

Виконав Босий В.Д.
КИЇВ - 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

АГРОБІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

НУБІП України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

грунтознавства та охорони ґрунтів ім.

проф. М.К. Шикули

д. с.-г. н., проф. _____ Забалуєв В.О.

2023 р.

НУБІП України

ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи студенту

НУБІП України

Босому Віталію Дмитровичу

Спеціальність

201 «Агрономія»

Освітня програма

«Агрохімія і ґрунтознавство»

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

НУБІП України

1. Тема роботи: «Едафічні ресурси різноякісних конструкцій техногенних ґрунтів та їх використання за сільськогосподарського напрямку рекультиваци в умовах Південного Степу України».

2. Кінцевий термін виконання – 10.10.2023 р.

3. Вихідні дані.

1. Ґрунтовий покрив ПП «Агрофірма Катеринівська» Нікопольського району з різними варіантами рекультивованих ґрунтів, створених на відпрацьованих марганцевих кар'єрах Покровського гірничо-збагачувального комбінату.

2. Багаторічні фітомеліоруючі агроценози на рекультивованих землях.

4. Перелік завдань, що необхідно виконати в роботі.

НУБІП України

НУБІП України

- вивчити склад і властивості техноземних ґрунтів, сформованих на порушених землях, а також рівень їх родючості;

- дослідити урожайність сільськогосподарських культур на рекультивованих землях;

НУБІП України

- встановити чинники, що обмежують ріст і розвиток сільськогосподарських культур на техноземних ґрунтах;

- запропонувати заходи з раціонального використання техноземів підприємства залежно від показників родючості.

НУБІП України

Дата видачі завдання " " 2023 р.

Керівник випускної бакалаврської роботи (підпис) Забалуєв В. О. (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв Босий В. Д.

(підпис) (прізвище та ініціали)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

У роботі на основі комплексного дослідження кліматичних, біотичних, літогенних і антропогенних чинників зроблено оцінювання ресурсів ґрунтоутворювального потенціалу розкривних гірських порід в різноякісних за літогенним складом конструкціях техноземів і ступінь його реалізації за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованих земель в умовах південного Степу України. Проблема створення едафічних систем за рекультивациі порушених земель без використання родючого шару гумусованої маси виникла через її дефіцит.

Виробництву пропонується використання розкривних потенційно родючих гірських порід для формування безгумусних моделей різноякісних за літологічним складом конструкцій техноземів. Наукове обґрунтування раціональних моделей техноземів базується на дослідженні ресурсів літогенного потенціалу ґрунтоутворення у розкривних гірських породах за їх дисперсністю, здатністю до гумусонакопичення, хіміко-мінералогічним складом, термодинамічними характеристиками, забезпеченістю біофільними елементами.

Встановлено, що найбільший вплив на реалізацію потенціалу гумусонакопичення мають кількість і якість підземної фітомаси, а також мінералогічний, гранулометричний склад, засоленість і термодинамічні характеристики субстратів. Найвищі показники реалізації потенціалу гумусонакопичення зафіксовані в техноземах, сформованих з сіро-зелених мергельстих глин: середньорічна акумуляція гумусу в них склала 0,71-0,81 т/га.

Ключові слова: *рекультивациа, техноземи, гірські породи, потенціал ґрунтоутворення, фітомеліорація, гумусонакопичення.*

НУБІП України

Зміст

Вступ 6

РОЗДІЛ 1..... 8

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ 8

1.2. Узагальнення наукових досліджень з сільськогосподарського використання рекультивованих земель..... 10

РОЗДІЛ 2..... 15

ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ... 15

2.1. Клімат..... 15

2.2. Геологічна будова..... 18

2.3. Рослинний і тваринний світ..... 20

2.4. Ґрунтовий покрив..... 22

РОЗДІЛ 3..... 26

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ 26

3.1. Коротка характеристика науково-дослідного стаціонару з рекультивації порушених земель..... 26

3.2. Едафічна характеристика розкривних гірських порід як субстратів для формування техноземів..... 30

3.2.1. Гранулометричний склад..... 31

3.2.2. Хіміко-мінералогічний склад..... 33

3.2.3. Агрофізичні властивості субстратів гірських порід..... 36

3.4. Ресурси палеоорганічної речовини та макроелементів..... 39

3.3. Едафічні чинники розкривних гірських порід, які обмежують реалізацію потенціалу ґрунтоутворення та можливості їх подолання. 41

РОЗДІЛ 4..... 43

ПРОЦЕСИ ҐРУНТОУТВОРЕННЯ В ТЕХНОЗЕМАХ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ..... 43

4.4. Урожайність ячменю ярого залежно від зміни родючості техноземів за тривалого сільськогосподарського використання..... 50

ВИСНОВКИ 53

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ..... 54

НУБІП України

Вступ

Забезпечення продовольством і збереження екологічно безпечного довкілля є основними викликами сучасності, вирішення яких потребує збереження й раціонального використання ґрунтових ресурсів. В Україні, яка займає лише 0,4 % території суші нашої планети і видобуває близько 5 % світового обсягу корисних копалин, ця проблема є надзвичайно актуальною. Лише в Нікопольському марганцевому басейні за видобутку марганцевої руди кар'єрним способом знищено понад 15 тис. га чорноземних ґрунтів. Окрім цього переміщується у відвали вся надрудна геологічна товща різноякісних гірських порід, знищуються фіто-, зоо- і мікробіоценози, формуються посттехногенні ландшафти з не притаманними сучасній території елементами рельєфу; радикально змінюються гідрогеологічний і гідрологічний режими. Тому відновлення ґрунтових ресурсів є надзвичайно актуальною проблемою для гірничодобувних регіонів.

Сільськогосподарський напрям рекультиваци передбачає на технічному етапі створення штучних ґрунтоподібних тіл – техноземів, різноякісність моделей і конструкцій яких обумовлюється геологічною специфікою родовища, еколого-економічними й інженерно-технічними можливостями, а також вимогами агроценозів до едафічного середовища. Тому дослідження потенціалу ґрунтоутворення природних чинників, можливості управління спрямованістю і прискоренням ґрунтоутворення в техноземах, сформованих із потенційно-родючих гірських порід без покриття їх гумусованим шаром ґрунтової маси, є ключовим актуальним питанням успішності біологічної рекультиваци порушених земель.

Мета і задачі дослідження. *Метою* є оцінювання потенціалу ґрунтоутворення різноякісних за літогенним складом розкривних гірських порід і його реалізація в родючості техноземів і врожайності культур за тривалого сільськогосподарського використання рекультивованих земель в умовах південного Степу України. Для досягнення поставленої мети сформульовані такі задачі:

1. Дослідити едафічні ресурси основних розкривних гірських порід надрудної товщі марганцевих кар'єрів, на основі яких встановити їх літогенні потенціали ґрунтоутворення.

2. За показниками подібності зонального ґрунту й техноземів, сформованих: а) лесоподібними відкладами; б) технічною сумішкою червоно-бурих глин і суглинків, в) сіро-зеленими мергелястими глинами встановити рівень і темпи реалізації природних і антропогенних потенціалів ґрунтоутворення за їхнього сільськогосподарського використання залежно від часового чинника й насичення агросукцесій фітомеліоративними агроценозами.

3. Встановити ресурси органічної фітомаси, специфіку гумусоутворення й темпи гумусонакопичення в багаторічному польовому досліді з різним насиченням агросукцесій рослинами-фітомеліорантами залежно від літогенного потенціалу різноякісних техноземів.

Матеріали досліджень можуть бути використані під час розробки проектів біологічної рекультиваци техногенно порушених земель і їхньої практичної реалізації завдяки запропонованим заходам, а також технологічним прийомам, спрямованих на прискорене відновлення екологічних функцій техноземних ґрунтів.

РОЗДІЛ 1.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

НУБІП України

Ґрунтовий покрив є складною багатоконпонентною відкритою системою безкінечно великої кількості первинних локальних ґрунтових різновидів, які акумулюють потенціальну енергію, вологу і поживні речовини, що забезпечує існування і відтворення живих організмів.

НУБІП України

Ґрунтовий покрив, як біоенергетична оболонка суші і як продукт взаємодії космосу, живої і мінеральної речовини, є акумулятором вільної (хімічної і теплової) енергії і завдяки цьому ґрунти мають унікальну здатність забезпечувати самовідтворення живої речовини.

НУБІП України

1.1 Рекультивация техногенно порушених земель та її значення у відновленні ґрунтових ресурсів

НУБІП України

Інтенсифікація промислового виробництва в усіх регіонах світу збільшує техногенний вплив на довкілля. Цей вплив різноманітний, а ступінь є значною, адже самовідновлення порушеної екологічної рівноваги відбувається досить

НУБІП України

повільно й не може задовольнити сучасні потреби суспільства. Видобуток корисних копалин супроводжується корінною перебудовою всіх базових компонентів ландшафту, насамперед ґрунтів і рослинності. Особливо значні масштаби техногенних порушень зафіксовано в гірничорудних районах, де формуються значні площі техногенних ландшафтів. В сучасних умовах видобуток

НУБІП України

корисних копалин здійснюють переважно відкритим (кар'єрним) способом, за якого щорічно розкривають, розпушують і переміщаються значні маси розкритих гірських порід. Це призводить до виведення з господарського використання значних площ земельних ділянок, які перетворюються в рукотворні

НУБІП України

техногенні пустелі зі зруйнованим ґрунтовим покривом і знищеною рослинністю, а також радикально зміненою літологічною будовою, новими формами

рельєфу, трансформованим гідрогеологічним і гідрологічним режимом місцевості. Треба враховувати той факт, що негативні наслідки таких «техногенних пустель» докільдо у десятки разів перевищують їх площі [73].

Отже, впродовж останнього сторіччя у світі спостерігається суттєве зменшення площ земельних ділянок, придатних для сільськогосподарського використання. Це відбувається з різних причин. Однією з них є антропо-техногенне руйнування, знищення, псування ґрунтового за видобутку корисних копалин. У регіонах з великою концентрацією гірничо-видобувної промисловості, до

якого відноситься Придніпровський промисловий регіон, адже тут зосереджені великі родовища різноманітних корисних копалин: залізної руди (Криворізький залізорудний басейн) і марганцевої руди (Нікопольський марганцевий басейн) руди, поліметалічних руд (Малишівське родовище поліметалічних руд), видобуток яких здійснюється відкритим способом. Наслідки такого впливу техногенезу виявляються у корінній зміні усіх базових компонентів біогеоценозів: ґрунтового і рослинного покриву, зоо- і мікробіоценозу, геолітогенної основи, гідрогеології і гідрології посттехногенних ландшафтів.

Рациональні технології сільськогосподарської рекультивації передбачають створення на місці відпрацьованих відвалів штучно створеного ґрунтового покриву з відповідними властивостями ґрунтів з метою виробництва продукції рослинництва [44, 60, 74]. Головним критерієм якості виконання рекультиваційних робіт є створення штучних едафічних систем (техноземів), здатних виконувати головні ґрунтово-екологічні функції у сконструйованих (посттехногенних) ландшафтах [78, 67, 80].

В Україні перші результати наукових досліджень з відновлення техногенно порушених земель – озеленення териконів у місті Донецьк були опубліковані у 50-х роках минулого століття вченими А. Зражевським, М. Шалитом, О. Костомаровим [51, 85]. Перші польові дослідження з сільськогосподарськими культурами були закладені аспірантом Дніпропетровського сільськогосподарського інституту М.Т. Масюком в 1962 році під науковим керівництвом про-

фесора М.О. Бекаревича на відпрацьованих відвалах гірських порід Олександрівського кар'єру Орджонікідзевського гірничо-збагачувального комбінату. Ці дослідження продовжуються й дотепер, які були розширені і поглиблені.

Роботи з рекультивації порушених земель проводять і в інших регіонах нашої державі і за кордоном. Результатом наукових досліджень в різних природо-кліматичних і соціально-економічних умовах стали розроблені науково-теоретичні основи сільськогосподарського напрямку рекультивації, обґрунтування методів і елементів технологій для повернення у господарське використання техногенно порушених земель, а також створення нових едафічних систем (техноземів), впровадження адаптованих до них елементів систем землеробства, які здатні забезпечити виражений ґрунтоутворний ефект [27, 36, 41].

Здійснений аналіз літературних джерел засвідчив, що наукових досліджень теоретичного плану з рекультивації техногенно порушених земель порівняно мало. Дослідження з раціональних способів і методів біологічної рекультивації проводять з середини минулого століття. Дослідно-експериментальні роботи здійснюються у промислових масштабах здійснюються переважно фрагментарно. В результаті узагальнення оприлюдненої наукової інформації усі процеси початкового ґрунтоутворення нами згруповано в три основні групи. До першої групи ввійшли публікації з абіогенного перетворення твердої фази гірських порід, до другої – фізико-хімічні і біологічні зміни в мінеральній частині субстратів, до третьої групи віднесено біогенно-аккумулятивні процеси, які відбуваються у техноземах впродовж певного періоду їх біологічного освоєння.

1.2. Узагальнення результатів досліджень з сільськогосподарського використання техноземних ґрунтів

За сільськогосподарського напрямку рекультивації порушених земель створюють продуктивні агрофітоценози інтенсивного використання на орних угіддях, а також сіножаті, пасовища, плодово-ягідні насадження на спеціаль-

них моделях техноземів. Такі моделі пред'являють відповідні вимоги до виконання технічного етапу рекультивації (формування відповідних форм рельєфу, якісні показники гірських порід для формування підстилаючої основи, якісні і кількісні показники родючого шару ґрунту, товщина насипного шару гумусованої маси ґрунту і ін.).

Піонерами сільськогосподарської рекультивації порушених земель у Степовій зоні України є М.Т. Масюк і М.О. Бекаревич. Ними були розпочаті у 1962 році дослідження на порушених землях відпрацьованих відвалів марганцевих кар'єрів Орджонікідзевського ГЗК (Нікопольський марганцеворудний

басейн). Досліди проводили на ділянці, окладеної геологічними відкладами голоцен-олігоценного віку. Головним підсумком перших успішних дослідів стало наукове формулювання про специфічну родючість гірських порід. Було

доведено, що осадові полімінеральні полідисперсні нефітотоксичні геологічні відклади голоцену, плейстоцену, пліоцену, міоцену та олігоцену можуть

бути родючими субстратами по відношенню до певних еколого-трофічних груп рослин [23, 24]. Це положення дозволило використовувати потенційно-родючі субстрати гірських порід у сільському та лісовому господарствах у

якості основи для нанесення родючого шару ґрунту або створення продуктивних (переважно кормових) угідь безпосередньо на гірських породах без нанесення родючого шару ґрунту [22, 35].

