

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КАЦЕВИЧ ВІКТОРІЯ ВАЛЕРІЇВНА

УДК 631.618:631.48

ДИСЕРТАЦІЯ
АГРОЕКОМІКРОМОРФОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТЕХНОЗЕМІВ ЗА
УМОВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ
(НІКОПОЛЬСЬКИЙ МАРГАНЦЕВОРУДНИЙ БАСЕЙН)

03.00.16 «Екологія»

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата
сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ В.В. Кацевич

Науковий керівник
Грицан Юрій Іванович,
доктор біологічних наук, професор

ДНІПРО – 2021

АНОТАЦІЯ

Кацевич В.В. Агроекомікроморфологічні властивості техноземів за умов сільськогосподарської рекультивації земель (Нікопольський марганцеворудний басейн). - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.16 «Екологія». – Дніпровський державний аграрно-економічний університет. Дніпро, 2021.

Дисертація присвячена вивченню особливостей формування мікробудови техноземів, сформованих з плейстоцен-міоценових потенційно родючих розкривних гірських порід (лесоподібних суглинків, суміші червоно-бурих глин і суглинків та сіро-зелених мергелястих глинах) без покриття та з покриттям їх родючим шаром ґрунтової маси за умов сільськогосподарської рекультивації земель. Досліджені рекультивовані ґрунти науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ з метою діагностування ступня трансформації техноземів за станом кутаних комплексів. Було досліджено основні фізичні та повітряні властивості техноземів, вміст органічної речовини та ферментативна активність на прикладі фосфатази та їх зміна за профілем.

У дисертаційній роботі проведено огляд літератури та аналіз вітчизняних та закордонних учених з питання ґрунтогенезу рекультивованих ґрунтів. На основі аналізу літературних джерел висвітлено питання особливості формування мікробудови рекультивованих ґрунтів за умов сільськогосподарської рекультивації.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вперше в умовах Південної підзони Степової зони України встановлено закономірності

направлених процесів ґрунтогенезу на мікроморфологічному рівні на техноземах, сформованих під час тривалої сільськогосподарської рекультивації. Показано, що завдяки використанню методичних підходів екологічної мікроморфології деталізується вплив екологічних факторів на морфологічні рівні ґрунтогенезу рекультивованих ґрунтів. Відмічено, що в профілях з біологічним покривом утворюються біогенні мікроагрегати і поліпшуються загальні мікроморфологічні характеристики, які визначають особливості профілів досліджуваних техноземів. З'ясовано, що мікроагрегати біогенного походження поширені у верхніх шарах техноземів, а мікроагрегати нижніх шарів мають коагуляційне походження.

Виявлено особливості мікроморфологічної будови техноземів пробної ділянки сільськогосподарської рекультивації та надано агроекологічне обґрунтування процесу ґрунтоутворення досліджуваних техноземів. Встановлені особливості сільськогосподарської рекультивації, які відображаються в інтенсивності змін техноземів під дією сільськогосподарських культур. Вони характеризуються появою нових характеристик для цих розкривних порід, а саме: появою в плазмі гумусової компоненти, утворенням порового простору біогенного походження, появою мікроагрегатів завдяки впливу на ці породи живих організмів та рослинні залишки на різних стадіях розкладання. Відповідно, чим більше ми діагностуємо у шліфах зміни властивостей порід під впливом сільськогосподарської обробки та культур, тим вище рівень середовище перетворення