За понад півстолітній період було сформовано наукові основи виробництва рослинницької продукції на рекультивованих землях, а саме: відібрано і обґрунтовано асортимент польових, плодово-ягідних, кормових, лікарських, декоративних і медоносних рослин, які едафічно й ценотично пристосовані до специфічних умов техногенно створених едафотопів. У результаті виробництва було запропоновано фітомеліоративні агросукцесії і сівозміни з ґрунтоутворювальним ефектом. Розроблено раціональну ресурсо- та енергозберігаючу технологію створення агрофітоценозів, адаптованих до специфічних умов штучних едафотопів з інтенсивною ґрунтоутворюючим ефектом та високою

продуктивністю. Було науково обґрунтовано також асортимент фітоценотичного сумісних компонентів фітомеліоруючих трав, адаптованих до специфічних умов рекультивованих земель, який дозволяє створювати складні багаторічні бобово-злакові агрофітоценози з тривалістю господарського використання понад п'ять років, із продуктивністю 3,3-6,4 т/га надземної повітряно-сухої фітомаси. Це дозволяє зекономити на другому-четвертому роках вегетації до 90 кг/га азоту завдяки фітомеліоративній дії бобових, а також за рахунок прижиттєвої азотопередачі від бобових до злакових трав. Така технологія має ресурсозберігаючий характер.

Узагальнення літературних джерел з питань, що поставлені на вивчення, дозволяє стверджувати, що за результатами досліджень виявлено обмежуючі (лімітуючі) фактори життя рослин та можливість їх оптимізації, а зональність техногенних територій та спрямованість ґрунтоутворювального процесу, визначено асортимент рослин, які доречно використовувати в різних природно-кліматичних зонах, показано особливу роль багаторічних бобових рослин для ґрунтоутворення на техноземах з гірських порід, удосконалено і адаптовано до специфічних умов технології з вирощування сільськогосподарських культур.

1.2. Формування едафічних ресурсів і екологічних функцій у техногенних ґрунтах

М.К. Шикіла і О.Н. Другов [86] за результатами проведених досліджень на рекультивованих ґрунтах після видобутку вогнетривких глин поблизу м. Часів Яр (Донецький басейн), встановили, що накопичення гумусу в техноземах залежить насамперед від мінерального складу субстрату, характеру рослинності і гідротермічних умов території. На суглинисто-глинистих розкритих гірських породах з трав'янистою рослинністю швидкістю гумусоутворення виявилась набагато вищою, ніж на піщаних субстратах.

Представники дніпропетровської школи рекультивації земель зазначають, що вирощування багаторічних трав на техноземах, представлених свіжовідсеяними відвалами, перш за все бобових агроценозів, прискорює процес утворення і накопичення гумусу, що сприяє перетворенню техногенного субстрату гірських порід у молодий ґрунт [22, 41, 49].

О.Г. Тарікою, В.О. Забалуєвим доведено, що бобово-злакові багаторічні агроценози на рекультивованих ґрунтах, які бідні на азот, сприяють створенню умов для нормального росту рослин-мегатрофів, вимогливих до азоту і органічної речовини. Це відбувається завдяки азотфіксуючій здатності бобових рослин та значної маси корневих решток у товщі субстрату [76, 48].

Л.Т. Крупська і О.В. Новікова відмічають високу швидкість ґрунтоутворювального процесу за вирощування бобово-злакової травосуміші, ніж при природному заростанні [57].

Підсумовуючи аналітичний огляд літератури з цього питання, можна стверджувати, що вирощування культурних рослин на техноземах (спланованих відвалах розкритих гірських порід без покриття їх гумусованим родючим ґрунтової маси) є найбільш простою і досить широко вживаною технологією біологічної рекультивації земель.

Питання накопичення гумусу, а також перетворення азоту в ґрунтах техногенних ландшафтів висвітлено в роботах М.Т. Масюка, В.П. Кабаненка, І.Л. Клевенської та ін. [64, 56]. Ними було встановлено, що накопичення азоту в ґрунтах залежить від багатьох чинників, а саме: температури, вологості, щільності субстрату та ін. В молодих ґрунтах накопиченню азоту сприяє сімба бобових трав, які здатні фіксувати атмосферний азот завдяки бульбочковим бактеріям, створювати сприятливе середовище для розвитку інших процесів ґрунтоутворення. При цьому на початковій стадії формування ґрунтів процеси амоніфікації переважають над процесами нітрифікації, а процеси гумусонакопичення та накопичення азоту відбуваються майже з однаковою швидкістю. Разом з тим, співвідношення N:C в молодих ґрунтах, як, правило, є дещо ширшим у порівнянні із зональними ґрунтами.

Накопичення сполук фосфору і кальцію в молодих ґрунтах головним чином обумовлюється їх умістом і формами в ґрунтоутворюючій породі [70, 47].

Динаміка фізичних і водно-фізичних властивостей ґрунтів набуває провідного значення поряд з процесами накопичення і утворення гумусу, оскільки ці процеси визначають широкий комплекс умов, необхідних для життєзабезпечення фітоценозів

Основним якісним показником фізичних і водно-фізичних властивостей є утворення структури ґрунту. Проведеними дослідженнями виявлено, що утворення агрономічно цінної структури в молодих ґрунтах відбувається досить повільно, особливо якщо субстрат має легкий гранулометричний склад. Накопичення гумусу прискорює цей процес [37].

Проведений критичний аналіз літературних джерел з цієї проблеми дозволяє стверджувати, що за біологічної рекультивациі техногенних ландшафтів основним практичним завданням є формування комплексу умов, які дозволяють забезпечити отримання якісної продукції рослинництва, а також стимулювання процесів ґрунтоутворення шляхом формування корених властивостей і оптимальних режимів вихідного субстрату, з якого буде сформовано ґрунтове тіло [38].

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

Швидкість і спрямованість процесів ґрунтоутворення у значній мірі обумовлено ресурсним потенціалом, який формують природно-кліматичні умови конкретної території. Для розуміння специфіки трансформації органічної речовини в ґрунтах необхідно також знати якісні і кількісні характеристики основного джерела органічної речовини – рослинність, а також едафічні умови субстратів-ґрунтоутворювачів (склад, властивості, режими).

За фізико-географічним розташуванням територія Нікопольського марганцевого басейну розташована на межі північної і південної підзон Степу України в південній частині Українського близько 250 км [1].

Промислові розробки марганцевої руди здійснюють в Нікопольському і Томаківському адміністративних районах Дніпропетровської області. Розвідані поклади марганцевої руди залягають на площі понад 43 тис. га. [72].

2.1. Клімат

Кліматичні ресурси території досліджень характеризуються за багаторічними даними спостережень метеостанції міста Нікополь (Дніпропетровська область) і наявними літературними джерелами. Клімат помірно-континентальний із недостатнім і нестійким зволоженням, значними змінами погодним умов як протягом року, так і за роками [26, 39]. Середньорічна багаторічна температура повітря становить $9,4^{\circ}\text{C}$ з коливаннями по рокам від $7,7^{\circ}\text{C}$ до $12,2^{\circ}\text{C}$ (таблиця 2.1). найнижча середньомісячна і абсолютна температури зафіксовані у січні (відповідна $-7,4^{\circ}\text{C}$ і -34°C), а найвищі показники – у липні ($+22,5^{\circ}\text{C}$ і $+39^{\circ}\text{C}$). Сума річних температур понад $+10^{\circ}\text{C}$ становить від 3100 до 3200°C , а тривалість безморозного періоду – від 160 до 190 днів. Цього цілком достатнього для вегетації традиційного асортименту сільськогосподар-

ських культур Степу України. Період промерзання ґрунту (стійкого) спостерігається з середини грудня до середини березня. Глибина промерзання ґрунту в середньому складає 45-50 см, за максимальних показників від 115 до 120 см, які зафіксовано у січні-лютому. Коливання зміни температури на поверхні ґрунту протягом року може коливатись у межах 80-100 °С.

У весняний період температура повітря наростає досить швидко і вже до 20 квітня досягає -10°C . Сюз 15 травня розпочинається теплий період з температурами понад $+15^{\circ}\text{C}$.

До настання середньодобових температур понад $+5^{\circ}\text{C}$ у верхньому 30 см шарі ґрунту запаси продуктивної вологи зазвичай досягають 90-95% від НВ. Цього достатньо для отримання сходів всього асортименту сільськогосподарських культур Степу. Сума атмосферних опадів (середня багаторічна) становить 446 мм (з коливаннями 317-626 мм). Впродовж вегетаційного періоду випадає від 240 до 290 мм опадів. В останні роки спостерігається тенденція до зростання суми опадів. Впродовж року опади розподіляться нерівномірно. Найбільша їх кількість випадає протягом травня-серпня, а найменша – у лютому-березні (див. рисунки 2.1, 2.2).

Для ведення землеробства несприятливими умовами є періодичні посухи, суховії, а також нестабільність снігового покриву, утворення льодяної кірки та різкі зміни температури повітря.

Середньорічний коефіцієнт зволоження - 0,65 з діапазоном від 0,58 до 0,79. Кліматичною особливістю регіону є поєднання недостатнього зволоження ґрунту з високими температурами у літній період. Це призводить до формування дефіциту вологи, що обумовлює зниження продуктивності фітомаси - основного джерела органічної речовини ґрунту, а також обумовлює специфіку гумусонакопичення та гумусоутворення. Рис.2.2, свідчить, що з кінця червня до середини серпня спостерігається дефіцит ґрунтового зволоження.

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 2.1

Кліматичні показники території досліджень

(https://meteo.gov.ua/ua/33345/climate/climate_stations/113/17)

| Показники | Місяці | | | | | | | | | | | | Річна |
|---------------------------------|--------|-----|-----|----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|-------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Температура повітря, °С | | | | | | | | | | | | | |
| Середн. місячна | -4,1 | -3 | 1,8 | 10 | 16 | 20 | 22 | 21 | 16 | 9,3 | 3,7 | -0,7 | 9,4 |
| Абс. мінімальна | -33 | -34 | -26 | -9 | -4 | 3 | 7 | 5 | -5 | -19 | -23 | -25 | -34 |
| Абс. максимальна | 14 | 15 | 25 | 31 | 35 | 38 | 38 | 39 | 36 | 34 | 26 | 14 | 39 |
| Сума опадів, мм | | | | | | | | | | | | | |
| Середня | 43 | 35 | 29 | 37 | 44 | 48 | 46 | 42 | 28 | 29 | 38 | 46 | 465 |
| Макс | 69 | 105 | 45 | 77 | 114 | 88 | 100 | 112 | 87 | 93 | 114 | 131 | 605 |
| Добова макс | 24 | 21 | 19 | 41 | 45 | 62 | 69 | 57 | 42 | 33 | 34 | 30 | 69 |
| Висота снігового покриву, см | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | 4 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 |
| Відносна вологість повітря, % | | | | | | | | | | | | | |
| | 86 | 85 | 81 | 66 | 61 | 61 | 58 | 59 | 64 | 76 | 85 | 87 | 72 |
| Випаровування з водної поверхні | | | | | | | | | | | | | |
| мм | - | 0 | 25 | 50 | 109 | 142 | 167 | 159 | 109 | 59 | 16 | - | 836 |

Сонячна промениста енергія є основним джерелом енергії для всіх природних процесів. Аналіз показує, що тривалість сонячного сяння на території досліджень має виражений річний хід, який обумовлений зміною тривалості денного періоду, загальної кількості сонячних днів і прозорістю стану атмосфери.

Середньорічна тривалість сонячного сяння складає 2060-2080 годин: найбільший показник зафіксовано впродовж червня-серпня (280-320 годин на місяць), найменший – у грудні місяці – лише 30-40 годин. Річна сума сумарної сонячної радіації варіює від 4442 до 4581 МДж/м². Радіаційний баланс в межах 1950 – 1985 МДж/м² у середньому за рік. Максимальні значення поглинутої радіації складають від 580 до 590 МДж/м². Кількість отриманої сонячної енергії у ясні літні дні становить близько 270 МДж/м² на добу, а у хмарні дні – лише 60 МДж/м². Узимку ці показники складають відповідні 69 і 17 МДж/м². Сумарна кількість сонячної енергії, що надходить на поверхню землі і може бути використана для формування природних процесів, знаходиться у межах 4450 – 465- МДж/м² за рік.

2.2. Геологічна будова

Особливості геологічної будови Нікопольського марганцевого басейну (рис 2.1) детально представлено в літературних джерелах [29, 28]. З цих джерел видно, що у геологічній будові беруть участь кристалічні породи докембрію, а також їх кора вивітрювання і осадова товща кайнозою. Породи докембрію формують кристалічний щит всієї Придніпровської частини України. Вони покриті корою вивітрювання потужністю понад 100 і більше метрів. Осадова товща представлена геологічними відкладами кайнозою (палеоген, неоген, антропоген). Загальна потужність осадових порід складає 50-15 м.

В.В. Богданович розділив весь комплекс геологічних відкладів на літологічні типи на основі аналізу структури і текстури, мінералогічного складу, наявності та складу рослинних і інших органічних решток. Так, грубоуламкові гірські породи представлені двома літотипами. Серед пісків виділено 13, серед алевритів – 3, серед глин – 20 літотипів. Вапняки розділені на 14, доломітна 6 літотипів, мергелі представлені шістьма літотипами [28].

Неогенові відклади Нікопольського басейну формувалися як в континентальних, так і в морських ситуаціях. В.В. Богдановичем вони були розділені на 24 фації [28]. Найбільше поширені серед них: гравійно-глинисто-піщана

фація (сформувалась у континентальних умовах); вапняково-мергелясто-глиниста і мергелясто-глиниста фація (накопичувались в заплавних умовах); алеврито-піщана і глинисто-алеврито-піщана фації, (утворилися в мілководній зоні морських басейнів); алеврито-глиниста, збагачена великою кількістю органічної речовини; вапняна хомогенно-біогенна фація сформована на мілководних шельфах морських басейнів).

Мінерали змішаного генезису представлені як глауконітом, так і глинистими мінералами, а також кальцитами трьох груп: теригенні (обкатні уламки кристалів кальциту), біогенні (скелетні залишки організмів) і хомогенні (кристалокальцит мергелів і вапняків). Накопичення марганцевмісних осадів відбувалося на початку олгоцену. Їх пласт складають піщано-глинисті породи, які насичені марганцевими конкреціями, оолітами і/або пухкою землястою масою. Як зображено на рис. 2.1 і 2.2, розкривна товща марганцевих кар'єрів представлена геологічними відкладами різного генезису, складу і властивостей (глинисті і суглинкові породи, піски, супіщані відклади, а також мергелі, вапняки і ін.).



а) загальна панорама кар'єру



б) геологічна товща стінки середнього уступу

Рис. 2.1 Геологічна товща надрудного марганцевого шару представлена осадовими породами континентального і морського походження



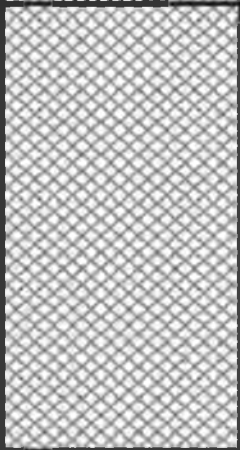




| вік | | шар, м | найменування порід |
|-----------------------------------|---|-----------|---|
| Q |  | 0-7 | грунти, суглинки |
| N ₂ SQ |  | 7-12 | глина червоно-бура |
| N ₁ Srm _{2,3} |  | 12-47 | глина зеленувато-сіра, голубовато-сіра з прошарками мергелю |
| N ₁ Srm ₂ |  | 47-53 | вапняк-ракушечник |
| N ₁ Srm ₁ |  | 53-59 | глина піщаниста |
| | | 59-63 | пісок кварцевий |
| Pg ₁ ch ₁ |  | 63-71 | глина зеленувато-сіра |
| Pg ₁ ch ₁ |  | >71 | марганцева руда |

Рис. 2.2 Стратиграфія надрудної товщі геологічних відкладів марганцевого кар'єру (Нікопольський марганцеворудний басейн)

Отже, вся товща гірських порід континентального і морського генезису є перевідкладеною корою вивітрювання, яка пройшла відповідні стадії гіпергенезу [28, 20, 19].

2.3. Рослинний і тваринний світ

За ботаніко-географічним районуванням [75] територія досліджень розташована в межах зони зправжніх степів, у перехідній зоні дерновинно-злакової багаторізнотравної та дерновинно-злакової бідно-різнотравної рослинності з домінування вузьколистих щільно дерновинних злаків.

Сьогодні усі природні степові ландшафти, які придатні для землеробства, розорані під сільськогосподарські угіддя. На сільськогосподарських землях провідними сільськогосподарськими культурами є пшениця озима, кукурудза, ярі колосові, соняшник, ріпак, овочеві, а також плідово-ягідні насадження.

Нерозораними залишилися переважно схили і днища балок, які використовуються під пасовища і сіножаті. Травостій тут формують костриця борозниста, тонконіг вузьколистий і сплюснутий, пирій повзучий, люцерна жовта, лядвенець рогатий і ін. надмірний перевипас призводить до різкої зміни флористичного складу, зниження покриття, продуктивності надземної фітомаси і

т.д. Вплив тварин на процеси ґрунтоутворення проявляється через деструкцію і трансформацію різного органічного матеріалу, що надходить у ґрунт.

Важливим чинником ґрунтоутворення є механічний вплив зооценозу на ґрунтовий покрив. Експерименти тварин є цінною складовою органічної речовини ґрунту. Особливо важливу роль у деструкції органічних решток відіграє безхребетна фауна. Завдяки їй відбувається подальша трансформація органічних речовин, формується органогенний гумусований профіль, покращується структурно-агрегатний стан ґрунту, інтенсифікація кругообіг біогенних елементів, підтримується гомеостаз ґрунтової біоти. За участю ферментів і ензимів симбіотичних мікроорганізмів безхребетні здатні розщеплювати целюлозу, вивільняти лігнінові сполуки, тим самим сприяючи гуміфікації органічних решток.

Сільськогосподарські підприємства в основному спеціалізуються на вирощуванні великої рогатої худоби, свиней, овець та птахівництва [30].

2.4. Грунтовий покрив

Згідно даних ґрунтового районування [84, 55, 34] територія Нікопольського марганцеворудного басейну розташована в перехідній зоні від північного до південного Степу України. Тут сформувались ґрунти, в яких одночасно поєднуються властивості як чорноземів звичайних, так і чорноземів південних. Подібність морфологічних ознак цих ґрунтів із чорноземами південними полягає в тому, що вони мають компактну «білозірку» на глибині 80-85 см, структура грудкувато-горіхувата, виражену помітну твердість в першому перехідному горизонті, дещо знижений вміст гумусу (3.5-4.5%), у слабоеродованих підстилових породах трапляються друзи гіпсу нижче горизонту «білозірки».

Основною материнською породою ґрунтів є лесоподібні відклади суглинкового гранулометричного складу. Менш поширені глинисті, супіщані породи і інші геологічні відклади. Найбільш поширені ґрунти – чорноземи звичайні і чорноземи південні. Обстеженнями виявлені такі генетичні групи ґрунтів: чорноземи звичайні повнопрофільні, чорноземи південні повнопрофільні, чорноземи звичайні і південні слабоеродовані, чорноземи південні середньо- і сильноеродовані, чорноземи південні з ознаками осолоділості в комплексі з чорноземами слабосолонцюватими, чорноземами солонцюваті, лучно-чорноземні засолені ґрунти, лучно-болотні засолені ґрунти в комплексі із солонцюватими, осолоділі ґрунти [55].

По всьому ґрунтовому профілю в різних генетичних горизонтах чорноземів (Н, НР, Ph і Р) формується неоднакова кількість органічної речовини різної якості. Кількість і якість органічної речовини зональних ґрунтів пов'язані з різними біологічними, хімічними, фізико-хімічними та фізичними процесами, що відбуваються в кожному окремому горизонті. У ґрунтовій масі гумусового горизонту зонального чорнозему міститься максимальна кількість органічної речовини. Гумінові кислоти переважають над фульвокислотами ($C_{ГК}:C_{ФК} = 2,1-3,0$), а частка гуміну складає понад 50% від загального вмісту вуглецю.

Таблиця 2.2

Основні показники ґрунтів на території Нікопольського марганцево-рудного басейну [84, 55]

| Показник | Генетичний горизонт | | | |
|---|---------------------|------|------|------|
| | H | Hp | Phk | Pk |
| Чорнозем південний середньопотужний малогумусний важкосуглинковий на лесових відкладах | | | | |
| Потужність шару ґрунту, см | | | | |
| Вміст гумусу, % | 3,8 | 2,1 | 1,0 | 0,5 |
| Валовий азот, % | 0,17 | 0,15 | 0,11 | 0,07 |
| Карбон фульвокислот, % від C_{ORG} | 13,2 | 12,2 | 18,6 | – |
| Карбон залишку, % від C_{ORG} | 56,1 | 63,3 | 65,2 | – |
| Стк:Сфк | 2,3 | 2,0 | 0,9 | |
| $CaCO_3$ | – | 2,1 | 11,3 | 12,7 |
| Вуглець гумінових кислот, % від C_{ORG} | 30,7 | 24,5 | 16,2 | – |
| pH водне | 7,5 | 7,7 | 7,9 | 8,1 |
| Рівноважна щільність складення, г/см ³ | 1,14 | 1,26 | 1,39 | 1,50 |
| ЄКО, мг-екв./100 г | 34,2 | 31,8 | 30,0 | – |
| Найменша вологостійкість, % | 30,2 | 23,7 | 22,6 | 20,7 |
| Загальна пористість, % | 59,5 | 50,8 | 45,6 | 45,3 |
| Гранулометричний склад, % на абс. суху безкарбонатну пробажку | | | | |
| Фракції, мм: | | | | |
| • 1–0,25 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| • 0,25–0,05 | 4,5 | 5,8 | 2,9 | 7,1 |
| • 0,05–0,01 | 36,1 | 34,8 | 35,5 | 32,9 |
| • 0,01–0,005 | 8,5 | 10,8 | 10,1 | 9,7 |
| • 0,005–0,001 | 10,9 | 8,2 | 12,1 | 11,5 |
| • <0,001 | 39,8 | 40,1 | 39,2 | 38,6 |
| Уміст «фізичної глини», % | 59,2 | 59,1 | 61,4 | 59,8 |

У складі гумінових кислот переважають сполуки з кальцієм (25–29%), зменшується кількість вільних гумінових кислот (у 1,6–2,6 рази) і їх сполук з напівокислами (R_2O_3). Зменшується також і частка гумінових кислот, які зв'язані з кальцієм (у 1,3–1,7 рази). На вільні гумінова кислоти та їх сполуки, зв'язані з полоторфними оксидами припадає незначна частина вуглецю (2–6%).

У першому перехідному генетичному горизонті кількість органічної речовини істотно зменшується, також зменшується й частка гумінових кислот, але зростає кількість фульвокислот $C_{TK} : C_{ФК}$ зростає до 1,5-2,0.

У другому перехідному генетичному горизонті зафіксовано ще менший вміст органічної речовини, однак вона має порівняно стабільний склад. У ній 26-28% від загального вуглецю приходиться на гумінові кислоти і 17-21% - на фульвокислоти. На 54-55% - органічна речовина складається з нерозчинного залишку. Співвідношення $C_{TK} : C_{ФК} = 1,25 - 1,63$. Вільні гумінові кислоти і їх сполуки з R_2O_3 складають лише 1-2% від загальної кількості, а гумінові кислоти, пов'язані з кальцієм складають від 24 до 26%.

У лесоподібному суглинку, що залягає безпосередньо під гумусованим шаром ґрунту, співвідношення гумінових і фульвокислот становить близько одиниці. Тут фіксуються мінімальна кількість гумінової кислоти та її сполук з напівокислами (R_2O_3). Як і у другому перехідному горизонті чорнозему, у ґрунтоутворюючій породі органічна речовина відрізняється високою стабільністю складу, що, на наш погляд, може бути пов'язано зі значним загасанням ґрунтоутворювального процесу і загальмованістю біологічних, хімічних, фізико-хімічних і фізичних процесів.

Таким чином, в різних горизонтах чорнозему формується різноякісна органічна речовина.

На досліджуваній території широкого поширення набули різного ступеня еродовані ґрунти, які, на відміну від повнопрофільних, характеризуються скороченим профілем, меншим вмістом гумусу, меншою ємністю катіонного обміну, гіршою агрономічною цінною структурою і менш сприятливими агрофізичними властивостями, меншими запасами гумусу і поживних елементів, а також меншою їх доступністю для рослин.

Меншого поширення мають ґрунти, що утворились на глинах, пісках, супісках (нелесових породах). Такі чорноземні ґрунти на глинистих породах відрізняються від чорноземів, сформованих на лесових відкладах, більш важ-

ким гранулометричним складом, що обумовлює їх запливання при зволоженні і сильне ущільнення при всиханні. Тому у них складається менш сприятливий для рослин водно-повітряний режим.

Інші характерні ознаки таких ґрунтів: скороченість ґрунтового профілю, солонцюватість, іноді засолення. Солонцюваті ґрунти характеризуються меншим вмістом кальцію в ГТК (59 – 68% від СКО), більш вузьким співвідношенням катіонів Ca^{2+} : Mg^{2+} (0,9-1,4), пониженою рухомістю поживних речовин, особливо фосфору.

Таким чином, район досліджень характеризується досить родючими ґрунтами переважно чорноземного типу. При відведенні земельної ділянки під кар'єрні розробки передбачено зняття верхнього гумусованого родючого шару ґрунтів до горизонтів профілю з вмістом гумусу менше 1%. Глибина зняття шару ґрунту визначається у кожному конкретному випадку за результатами ґрунтових обстежень і регламентується нормативними документами.

Знята гумусована ґрунтова маса складається і зберігається у буртах (так званих «земляних складах») і використовується для формування техноземних ґрунтів на технічному етапі рекультивації посттехногенних ландшафтів.

3.1. Коротка характеристика науково-дослідного стаціонару з рекультивації порушених земель

Експериментальні дослідження виконували на науково-дослідному стаціонарі з рекультивації земель, розташованому поблизу м. Покров Дніпропетровської області. Географічні координати і загальний вигляд дослідного поля представлені в додатку Д і рисунку 3.1.

Створення дослідного поля і формування різноякісних літотехнічних моделей рекультивованих земель було здійснено впродовж 1968 – 1970 рр. відібрані з борту кар'єру найбільш розновсюджені субстрати потенційно родючих гірських порід автотранспортом завозили на попередньо сплановану поверхню зовнішнього відвалу, який був хаотично сформований технічною сумішкою різних розкритих гірських порід, які формують надрудну товщу. Потужність товщини відсіпки субстратів складала 2 метри. Завершалось формування таких моделей рекультивованих земель (без використання гумусованої маси) ретельним (чистовим) плануванням стабілізованої поверхні.

Загальна площа наукового стаціонару зі створеними моделями техноземів складала 4,5 га, у т.ч. модель технозему, сформованого лесоподібними відкладами – 1,8 га, червоно-бурими глинами і суглинками – 1,4 га, і сіро-зеленими мергелястими глинами – 1,3 га. Дослідне поле було сформовано одним масивом, що дозволило виконувати усі агротехнологічні операції в єдиному комплексі.

Полеві досліди з сільськогосподарського використання літотехноземів, були розпочаті у 1971 році, які продовжуються й нині. Вони проводяться за однаковою схемою, в однакових природно-кліматичних умовах. Дослідні ділянки мали первинну облікову площу 215 м² з розміром сторін 7,2х30 м. У подальшому (в 1975 і 1980 роках) кожна ділянка була двічі розділена на рівні

частини. Це дозволило суттєво розширити схему і кількість варіантів польових дослідів.

Піонерними дослідними культурами на усіх моделях литогенних техноземів були люцерна посівна і еспарцет піщаний. У подальшому схема дослідів ускладнювалась і видозмінювалась, до вивчення були долучені пшениця озима, ячмінь ярий, горох посівний, а також бобово-злакові багаторічні травосумішки, компонентами якої були люцерна посівна, еспарцет піщаний, стоколос безостий, житняк вузькоколосий. Більш детальна характеристика науково-дослідного стаціонару з рекультивації порушених земель на початок експерименту

Багаторічний вплив рослинності на швидкість ґрунтоутворення і зміну властивих характеристик трьох моделей техноземів вивчали у двох варіантах з таким чергування агроценозів протягом 52-річного періоду (1971 – 2022 рр.):

У агросукцесії А: люцерна посівна впродовж 4 років → ячмінь ярий → еспарцет піщаний 5 років → ячмінь ярий → бобово-злакова травосуміш 9 років → пар чистий → пшениця озима → бобово-злакова травосуміш впродовж 28 років;

У агросукцесії Б чергування було таким: люцерна посівна впродовж 4 років → пар чистий → ячмінь ярий → ячмінь ярий → пар чистий → пшениця озима → ячмінь ярий → пар чистий → пшениця озима → ячмінь ярий → кукурудза → горох → ячмінь ярий → горох → ячмінь ярий → горох → ячмінь ярий → пар чистий → озима пшениця → озима пшениця → бобово-злакова травосуміш 31 рік.

Таким чином, у агросукцесії А багаторічні бобові і бобово-злакові агроценози вирощували 41 рік, (91% часу), ще 3 роки (7%) – однорічні зернові культури один рік були під чистим паром (2%).

У агросукцесії Б співвідношення агроценозів було таким: багаторічні бобові трави та бобово-злакові травосуміші – 58% часу, однорічні зернові та зерно-бобові агроценози – 33%, чистий пар – 9% часу.

Отже, суттєвою різницею між агросукцесіями є їх насиченість багаторічними бобовими і бобово-злаковими агрофітоценозами, які мають більший фітомеліоративний вплив на техноземні ґрунти порівняно із однорічними агрофітоценозами, насамперед - зерновими культурами.

Полеві крупноділяночні досліді проводили згідно загальноприйнятих методик [42, 61]. Облікова площа кожної ділянки складала 50 м², повторність – 5-кратна. Схема досліду наведена на рис. 3.2. Лабораторні аналізи і інші дослідження літогенного потенціалу ґрунтоутворення субстратів гірських порід,

а також його реалізація за тривалого сільськогосподарського використання

проводили за загальноприйнятими стандартизованими методиками. Вибір і підготовку зразків субстратів техноземного ґрунту здійснювали згідно діючих методик. У підготовлених до аналізу зразках визначали: вміст загального ґу-

мусу – за методом Тюріна в модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004); грану-

лометричний склад – методом Качинського (МВВ 31-497058-010-2003); реак-

цію ґрунтового середовища (рН) – потенціометрично (ДСТУ ISO 10390:2005);

вміст загального азоту – за методом К'ельдаля; вміст легкогідролізованого

азоту – за методом Корнфілда; вміст рухомих сполук фосфору і калію – за Ма-

чигіним (ДСТУ 4114-2002).

Математичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу з використанням програми SPSS 8.0.

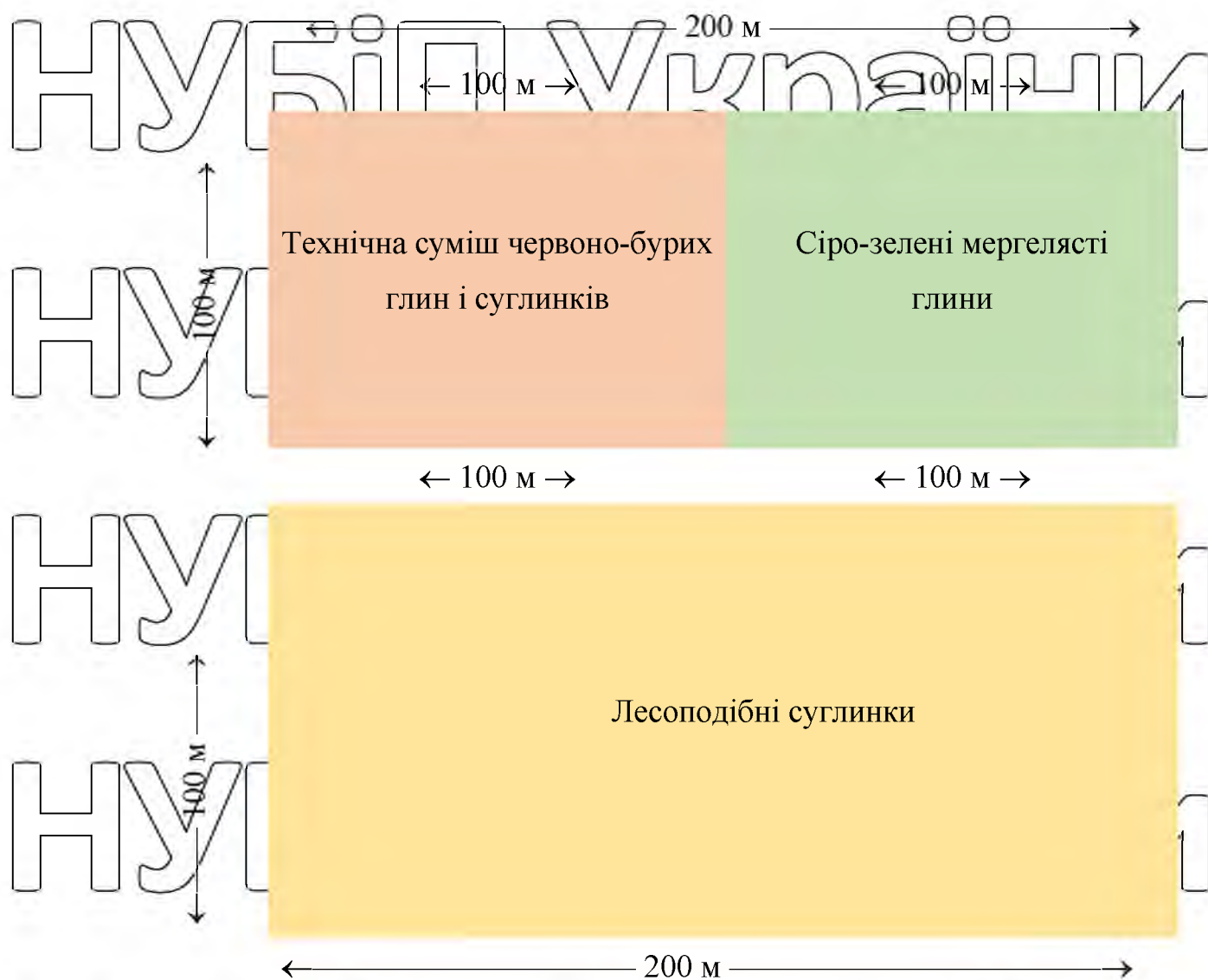


Рис. 3.1. Схема дослідного поля з вивчення ґрунтоутворення в літогенних техноземах за сільськогосподарської рекультивації порушених земель



Рис 3.2 Фрагменти дослідного поля з вивчення процесів ґрунтоутворення на різноякісних літогенних техноземях за тривалого сільськогосподарського використання.

3.2. Едафічні характеристики субстратів гірських порід які використовують для формування техноземів

Едафічна оцінка гірських порід як субстратів, з яких формують техноземні ґрунти, передбачає розрізняти літогенні чинники, які успадковані від материнської породи, і педогенні, які сформувались в результаті процесів ґрунтоутворення.

Літогенні чинники обумовлюють загальний комплекс едафічних характеристик. Вони мають суттєве, часто визначальне як господарське, так і екологічне значення. До літогенних чинників відносять насамперед геохімічний і мінералогічний склад, дисперсність. На перших етапах біологічного освоєння техноземів вони визначають агрохімічні і агрофізичні властивості, отже, обумовлюють можливості і напрямки їх раціонального використання.

Загальновідомо, що розвиток біокомпонентів ґрунту безпосередньо пов'язаний із формування фізико-хімічних умов літогенної основи рекультивованих земель, які значною мірою залежать від динаміки первинних біогеоценотичних процесів, що у них відбувається.

Для оцінювання едафічних чинників, які обумовлюють рівень продуктивності агроєкосистем, досліджували гранулометричний, мінералогічний та хімічний склад, агрофізичні та агрохімічні властивості гірських порід, що перекривають марганцеворудний пласт, тому при відкритому способі гірничодобувних робіт формують кар'єрні відвали, які стають майбутніми об'єктами рекультивації.

Об'єктами наших досліджень були геологічні відклади плейстоценового (лесоподібні відклади), пліоценового (червоно-бурі глини і суглинки) і міоценового (сіро-зелені глини) геологічного віку. Ці субстрати ще до експонування на денну поверхню вже успадкували від минулих геологічних епох певний набір едафічних властивостей.

3.2.1. Гранулометричний склад

Гранулометричний склад як показник дисперсності є одним із основних структурних рівнів організації твердої фази ґрунтового тіла [54]. Дисперсність значною мірою визначає функціональні властивості ґрунту, а також приймає участь у формуванні мікро- і макроструктури. Саме тому вона є важливим чинником визначення якісних показників для оцінювання придатності гірських

порід як субстратів для біологічного освоєння. Адже цей показник формує більшість фізичних, хімічних і технологічних властивостей майбутніх ґрунтів. З ним також пов'язана вбирна здатність ґрунтів, потенціальна і реальна здатність до гумусоутворення і гумусонакопичення. Дисперсність обумовлює поживний режим, можливість і швидкість окультурення ґрунтоутворюючих материнських порід, ефективність добрив та меліоративних заходів та ін. властивості. Вона суттєво впливає на загальні фізичні властивості, насамперед, на щільність твердої фази і щільність складення, а, отже, й на динаміку порового простору.

На важливість дисперсності (гранулометричного складу) при оцінюванні гірських порід для їх біологічного освоєння вказували М.Т. Масюк, П.В. Волож, І.Х. Узбек, М.Д. Горобець та інші дослідники [65, 35]. Загальновідомо, що гранулометричний склад ґрунту відображає його генезу і властивості ґрунтоутворюючих порід. Тому може вказати на спрямованість їх трансформації за різних умов сільськогосподарського використання.

Як видно з табл 3.1, геологічні відклади надрудної товщі суттєво відрізняються за дисперсністю: від супіщаних древньоалювіальних пісків, суглинкових лесоподібних та червоно-бурих відкладів голоцену та плейстоцену, до легкоглинистих червоно-бурих і сіро-зелених мергелястих глин. Крапляються в розкривній товщі також середньоглинисті темно-сірі, сірі і чорні сланцюваті та вохристо-зеленуваті олігоценові глини. У супіщаних відкладах переважають фракції крупного і середнього піску (86–95%), а у суглинкових – крупний піл (характерна ознака лесу) та мулу. У глинистих відкладах переважають фракції мулу та мілкового пілу.

Таблиця 3.1

Гранулометричний склад геологічних відкладів, що покривають марганцеворудний пласт в Нікопольському марганцеворудному басейні

| Субстрати | Втрати від обробки HCl, % | Розподіл за фракціями (мм), % | | | | | | Вміст фізичної глини, % |
|-----------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------|-------------|--------------|---------------|--------|-------------------------|
| | | 1,0 – 0,25 | 0,25 – 0,05 | 0,05 – 0,01 | 0,01 – 0,005 | 0,005 – 0,001 | <0,001 | |
| Лесоподібні суглинки | 11,7 | 0,61 | 3,10 | 39,42 | 8,43 | 9,21 | 27,49 | 45,1 |
| Червоно-бурі суглинки | 7,8 | 0,82 | 3,16 | 33,48 | 7,47 | 9,17 | 38,05 | 54,7 |
| Червоно-бурі глини | 8,0 | 1,03 | 2,85 | 21,48 | 7,26 | 13,49 | 45,88 | 66,6 |
| Сіро-зелені мергельні глини | 20,5 | 1,43 | 2,38 | 3,77 | 4,04 | 11,98 | 55,92 | 72,0 |

Отже, найбільш сприятливими за гранулометричним складом для сільськогосподарського використання виявились суглинкові (лесоподібні та червоно-бурі) та легкоглинисті (червоно-бурі та сіро-зелені) геологічні відклади.

3.2.2. Хіміко-мінералогічний склад субстратів гірських порід

Аналіз хіміко-мінералогічного складу субстратів гірських порід показав, що основними глинистими мінералами є каолініт, монтморилоніт і гідрослюди (глинисті мінерали), а також змішано-шаруваті мінерали.

За хімічним складом каолініт відрізняється від інших глинистих мінералів підвищеним вмістом алюмінію і дещо пониженим – кремнію. За хімічним ана-

лізом каолінит містить мало лужних елементів (калію, натрію) і лужноземельних (кальцію, магнію), тому ємність поглинання в ньому є найменшою серед глинистих мінералів.

Монтморилоніт за своєю структурою суттєво відрізняється від каолініту.

Адже кожен його шар складається з однієї октаедричної і двох тетраедричних сіток. Залежно від того, який саме елемент переважає в октаедрах, виникають різновиди монтморилоніту, а саме: власне монтморилоніт (переважає алюміній) нонтроніт (залізистий монтморилоніт), волконскоїт (хромовий монтморилоніт), сапоніт (магнієвий монтморилоніт), соконіт (цинковий монтморилоніт)

і ін. Хімічний склад монтморилоніту характеризується зниженням у порівнянні з каолінітом вмісту алюмінію і підвищенням – кремнію. Через високу ємність поглинання в монтморилоніті більший уміст натрію, калію і магнію. Монтморилоніт здатний сильно набухати.

Шари гідрослюди, як і монтморилоніти, складаються з трьох сіток – двох тетраедричних і однієї октаедричної, розташованої між ними. Але на відміну від монтморилоніту в гідрослюді знаходяться переважно атоми алюмінію, а основні заміщення зв'язані з тетраедрами які розміщені у центрах. У багатьох з них розташований алюміній, а не кремній. Таке заміщення чотиривалентного кремнію на тривалентний алюміній приводить до негативного заряду, який врівноважується позитивно зарядженими атомами калію, розташованими між шарами, міцно зв'язуючи їх. Саме тому гідрослюда не набухає подібно монтморилоніту, легко розколюється на тонкі пластини. За вмістом основних хімічних елементів гідрослюда займає проміжне положення між каолінітом і монтморилонітом. У гідрослюді дещо більше алюмінію і відповідно менше кремнію, ніж у монтморилоніті. Однак менше алюмінію і більше кремнію порівняно з каолінітом. В гідрослюдах високий вміст калію – саме він зв'язує шари кристалічних решіток цього мінералу.

Змішано-шаруваті мінеральні утворення мають проміжні ознаки: у їх структурі присутні як монтморилонітові, так і гідрослюдисті фрагменти.

Змішано-шаруваті мінеральні утворення мають проміжні ознаки: у їх структурі присутні як монтморилонітові, так і гідрослюдисті фрагменти.

Змішано-шаруваті мінеральні утворення мають проміжні ознаки: у їх структурі присутні як монтморилонітові, так і гідрослюдисті фрагменти.

Змішано-шаруваті мінеральні утворення мають проміжні ознаки: у їх структурі присутні як монтморилонітові, так і гідрослюдисті фрагменти.

Змішано-шаруваті мінеральні утворення мають проміжні ознаки: у їх структурі присутні як монтморилонітові, так і гідрослюдисті фрагменти.

За даними Е.Л. Додатко [92], мінеральна складова досліджуваних гірських порід на 65 – 75% складається із первинних мінералів. Інша решта представлена вторинними (глинистими) мінералами, в складі яких переважають гідрослюди, хлорити, монтморилоніт. Частка слоудо-монтморилонітових мінералів менша, а кількість SiO_2 - підвищена.

Якісні і кількісні характеристики глинистих мінералів у зональному чорноземі і в основних потенційно-родючих гірських породах були досліджені С.В. Забалуєвим і ін. Їх узагальнений вміст у досліджуваних субстратах приведений у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2
Співвідношення між глинистими мінералами в мулістій фракції зонального ґрунту та основних розкривних гірських порід, %
(Забалуєв С.В., 2020).

| Субстрат | Глинисті мінерали | | |
|------------------------------|-------------------|------------|---------------|
| | каолініт | гідрослюда | монтморилоніт |
| Гумусована маса чорнозему | 28 | 44 | 28 |
| Лесоподібні відклади | 34 | 38 | 28 |
| Червоно-бура глина | 26 | 66 | 8 |
| Сіро-зелена мергельста глина | 8 | 25 | 67 |

Таким чином, як свідчать дані таблиці 3.2, основні субстрати гірських порід за вмістом і співвідношенням глинистих мінералів в мулістій фракції можна оцінити такими рядами (за зменшенням показника):

- У каолініті: лесоподібні відклади > червоно-бурі глини > сіро-зелені глини;
- У гідрослюді: червоно-бурі глини > лесоподібні відклади > сіро-зелені глини;

- У монтморилоніті: сіро-зелені глини > ґрунтова маса чернозему > лесоподібні відклади > червоно-бурі глини.

Приведена інформація свідчить про те, що найбільш мобільна частина мінералогічного складу гірських порід суттєво відрізняється як від зонального ґрунту так і між субстратами гірських порід, що можна пояснити, перш за все, їх походженням. Від мінералогічного складу залежить фізичні властивості (здатність до набухання – стиснення, водоємність, водопроникність), хімічний склад, характеристика катіонного обміну, безпосередній, ближній та дальній резерви поживних речовин а також інші едафічні властивості [89].

Хімічний склад субстратів гірських порід і хід хімічних процесів ґрунтоутворення взаємопов'язані з мінералогічним складом. Так, наявність у породі кальциту обумовлює лужну реакцію ґрунтового середовища і нейтралізацію органічних кислот, які утворюються в процесі біологічного вивітрювання. Залежно від того, наскільки легко вивітрюються мінерали, буде залежати і первинний вміст доступних для рослин і мікроорганізмів поживних речовин.

Отже, як субстрати для створення штучних едафотопів, лесоподібні та червоно-бурі відклади, а також сіро-зелені глини мають задовільні характеристики гранулометричного, мінералогічного та хімічного складу. Вони розміщуються в діапазоні від важкосуглинкового до середньоглинистого гранулометричного складу, а також не містять надлишкових кількостей фітотоксичних сполук.

3.2.3. Агрофізична характеристика субстратів гірських порід

Дослідження фізичних властивостей гірських порід в техноземах ускладнюються із-за таких умов: порушенням природного стану родючого шару ґрунту, його перемішуванням з різними за складом і властивостями геологічними відкладами на технічному етапі рекультивації; суттєво впливає й нерівномірне просідання спланованої поверхні відвалів та ін чинники. Однак селективна

(роздільна) розробка, транспортування, укладанням ґрунтової маси і потенційно-родючих гірських порід можуть зменшувати строкатість фізичних властивостей техноземів, однак не здатні повністю їх ліквідувати. Окрім того, різний гранулометричний склад і різна ступінь ущільнення субстратів гірських порід, на які укладають шари ґрунтової маси, визначають характер прояву сорційних та капілярних сил.

Характеристики загальних фізичних властивостей основних геологічних відкладів Нікопольського марганцеворудного басейну та зонального неперушеного ґрунту приводяться в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Загальні фізичні властивості субстратів гірських порід і зонального ґрунту [Забалуєв, 2011]

| Субстрат* | Густина твердої фази, г/см ³ | Щільність, г/см ³ | | Шпаруватість, % | |
|-----------|---|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | в неперушеному стані | в порушеному стані | в неперушеному стані | в порушеному стані |
| 1 | 2,57 | 1,33 | 1,29 | 49,1 | 49,9 |
| 2 | 2,67 | 1,60 | 1,39 | 40,1 | 48,2 |
| 3 | 2,69 | 1,57 | 1,37 | 41,4 | 49,1 |
| 4 | 2,73 | 1,55 | 1,24 | 43,7 | 54,9 |
| 5 | 2,67 | 1,36 | 1,09 | 48,9 | 59,1 |

Примітка. 1 – гумусована маса чорнозему; 2 – лесоподібні відклади; 3 – червоно-бурі суглинки; 4 – червоно-бурі глини; 5 – сіро-зелені мергельсті глини; В дужках – варіабельність показника.

Як свідчать дані таблиці 3.4, усі гірські породи в порівнянні із зональним ґрунтом мають в середньому більшу на 0,10 – 0,16 г/см³ густина твердої фази. Різниця в щільності в неперушеному і порушеному стані в ґрунтовій масі чорноземі південному становить в середньому 0,04 г/см³, а у субстратах гірських порід – від 0,21 в суглинкових відкладах до 0,17 – 0,31 г/см³ – у субстратах глинистих. Від гранулометричного складу і здатності агрегуватись

залежить і загальна шаруватість в порушеному стані: в суглинистих відкладах і ґрунтовій масі вона була меншою на 4,8 – 11,3%, ніж в глинистих.

Субстрати з гірських порід різняться за водними властивостями (табл. 3,4) як між собою, так і порівняно із зональним ґрунтом.

Слід відзначити високі показники найменшої вологоємності у сіро-зелених глин (42,1–43,1% при 24,9% в зональному чорноземі). Незважаючи на досить високі показники недоступної рослинам води (23,3–24,0), в сіро-зелених глинах формуються досить високі запаси в активному шарі технозему.

З даних, наведених у таблиці 3,5, видно, що у субстратах глинистого гранулометричного складу в метровому шарі загальні запаси води на початку вегетаційного періоду більші в середньому на 215 мм, а продуктивні – на 70 мм, ніж в зональному ґрунті та суглинистих гірських породах. Додаткова кількість доступної рослинам води (до 700 м³/га) в глинистих субстратах є суттєвим чинником їх родючості в зоні недостатнього зволоження.

Таблиця 3.5
Гідрологічні характеристики основних геологічних відкладів та зонального ґрунту [63]

| Субстрат | Вологість в'янення рослин, % | Максимальна молекулярна вологоємність, % | Найменша вологоємність, % | Діапазон продуктивної води, % | Запаси води в метровому шарі, мм | |
|----------|------------------------------|--|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------|
| | | | | | загальні | продуктивні |
| 1 | 8,3 | не визн. | 25,0 | 16,7 | 331 | 164 |
| 2 | 9,9 | 15,0 | 21,7 | 11,8 | 302 | 164 |
| 3 | 11,7 | 17,0 | 24,5 | 12,8 | 343 | 179 |
| 4 | 16,9 | 22,0 | 30,3 | 13,4 | 374 | 170 |
| 5 | 24,0 | 33,8 | 42,1 | 19,8 | 457 | 210 |

Н Примітки. 1 – гумусована ґрунтова маса чорнозему; 2 – лесоподібні відклади; 3 – червоно-бурі суглинки; 4 – червоно-бурі глини; 5 – сіро-зелені мергелясті глини;. В дужках – варіабельність показника.

Отже, за фізичними властивостями субстратами гірських порід мають різні характеристики, які обумовлені перш за все їх гранулометричним, мінералогічним та хімічним складом. Субстрати суглинистого і глинистого гранулометричного складу здатні формувати запаси води, достатні для вирощування сільськогосподарських культур Степу – від ксерофітів до мезофітів.

3.4. Ресурси палеоорганічної речовини та макроелементів

У винесених на денну поверхню гірських породах Нікопольського марганцеворудного басейну вміст палеоорганічних речовин складає: у субстратах з лесоподібних суглинків – у середньому 0,34%, в субстратах з червоно-бурих глин и суглинків – 0,2%, в сіро-зелених глинах – 0,18%. Порівняно з чорноземом південним цей показник виявився у 6,8–12,8 разів меншим.

Таблиця 3.6

Вміст і запаси фосфору в субстратах гірських порід [63]

| Гірські породи ґрунт | Валовий фосфор | | Рухомий фосфор | |
|------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|------------------------------|
| | % | запаси в шарі 0–25 см, т/га | мг/кг | запаси в шарі 0–25 см, кг/га |
| Лесоподібні суглинки | 0,099 | 3,62 | 10,71 | 38 |
| Червоно-бурі суглинки | 0,086 | 2,93 | 8,31 | 28 |
| Червоно-бурі глини | 0,096 | 3,32 | 5,81 | 19 |
| Сіро-зелені мергелясті глини | 0,089 | 2,52 | 5,51 | 15 |

Зональний ґрунт (чорнозем пі-
вденний)

0,237

7,42

12,51

39

Вміст загального азоту у свіжовідібраних субстратах гірських порід складає від 0 до 0,024%. Це у 7–11 разів менше, ніж у зональному ґрунті, тобто такі субстрати можна назвати безазотними. Ресурси фосфору мають надзвичайно важливе значення в освоєнні техноземів. Фосфор знаходиться в різноманітних фосфатах фосфатвмісних мінералів. Загальні запаси фосфору в субстратах гірських порід становлять 0,08 – 0,12%, тобто, вони у 2,2 – 2,8 рази нижчі порівняно з чорноземами (таблиця 3,6) [62, 63].

Таблиця 3.8

Вміст і запаси калію в розкривних гірських породах і зональному ґрунті [63]

| Гірські породи, ґрунт | Валовий калій | | Обмінний калій | |
|------------------------------|---------------|-------------------|----------------|-------------------|
| | % | запаси, т/га | мг/кг | запаси, кг/га |
| | | в шарі 0–25 см | | в шарі 0–25 см |
| Лесоподібні суглинки | 1,70 | 61,6 | 263 | 903 |
| Червоно-бурі суглинки | 1,85 | 62,9 | 331 | 1125 |
| Червоно-бурі глини | 1,81 | 61,5 | 436 | 1482 |
| Сіро-зелені мергелясті глини | 2,43 | 68,6 | 706 | 1994 |
| Зональний ґрунт | 2,01 | 62,8 | 305 | 953 |

3.3. Едафічні характеристики субстратів гірських порід, які можуть обмежувати ґрунтоутворення та можливості їх подолання

Сучасна технологія рекультивації земель дозволяє використовувати різноякісні геологічні відклади для конструювання штучних едафотопів. При аналізі й оцінці їх складу і властивостей доцільно всі едафічні характеристики розділити на три групи.

До першої групи віднесені такі чинники, які практично неможливо або дуже важко змінити (мінералогічний, гранулометричний і геохімічний склад).

До другої групи віднесені едафічні властивості, які можливо поліпшити завдяки впровадженню цілеспрямованих багаторічних ресурсозатратних заходів (накопичення гумусу, зменшення вмісту легкокорозійних солей у кореневмісному шарі, зменшення до оптимального рівня (менше 5% ЄКО) в ґрунтовому

вбирному комплексі поглинутого натрію, оптимізація загальних фізичних вла-

стивостей, структурно – агрегатного стану, підвищення біогенності і біологічної активності). Третя група чинників об'єднує такі, що можливо покращити завдяки одноразовим заходами на нетривалий проміжок часу (забезпечення аг-

роценозів доступними поживними речовинами шляхом внесення добрив, іно-

куляції рослин азотфіксуючими бактеріями, фосфатмобілізуючою мікрофло-

рою; оптимізація водно-повітряного забезпечення рослин і мікроорганізмів за-

вдяки системі механічного обробки ґрунту, оптимізації реакції ґрунтового середовища шляхом вапнування або гіпсування і деякі ін.).

Аналіз едафічних характеристик потенційно родючих гірських порід: гра-

нулометричного, мінералогічного та хімічного складу, фізичних, хімічних та

біологічних властивостей засвідчив, що основними обмежувачими чинниками

реалізації потенціалу ґрунтоутворення є низькі первинні запаси органічної ре-

човини і азоту, слабо розвинений мікробіоценоз, недостатня для нормального

зростання рослин кількість поживних речовин (особливо азоту і фосфору), а

також підвищена кількість легкокорозійних солей (насамперед у червоно-бу-

рих глинах).

Низькі запаси гумусу і біофільних хімічних сполук і елементів є характерними для усіх потенційно родючих гірських порід, тому складають перший обмежувальний рівень. Нестача вологи і висотні літні температури в південному Степу України складають другу групу обмежувальних чинників. Інші обмежувальні фактори є специфічними і різною мірою проявляються лише в деяких гірських породах або їх різновидах: низька агрегатованість та утворення ґрунтової кірки характерні для лесоподібних суглинків, високий рівень засолення і осолонцювання – для червоно-бурих відкладів (насамперед глин), важкий гранулометричний склад, надмірне набрякання і тріщинуватість високий

вміст карбонатів і слаболужна реакція середовища – для сіро-зелених мергелистих глин. Отже, у технозомах, сформованих гірських порід, ніж у зональних ґрунтах, а отже й для реалізації літо- і біогенного потенціалу ґрунтоутворення.

Встановлення і діагностування обмежуючих чинників і їх ресурсного потенціалу, а також діапазонів відхилення від оптимуму для розвитку агроценозів з різних еколого-трофічних груп, можливість їх спрямованого регулювання створює можливість управляти ґрунтогенезом за допомогою біологічних та агротехнологічних заходів, що дозволить створювати високопродуктивні агро-

екосистеми на рекультивованих землях.

ПРОЦЕСИ ГРУНТОУТВОРЕННЯ В ТЕХНОЗЕМАХ ЗА ТРИВАЛОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИКОРИСТАННЯ

Для дослідження темпів гумусонакопичення за 45-річний період сільськогосподарського використання різноякісних техноземів братись дані про кількість рослинних (насамперед кореневих) решток, які щорічно надходять в техноземи і стають основним джерелом органічної речовини і енергетичного матеріалу для ґрунтоутворення. Кількість підземної фітомаси за період спостережень залежала як від літогенного складу техноземів, так і від насиченості агросукцесії фітомеліоративними агроценозами.

Як свідчать дані рис. 5.1, в агросукцесії А за 45-річний період найбільша кількість підземної фітомаси надійшла у техноземи, сформовані з суміші червоно-бурих глин і суглинків – 248,2 т/га, що на 17,1 т/га більше, ніж в техноземах, сформованих лесоподібними суглинками і на 18,4 т/га більше, ніж в техноземах, сформованих сіро-зеленими мергелястими глинами. Така ж закономірність зафіксована і в агросукцесії Б. Тобто, на менш родючому субстраті (про що свідчать дані продуктивності надземної фітомаси) рослини формують більшу масу коренів, що, відповідно, забезпечує надходження в едафотоп більшої кількості органічної речовини – основного агента ґрунтоутворення.

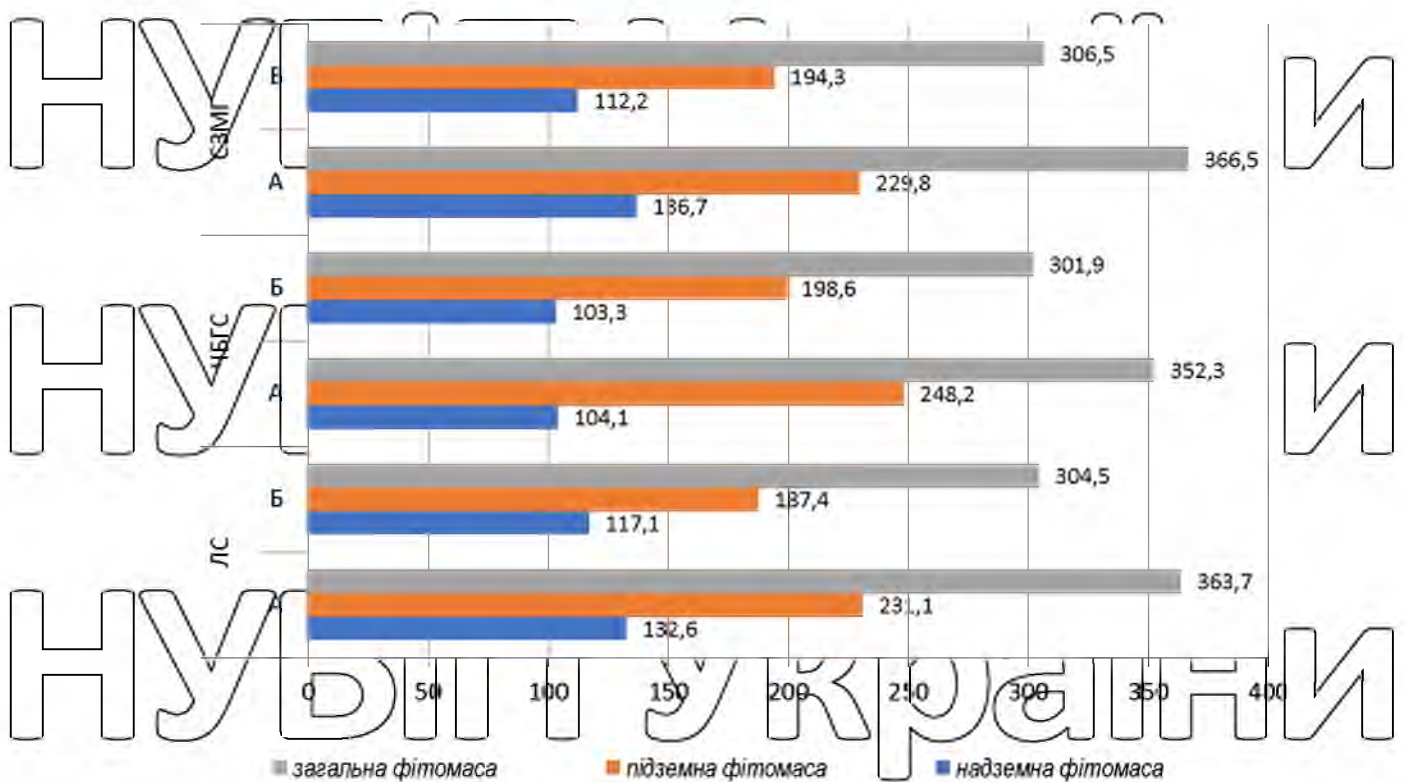


Рис. 4.1 Кількість продукрованої агроценозами надземної і підземної фітомаси впродовж 45-річного сільськогосподарського використання техноземів, т/га

Умовні позначення: ЛС - технозем, сформований з лесоподібних суглинків;

ЧБГС - технозем, сформований червоно-бурими глинами і суглинками;

СЗМГ - технозем, сформований з сіро-зелених мергелястих глин;

А - агросукцесія А; Б - агросукцесія Б

У агросукцесії А з насиченням багаторічних бобових і бобово-злакових агроценозів, надходження у техноземи кореневої маси значно більшою у порівнянні з агросукцесією Б на усіх досліджуваних моделях техноземів. За досліджуваний період ця різниця складала: на лесоподібних суглинках – 54,2 т/га; на суміші червоно-бурих глин і суглинків – 62,3; на сіро-зелених мергелястих глинах – 52,7 т/га. Такі дані підтверджують можливість управління процесом ґрунтоутворення шляхом максимально можливого насичення агросукцесій фітомеліоруючими агроценозами.

Таблиця 4.1

Трансформація фітомаси у органічну речовину техноземів залежно від насиченості агросукцесій фітомеліоруючими агроценозами

(узагальнені дані польових дослідів за 1971-2015 рр.)

| Показники | Техноземи, сформовані: | | | | | |
|---|--------------------------|-------|--------------------------|-------|------------------------------------|-------|
| | лесоподібними відкладами | | червонобурими відкладами | | сіро-зеленими мергелястими глинами | |
| | Агросукцесії | | | | | |
| | А | Б | А | Б | А | Б |
| <i>Кількість фітомаси, що надійшла в технозем (коріння, стерня)</i> | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| • за 45-річний період, т/га | 218,7 | 166,1 | 238,7 | 191,8 | 222,7 | 175,6 |
| <i>Вміст гумусу в 0-20 см шарі техноземів, %</i> | | | | | | |
| • на початку освоєння** | 0,41 | | 0,22 | | 0,18 | |
| • через 45 років | 1,49 | 1,27 | 1,33 | 1,12 | 1,53 | 1,36 |
| <i>Запаси гумусу в шарі 0-20 см, т/га</i> | | | | | | |
| • на початку освоєння* | 10,3 | | 6,6 | | 6,3 | |
| • через 45 років | 37,3 | 31,8 | 34,6 | 29,1 | 42,8 | 38,1 |
| <i>Акумуляовано гумусу в шарі 0-20 см, т/га</i> | | | | | | |
| • за 45-річний період | 27,0 | 21,5 | 28,0 | 22,5 | 36,5 | 31,8 |
| • у середньому за рік | 0,60 | 0,48 | 0,62 | 0,50 | 0,81 | 0,71 |

Закінчення таблиці 4.1

Якість гумусу (через 45 років з початку освоєння, шар 0 – 20 см)

| | | | | | | |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| • Сгк: Сфк | 1,2 | 1,1 | 1,1 | 0,9 | 1,3 | 1,2 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

| | | | | | | |
|-------|---|----|----|----|---|----|
| • C:N | 9 | 10 | 10 | 10 | 8 | 10 |
|-------|---|----|----|----|---|----|

Вихід умовних кормо-протеїнових одиниць, т/га

| | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| • за 45-річний період | 70,2 | 66,5 | 62,4 | 51,5 | 82,2 | 56,0 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|

| | | | | | | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| • у середньому за рік | 1,56 | 1,48 | 1,39 | 1,14 | 1,83 | 1,24 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|

* *пальмітоорганічна керогеноподібна речовина гірських порід*

Як свідчать дані таблиці 4.1, найвищі показники реалізації потенціалу гумусонакопичення зафіксовані в техноземах з сіро-зелених мергелястих глин: середньорічна акумуляція гумусу в них склала 0,71 – 0,81 т/га. На нашу думку, такі показники гумусонакопичення обумовлені більш сприятливим мінералогічним (переважанням монтморилоніту) і важким гранулометричним складом з переважанням тонкодисперсних фракцій.

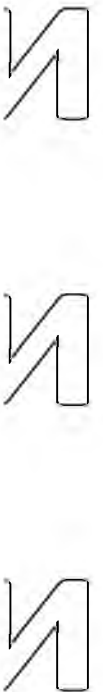
Отже, процеси продукування і трансформації фітомаси агроценозів у органічну речовину у перші десятиліття освоєння техноземів відбуваються досить швидкими темпами (середньорічно – від 0,48 до 0,81 т/га), не зважаючи на різноякісність їх едафічних характеристик та певні специфічні обмежувальні чинники вегетації рослин, притаманні гірським породам.

На реалізацію потенціалу гумусонакопичення найбільше вплинули кількість і якість підземної фітомаси, а також мінералогічний, гранулометричний склад і термодинамічні характеристики субстратів. Дані таблиці 4.1 свідчать про формування якісних характеристик гумусу в техноземах за зональним чорноземним типом.

Генетичний профіль досліджуваних ґрунтів техногенних ландшафтів має спрощену будову, проте навіть у наймолодших з них можна виділити ембріональні горизонти. Найбільший розвиток стримують гумусові – акумулятивний і перехідний генетичні горизонти.

Нижче приведено опис ґрунтових профілів і морфологічних ознак, сформованих в різноякісних літогенних техноземах після 45-річного їх сільськогосподарського використання.

Морфологічна характеристика технозему, сформованого з лесоподібних суглинків (розріз 1-ЛС- 2023)



Будова профілю:

- 0 – 2 см – покрив злаково-бобово-різнотравної рослинності
- 2–28 см – темно-палево-сірий, пухкий, дерновий з великою кількістю корінь, червоточин, копрелітів. Порівняно однорідний за гранулометричним складом середній суглинок. Структура мілкогрудкувата-пилувата.

Свіжий. Перехід до наступного горизонту поступовий. Прообраз майбутнього гумусово-акумулятивного генетичного горизонту.

• 28 – 42 см – палевий і світлопалевий з включеннями червоно-бурих глин і суглинків. Середньо- і важкосуглинкового гранулометричного складу. Безструктурний. Свіжий. Ущільнений. Перехід ясний. Прообраз перехідного генетичного горизонту.

• нижче 42 см – строката суміш відкладів за складом і кольором (палевий, світло-бурий, червоно-бурий з включенням конкрецій мергелю). Коріння і сліди життєдіяльності ґрунтових організмів візуально не виявлено. Вологий. Ущільнений. Скіпання від НСІ – інтенсивне. Процеси ґрунтоутворення не простежуються.

Морфологічна характеристика технозему, сформованого з червоно-бурих глин і суглинків (розріз 2-ЧБСГ- 2023)

Рослинність – злаково-різнотравно-бобова.



Будова профілю:

- 0 – 2 см – повсть злаково-бобова.
- 2 – 30 см – шар світло-коричневого, червоно-бурого, темно-палевого кольору з включенням світло-сірого мергелю. Верхня частина шару пронизана корінням, помітні сліди життєдіяльності ґрунтових організмів.

Н

змів (червоточини, копроліти). Ущільнений. Вологий. Структура дрібногрудкувата, середньо виражена. Скіпання від HCl – інтенсивне. Перехід – поступовий, за кольором і щільністю. Це прообраз гумусо-акумулятивного горизонту.

И

Н

- 30 см і нижче – фрагментарно-строкатий за складом і кольором (бурий і червоно-бурий з мергелем). Щільний. За структурою - дрібногрудкуватий, агрегати слабо виражені. Коріння рослин і слідів діяльності ґрунтової біоти візуально не виявлено. Проявляються помітні тріщини при підсиханні. Скіпання від HCl – інтенсивне.

И

Н

Морфологічні ознаки технозему, сформованого з сіро-зелених глин (розріз 3-СЗМГ- 2023)

И

Тип рослинності – злаково-бобово-різнотравна.



НУ

України

НУ

України

НУМГІП

України

Будова профілю технозему:

Поверхневий 0–2 см шар сформовано повстю злаково-бобової рослинності.

НУ

Шар 2–28 см: ущільнений, світло-сірий, сірувато-зелений з включеннями світло-сірих і білих мергелястих часток, густо пронизаний корінням

И

рослин і червоточинами. Трапляються копроліти. Проявляється дрібногрудкувата, середньо виражена структура. Ущільнений. Вологий. Скіпання від HCl – інтенсивне. Перехід до наступного шару – за кольором.

Шар з 28 см і нижче: строкато-фрагментарний як за складом, так і за кольором (світло-сірий, зеленувато-сірий, сіро-зелений з мергелем); Структура переважно брилиста. Шар ущільнений, сирий. У верхній частині трапляються коріння. Скіпання від 10% HCl – інтенсивне.

Діагностика морфологічних ознак техноземів ускладнюється із-за недосконалості механізованих процесів на етапі розкривних робіт і недостатній технології рекультивації на технічному етапі, що обумовило формування строкатості складу насипних шарів навіть у межах однієї гірської породи.

Рівень родючості літогенних техноземів на початковій стадії освоєння зазвичай є низьким, однак досить швидко зростає, насамперед за неспрямованого втручання людини завдяки проведенню комплексу агротехнічних, агрохімічних, фітомеліоративних та інших прийомів з урахуванням ландшафтно-кліматичних умов.

4.4. Продуктивність ячменю ярого на техноземах за тривалого сільськогосподарського використання

Ячмінь ярий є вимогливою до родючості культурою, тому її урожайність використана нами у якості тесту зміни рівня родючості техноземів впродовж 50-річного періоду їх сільськогосподарського використання.

Для встановлення залежності показника урожайності ячменю ярого від рівня родючості різноякісних техноземів через певні проміжки часу їх сільськогосподарського освоєння були використані експериментальні дані попередніх досліджень, опубліковані в роботах М.О. Бекаревина,

М.Т. Масюка, В.О. Забалуєва та ін. [23, 27, 49, 63]. Як свідчать дані, наведені у таблиці 5.2, урожай зерна ячменю залежить як від терміну сільськогосподарського техноземів, так і якісних характеристик їх літогенної основи.

Таблиця 4.2.
Урожайність ячменю ярого залежно від родючості різноякісних за літологією техноземів в різні періоди їх сільськогосподарського використання

| Рік освоєння техноземів | Технозем, сформований: | | | | | |
|---|--------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|
| | лесоподібними суглинками | | червоно-бурими відкладами | | сіро-зеленими мергелястими глинами | |
| | т/га | % до зонального ґрунту | т/га | % до зонального ґрунту | т/га | % до зонального ґрунту |
| Свіжесформовані ¹ | 0,25 | 10,4 | 0,18 | 7,5 | 0,22 | 9,2 |
| Через 5-7 років з початку освоєння ² | 0,78 | 26,9 | 0,58 | 20,0 | 0,75 | 25,9 |
| Через 10-12 років ² | 1,24 | 37,6 | 1,01 | 30,6 | 1,18 | 35,8 |
| Через 25-27 років ³ | 1,87 | 46,8 | 1,54 | 38,5 | 2,1 | 52,5 |
| Через 50-52 роки | 3,55 | 77,2 | 3,21 | 69,8 | 3,78 | 82,2 |

Примітки. Використано дані: ¹М.О. Бекаревича та ін. [27]; ²М.Т. Масюка; ³В.О. Забалуєва [49].

На свіжосформованих техноземах, складених лесоподібними суглинками, врожайність зерна склала лише 0,25 т/га, тобто, було на рівні висіяного насіння. Це складає лише 10,4 від рівня врожайності на непорушених зональних ґрунтах і свідчить про надто низькі ресурси родючості. Однак вже через 5-7 років врожайності ячменю дещо збільшилась і досягла 0,79 т/га, що складає 26,9% від врожайності на непорушених зональних ґрунтах. Такі показники також не можуть задовольнити виробництво, адже є економічно неефективними..

В подальшому (в наступні роки досліджень) було зафіксовано збільшення врожайності зерна ячменю. Це свідчить про підвищення рівня родючості літогенних техноземів. Так, через 50-52 роки з початку сільськогосподарського використання врожайність ячменю ярого склала 3,55 т/га (у середньому за три роки), що складає 77% від показника на непорушених зональних чорноземах.

На техноземних ґрунтах, сформованих сумішшю червоно-бурих глин і суглинків, а також на техноземі, сформованому з сіро-зелених глин зафіксовані такі ж тенденції щодо показників врожайності ячменю.

Отримані дані дозволяють зробити висновок, що за тривалого сільськогосподарського використання літогенні техноземи здатні підвищувати рівень родючості.

Ці результати підтверджуються також лабораторними аналізами субстратів техноземних ґрунтів: зі збільшенням вмісту гумусу і забезпеченості поживними речовинами зростає й урожайність ячменю. Отже, якщо на початку біологічного освоєння літогенні техноземи були здатні забезпечити едафічними ресурсами лише багаторічні бобові рослини, то вже через 50 років цих ресурсів достатньо для формування врожаю зерна ячменю ярого на рівні 69,8 – 82,2% від урожайності на зональних чорноземах.

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження і узагальнення отриманої інформації

дозволяють зробити такі висновки:

1. За дефіциту гумусованої ґрунтової маси є можливість створювати літогенні техноземи із сприятливих розкривних потенційно родючих гірських порід, а саме – незасолених лесоподібних і червоно-бурих суглинків, червоно-бурих і сіро-зелених глин без покриття їх

родючим шаром ґрунту. Такі різноякісні за літологією техноземи є об'єктами для дослідження первинного ґрунтоутворення з моменту експонування гірських порід на денну поверхню.

2. За тривалого сільськогосподарського використання літогенних техноземів основним процесом ґрунтоутворення є гумусонакопичення. Темпи накопичення гумусу залежать від складу і властивостей мінеральної складової техноземів, реалізації біокліматичного потенціалу території, а також від фітомеліоративних можливостей агроценозів.

3. Інтенсифікація процесів ґрунтоутворення можливе шляхом насиченню сівозмін фітомеліоративними бобовими й бобово-знаковими багаторічними агроценозами. Так, за 50-річний період уміст гумусу в шарі 0-20 см збільшився у техноземах, сформованих: лесоподібними суглинками – з 0,41 до 1,49 %; сумішкою червоно-бурих глин і суглинків – з 0,22 до 1,33 %; сіро-зеленими глинами – з 0,18 до 1,53 %.

4. Темпи гумусонакопичення найкраще реалізуються в техноземах, сформованих сіро-зеленими мергелястими глинами. Це обумовлюється завдяки більшому вмісту «фізичної глини», монтморилоніту, більшій ємності катіонного обміну.

НУБІП України

НУБІП України

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для створення сільськогосподарських угідь на рекультивованих землях без використання родючої маси ґрунту рекомендується формування літогенних техноземів з незасолених лесоподібних відкладів і сіро-зелених мергелястих глин. Для прискорення процесів ґрунтоутворення на таких техноземах рекомендується здійснювати насичення сівозмін бобовими агроценозами. У подальшому можна переходити до вирощування середньовимогливих до родючості сільськогосподарських культур. За дотримання вищезазначених заходів в умовах Південного Степу забезпечуються щорічне накопичення гумусу в техноземах на рівні 0,6 – 0,9 т/га.

2. Сільськогосподарське використання літогенних техноземів дає змогу щорічно отримувати: сіна багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету) на рівні 3,3 – 4,8 т/га; зерна ячменю ярого, пшениці озимої, гороху – до 4,1 т/га.

3. Сільськогосподарське використання літогенних техноземів дає змогу щорічно отримувати: сіна багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету) на рівні 3,3 – 4,8 т/га; зерна ячменю ярого, пшениці озимої, гороху – до 4,1 т/га.

4. Сільськогосподарське використання літогенних техноземів дає змогу щорічно отримувати: сіна багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету) на рівні 3,3 – 4,8 т/га; зерна ячменю ярого, пшениці озимої, гороху – до 4,1 т/га.

5. Сільськогосподарське використання літогенних техноземів дає змогу щорічно отримувати: сіна багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету) на рівні 3,3 – 4,8 т/га; зерна ячменю ярого, пшениці озимої, гороху – до 4,1 т/га.

6. Сільськогосподарське використання літогенних техноземів дає змогу щорічно отримувати: сіна багаторічних бобових трав (люцерни, еспарцету) на рівні 3,3 – 4,8 т/га; зерна ячменю ярого, пшениці озимої, гороху – до 4,1 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. М. 1973. – 183 с.

2. Zhukov, A.V., Lyadskaya, I.V., and Vagner, A.V., Geostatistical analysis of the distribution of phytomass on recultivation site of land disturbed by the mining industry, *Visnik Dnipropetrovskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu (Bulletin of the Dnepropetrovsk State Agrarian University)*, 2010, no 1, pp. 48–52.

3. Бабенко М. Г., Забалуєв С. В. Початкове ґрунтоутворення на літоземах в Степу України. Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологія викладання. Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 90-річчю кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів імені проф. М.К. Шикуні, 29-30 травня 2012 року: тези доповіді. Київ, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Видавництво ТОВ «НВП Інтерсервіс», 2012. – С. 158 – 161.

4. Балюк С.А. Концепція рекультиватії земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин / С.А. Балюк, Л.В. Єстеревська, А.П. Травлєєв, В.М. Зверковський // – Харків, 2012. – Вид. «Міськдрук», 50с.

5. Богданович В.В. Глинисті мінерали неогенових відкладень Нікопольського марганцеворудного басейну // Геологія і рудоносність півдня України Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 1983. С. 38 – 44.

6. Бровко Ф. М., Бровко Д. Ф. Фітомеліорація піщаних літоземів природно-техногенного походження: Монографія. Київ: Кондор, 2017. 304 с.

7. Бучек П.В. Застосування мікробіологічних препаратів на основі арбускулярних грибів для поліпшення фосфатного режиму техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну / П. В. Бучек // Науковий вісник Національного Університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 162. – С. 95–100.

8. Гаврющенко О.О. Обґрунтування динаміки щільності складання мо-

делей техноземів при сільськогосподарському освоєнні в умовах Нікопольського марганцеворудного басейну / О.О. Гаврюшенко // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. – 2013. – Випуск 3 (73). – С. 149-154.

9. Стеревська Л.В., Момот Г.Ф., Канап А.П. Класифікація рекультивованих ґрунтів, систематика та генетико-виробнича діагностика. – Харків, 2012. – Вид. «Міськдрук», 68с.

10. Забалуєв В. О. Едафо-фітоценологічне обґрунтування формування та функціонування стійких агроєкосистем на рекультивованих землях Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: 03. 00. 16 / В. О. Забалуєв. – Національний аграрний університет. – К. 2005. – 40 с.

11. Забалуєв В. О., Тихоненко Д. П., Горіш М. О., Матвіїшина Ж. М., Момот Г.Ф. Фіторекультивація і стартовий ґрунтогенез на літоземах // Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія „Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство”. №6. 2004. С. 19-30.

12. Забалуєв С. В., Балаєв А. Д., Забалуєв В. О. Потенціал ґрунтоутворення літогенних техноземів і його реалізація за сільськогосподарської рекультивації в умовах Південного Степу України. Аграрні інновації. 2020. Вип. 4. С. 56-62.

13. Забалуєв С. В. Зміни стану органічної речовини рекультивованих ґрунтів за їх тривалого сільськогосподарського використання // Вісник аграрної науки. 2016. № 5. С. 68-71.

14. Забалуєв С. В., Балаєв А. Д. Літологічна характеристика осадових гірських порід як передумова їх здатності до ґрунтоутворення. Біоресурси і природокористування. 2014. № 1-2. С. 45-49.

15. Кулініч В.В. Оцінка придатності розкритих порід Керченського залізорудного басейну для сільськогосподарського освоєння // Вісник Дніпропетр. держ. агр. університету – 2002. – №1. – С. 5-12.

16. Таріка О.Г. Агроекологічне обґрунтування освоєння і використання лесоподібного суглинку при рекультиватiї земель в Нікопольському марганцеворудному басейні. Автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 "Екологія" / О.Г. Таріка. — Дніпропетровськ, 2006. — 20 с.

17. Узбек И.Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України [Текст] / И.Х. Узбек // Автореф. дис... д-ра біол. наук. — Дніпропетровськ, ДНУ. — 2001. — 36 с.

18. Харитонов М. М., Агроекологічні основи відновлення техногенно порушених земель в гірничовидобувних регіонах України / М. М. Харитонов // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук: 03.00.16. — Дніпропетровськ. — 2009. — 38 с.

19. Баранова Н.М., Малявко Г.И., Ромоданова А.П. Палеографический очерк // Никопо́льский марганцеворудный бассейн. - М.: Недра.- 1964. - С. 127 — 133.

20. Баранова Н. М. Никопо́льский марганцеворудный бассейн. Н. М. Баранова, Ю. Б. Басс, В. В. Богданович — М.: Недра. — 1964. — 535 с.

21. Башуцька У.Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності дева- стованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового району [Текст]: дис... канд. с.-г. наук: 06.03.01 / Башуцька Уляна Богданівна ; Український держ. лісотехнічний ун-т. - Л., 2004. — 308 с.

22. Бекаревич Н. Е. Возделывание бобовых культур на опытных рекультивированных участках, заложенных на горных породах / Н. Е. Бекаревич, Н. Д. Горобец, Н. Т. Масюк // Рекультивация земель: Тр. ДСХИ, Днепропетровск. Т. XXVI. 1974. С. 146–167.

23. Бекаревич Н. Е., Масюк Н. Т., Результаты полевых опытов по освоению марганцевых карьеров в Никопо́льском районе Днепропетровской области // Труды ДСХИ. Т. 10. — 1968. — С. 137–151.

24. Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т. Некоторые программно-методические вопросы изучения биогеоэкологического покрова в техногенных ландшафтах // Программа и методика изучения техногенных биогеоэкоэозов: Сб. статей / АН СССР. – М.: Наука, 1978. – С. 89–105.

25. Бекаревич Н.Е., Масюк Н.Т., Сидорович Л.П. К вопросу о плодородии почв и пород // Освоение нарушенных земель / АН СССР. – М.: Наука, 1976. – С. 5–26.

26. Бекаревич Н. Е. Природные условия некоторых бассейнов полезных ископаемых как предпосылки возможной рекультивации / Н.Е. Бекаревич // Рекультивация земель: сб. науч. тр. ДСХИ. – Днепропетровск, 1974. С. 3–14.

27. Бекаревич Н. Е. Основные результаты исследований по биологической рекультивации земель, нарушенных горнодобывающей промышленностью / Н. Е. Бекаревич // Эколого-биологические и социально экономические основы сельскохозяйственной рекультивации в степной черноземной зоне УССР: сб. науч. тр. – Днепропетровск: ДСХИ. Т. 49, 1984. – С. 12–33.

28. Богданович В.В. Глинисті мінерали неогенових відкладень Нікопольського марганцеворудного басейну // Геологія і рудоносність півдня України Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 1983. С. 38 – 44.

29. Бондарчук В. Г. Геологія родовищ корисних копалин України. / В.Г. Бондарчук – К.: Наукова думка, 1966. – 301 с.

30. Булахов В.Л. Природне формування фізико-хімічних особливостей і біологічного режиму на техногенних ландшафтах гірничорудних розробок та шляхи їх прискорення / Булахов В.Л., Романенко В.Н., Шпак М.В., Колісник М.Д., Лебедінець М.Л., Півень В.О., Постоловський В.В. // Екологія і природокористування / Зб. Наук. Праць Інституту проблем природокористування та екології НАН України. – Вип. 3. – Дніпропетровськ, 2001. – С. 106–112.

31. Бучек П. В. Застосування мікробіологічних препаратів на основі арбускулярних грибів для поліпшення фосфатного режиму техноземів Ніко-

польського марганцеворудного басейну / П. В. Бучек // Науковий вісник Національного Університету біоресурсів і природокористування України. – 2011. – № 162. – С. 95–100.

32. Веклич М. Ф., Сиренко Н. А., 1977. Печвообразование на территории Украины в плиоцене и антропогене // Геология четвертичного периода. – Ереван. – Изд-во АН Арм. ССР. С. 333–336.

33. Веклич М. Ф., Сиренко Н. А., Матвишина Ж. Н., 1977. Плейстоценовые палеоландшафты Порожистого и Надпорожистого Приднепровья // Палеогеография и палеоландшафты. – К.: Наукова думка. С. 69–112.

34. Вернандер Н. Б. Агропочвенное районирование [Текст] / Н. Б. Вернандер, М. А. Кочкин, Г. А. Андрущенко и др. // Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – М.: Изд-во ГУГиК, 1988. – С. 118 – 119.

35. Волох П. В. Изменения физических свойств рекультивированных земель при их сельскохозяйственном использовании / П. В. Волох, Н. Д. Горобец, И. Х. Узбек // Горный журнал. – 1991. – № 10. – С. 52–55.

36. Волох П. В. Рекультивация отработанных карьеров Малышевского месторождения полиметаллических руд с возделыванием на них сельскохозяйственных культур // Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. – Каменец-Подольский. – 1985. – 24 с.

37. Волох П. В. Агрегатный состав насыпного плодородного слоя почвы и вскрышных пород при рекультивации / П. В. Волох, О. В. Трухов // Рекультивация земель: Сб. науч. тр. / ДСХИ. – Днепропетровск, 1987. С. 54–61.

38. Гончар Н. В. Фізичні властивості едафотопів техногенних ландшафтів Нікопольського марганцеворудного басейну / Н. В. Гончар // Грунтознавство. №3-4. Т. 9. – 2007. – С. 49–53.

39. Горб А. С., Дук Н. М. Клімат Дніпропетровської області Моногр. – Дніпропетровськ.: ДНУ – 2006. – 204 с.

40. Горбунов Н. И., Классификация пород по степени их пригодности в сельском и лесном хозяйстве / Н. И. Горбунов, Н. Е. Бекаревич, Л. В. Етеревская, Л. В. Моторина, Б. М. Туник. №11. 1971. – С. 105–116.

41. Горобец Н.Д. Исследования по сельскохозяйственной рекультивации территорий, нарушенных открытыми горными разработками марганца в Никопольском марганцеворудном бассейне [Текст] / Н.Д. Горобец // Автореф. дисс. канд. с.-х. наук – Одесса. – 1975. – 23 с.

42. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) [Текст]. – 5 – е изд. пер, и доп. / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

43. ДСТУ 7906:2015. Захист довкілля. Придатність розкритих та вміщувальних гірських порід для біологічної рекультивації земель. Класифікація. К.: ДП «Укр. НДНЦ», 2016. 6 с.

44. Етеревская Л. В. Рекультивация земель / Л. В. Етеревская – К.: Урожай. 1977. – 128 с.

45. Етеревская Л.В. Донченко М.Т., Лехциер Л.В. Систематика и классификация техногенных почв / Л.В. Етеревская, М.Т. Донченко, Л.В. Лехциер // Растения и промышленная среда: сб. науч. тр. – Свердловск: УрГУ, 1984. – С. 14-21.

46. Етеревська Л.В., Момот Г.Ф., Канаш А.П. Класифікація рекультивованих ґрунтів, систематика та генетико-виробнича діагностика. – Харків, 2012. – Вид. «Міськдрук», 68с.

47. Забалуєв В. О. Зміни фракційного складу мінерального фосфору розкритих гірських порід Никопольського марганцеворудного басейну під дією препаратів на основі арбускулярних мікоризних грибів / В. О. Забалуєв, П. В. Бучек // Вісник Харківського Національного аграрного Університету. – 2011. – № 1. – С. 77–79.

48. Забалуєв В. О. Тихоненко Д. Г., Горін М. О., Матвіїшина Ж. М., Момот Г.Ф. Фіторекультивация і стартовий ґрунтогенез на літоземах // Вісник

Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія „Грунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство”. №6. 2004. С. 19-30.

49. Забалуєв В. О. Едафо-фітоценотичне обґрунтування формування та функціонування стійких агроєкосистем на рекультивованих землях Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: 03.00.16 / В. О. Забалуєв. – Національний аграрний університет. – К., 2005. – 40 с.

50. Забалуєв С. В. Зміни стану органічної речовини рекультивованих ґрунтів за їх тривалого сільськогосподарського використання. Вісник аграрної науки. 2016. № 5. С. 68-71.

51. Зражевський А.І. Родючість нерозвинених ґрунтів на териконах, Донбасу і питання озеленення териконів. Праці інституту лісівництва. Київ: Вид-во АН УРСР, Т. 6. 1953. С. 120.

52. Иенни Г. Факторы почвообразования. [Текст] / Г. Иенни. – М.: Изд-во иностр. лит-ры, 1948. – 348 с.

53. Кабризон В.М. Гидрогеология и инженерно-геологическая характеристика // Никопольский марганцеворудный бассейн. - М.: Недра.- 1964. - С. 104-126.

54. Качинский Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. / Н. А. Качинский – М., Изд-во АН СССР. – 1958. – 267с.

55. Кизяков Ю. Е., Гниненко Н. В., Пабат И. А. Агроэкономическая оценка природных условий / Научно обоснованная система земледелия Днепропетровской области / Днепропетровск: Облполиграфиздат, 1988.– С. 7–18.

56. Клевенская И.Л. Экологические и агрономические аспекты симбиотической фиксации азота / И.Л. Клевенская // Биологическая фиксация азота. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – С. 186-269.

57. Крупская Л. Т., Новикова Е. В. Свойства пород отвалов и особенности почвообразования в техногенных экосистемах // Тез. докл. VIII Всесоюзн. съезда почвоведов. – Новосибирск. Т. 1. – 1989. – С. 191-192.

58. Кулінич В.В. Оцінка придатності розкривних порід Керченського залізорудного басейну для сільськогосподарського освоєння // Вісник Дніпропетр. держ. агр. університету – 2002. – №1. – С. 5–12.

59. Кулинич В.В., Мыщук А.А. Особенности сельскохозяйственной рекультивации земель на железорудных карьерах, находившихся длительное время под естественным зарастанием // Агрохимия и плодородие почв. Рекультивация земель, борьба с эрозией почв, обработка почв. / Матер. II съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. – Харьков, 1986. – С. 140–141.

60. Курачев В.М., Гаджиев И.М., Рагим-заде Ф.К., Андроханов В.А. Экология и рекультивация техногенных ландшафтов / В.М. Курачев, И.М. Гаджиев, Ф.К. Рагим-заде, В.А. Андроханов. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1992. – 304 с.

61. Манько Ю. П. Методика оцінки адекватності явищ і технологій у землеробстві / Ю. П. Манько // Збірник наукових праць [Інституту цукрових буряків УААН]. - 2007. - Вип. 9. - С. 26-31. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpicb_2007_9_5..

62. Масюк Н. Т. Вскрышные горные породы как объект исследования, особенности его познания, методические трудности их преодоления // Создание высокопродуктивных агробиоценозов в техногенном ландшафте: Сб. науч. тр. – Днепропетровск: ДСХИ. Т. 31. 1975. С. 3–55.

63. Масюк Н. Т. Экология нарушенных горных пород: состав, свойства, ресурсы, классификация [Текст] / Н. Т. Масюк. Проблемы охраны, рационального использования и рекультивации черноземов. - М.: Наука. 1989. С. 113-132.

64. Масюк Н. Т. Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах произведенной добычи полезных ископаемых / Н. Т. Масюк // Рекультивация земель: Тр. ДСХИ. – Днепропетровск. Т. 26. – 1974. – С. 62-105.

65. Масюк Н. Т. Использование механического состава для агробиологической оценки вскрышных горных пород // Новое в биологии, селекции и

агротехнике полевых и плодовых культур: Тр. / ДСХИ. – Днепропетровск, 1975. Т. 23. 1975 – С. 3–11.

66. Масюк Н. Т., Экология нарушенных горных пород: состав, свойства, ресурсы, классификация [Текст] / Н. Т. Масюк. Проблемы охраны, рационального использования и рекультивации черноземов. - М.: Наука. – 1989. – С. 113-132.

67. Масюк Н. Т. Рекультивация земель в Украине: фундаментальные и прикладные достижения // Вісник аграрної науки. Спец. випуск. 1998. – С. 15–21.

68. Масюк Н. Т. Опыт создания устойчивых агроэкосистем при рекультивации земель в Степной зоне Украины // Відновлення порушених природних екосистем / Н. Т. Масюк, И. П. Чабан, В. А. Забалуев // Матер. першої міжнародн. науков. конф. – Донецьк. – ТОВ "Либідь", 2002. – С. 266–268.

69. Масюк Н.Т. Биологическая классификация вскрышных пород Никопольского марганцеворудного бассейна и пути её реализации // Рекультивация земель. – Тарту. – 1975. – С. 208–215.

70. Махонина Г. И. Фосфатное состояние молодых почв на промышленных отвалах Урала. / Г. И. Махонина // Растения и промышленная среда: Сб. науч. тр. / Отв. ред. Т. С. Чибрик. – Свердловск: УрГУ. – 1989. – С. 81–87.

71. Мицик О. О. Сільськогосподарське використання рекультивованих земель Керченського залізорудного родовища / О. О. Мицик // Дис. канд. с.-г. наук 03.00.16 – Дніпропетровськ. 1998. 170с.

72. Постолюк В.В. ОАО «Орджоникидзевский ГОК» - ведущее предприятие Украины по добыче и обогащению марганцевых руд // Горный журнал. – 2005. - №5 - С.43-45.

73. Почвообразование в техногенных ландшафтах / Под ред. С.С. Трофимова. – Новосибирск: Наука, 1979. – 293 с.

74. Стифеев А. И. Рекультивация земель и почвообразование в техно-

генных ландшафтах КМА [Текст]: дис. ... д-ра с.-х. наук в форме науч. доклада / А. И. Стифеев. - Курск. 56с.

75. Тарасов В.В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Су-
динні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів / В.В. Тарасов. –
Д.: Вид-во ДНУ, 2005. – 276 с.

76. Таріка О.Г. Агроекологічне обґрунтування освоєння і викорис-
тання лесоподібного суглинку при рекультивациі земель в Нікопольському ма-
рганцеворудному басейні. Автореф. дис... на здобуття наук. ступеня канд.
с.-г. наук: спец. 03.00.16 "Екологія" / О.Г. Таріка. — Дніпропетровськ, 2006.

77. Гарчевский В. В., Закономерности формирования фитоценозов на
промышленных отвалах: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. — Томск. 44с.

78. Техноземы: свойства, режимы, функционирование / В.А. Андро-
ханов, С.В. Овсянникова, В.М. Курачев. – Новосибирск: Наука. Сибирская
издательская фирма РАН, 2000. – 200с.

79. Тонконогов В.Д. Эволюционно-генетическая классификация почв
и непочвенных поверхностных образований суши / В.Д. Тонконогов // Почво-
ведение. – 2001. – №6. – С. 653-659.

80. Травлеев А.П. Состояние и перспективы рекультивации земель в
СССР / А.П. Травлеев, В.Н. Зверковский, В.А. Овчинников, Н.Е. Бекаревич,
Н.Т. Масюк // Тезисы VIII всесоюзного съезда почвоведов. – Новосибирск: СО
АН СССР – 1989. – Т. VI. – С. 177-183.

81. Узбек И.Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних
ландшафтів степової зони України [Текст] / И.Х. Узбек // Автореф. дис... д-ра
біол. наук. – Дніпропетровськ, ДНУ. – 2001. – 36 с.

82. Харитонов М. М., Агроекологічні основи відновлення техногенно
порушених земель в гірничовидобувних регіонах України / М. М. Харитонов
// Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора сільськогос-
подарських наук: 03. 00. 16. – Дніпропетровськ. – 2009. – 38 с.

83. Чабан И. П., Зленко И. Б. Модели рекультивированных земель под плодово-ягодные насаждения // Рациональное использование рекультивированных та еродованих земель: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – 29–31 травня 2001. – Дніпропетровськ. – 2002. – С. 13–17.

84. Черняк В.І., Глуходід В.П. Грунти Дніпропетровської області. - Дніпропетровськ. – Промінь. – 1969. – 82 с.

85. Шпалыт М. С., Костомаров В. Н. Посадки на терриконах // Лесное хозяйство, 1950, № 12. – 145 с.

86. Шикун Н. К., Другов А. Н. Агрофизические свойства рекультивируемых почвогрунтов Часов-Ярского месторождения / Н. К. Шикун, А. Н. Другов // Почвоведение. № 9. – 1974. – С. 63–70.

87. Терентьев В.И.. Классификация деградированных почв и непочвенных поверхностных образований / В.И. Терентьев, П.А. Суханов // Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: Тезисы и доклады Всероссийской конференции. – Москва, 1998. – С. 16-18.

88. Горбунов Н. И., Туник Б. М., Зарубина Т. Г., Теоретические и практические вопросы оценки пригодности горных пород для биологической рекультивации земель в южно-таежной и лесостепной зонах // Теоретические и практические проблемы рекультивации нарушенных земель. – Тез. докл. Всесоюзного совещания по рекультивации земель в СССР. – Донецк. – 1975. – С. 206 – 216.

89. Горбунов Н.И. Химико-минералогические признаки пригодности вскрышных горных пород для использования при биологической рекультивации // Рекультивация в Сибири и на Урале. – Новосибирск: Наука – Сиб. отделение. – 1970. – С. 25–41.

90. Charzynski, P., Bednarek, R., Greinert, A., Hulisz, P., Uzarowicz, L. Classification of technogenic soils according to WRB system in the light of Polish experience / P. Charzynski, R. Bednarek, A. Greinert, P. Hulisz, L. Uzarowicz // Soil science annual. – 2013. – Vol. 64 No. 4. – P. 145-150.

91. Ciolkosz, E. J., Cionce, R. C., Cunningham R. L. and Polersen G. W., 2005. Characteristics, genesis, and classification of Pennsylvania minesoils – Soil Sci. V. 139. P. 232-238.

92. Додатко Э. Л., Состав, свойства и пригодность вскрышных пород буроугольных и марганцеворудных карьеров Украины для сельскохозяйственного использования / Автореф. дисс... канд. с.-х. наук. Симферополь. – 1974. – 21 с.

93. Zhukov, A.V., Lyadskaya, I.V., and Vagner, A.V., Geostatistical analysis of the distribution of phytomass on recultivation site of land disturbed by the mining industry, Visnik Dnipropetrovskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu (Bulletin of the Dnepropetrovsk State Agrarian University), 2010, no 1, pp. 48–52.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України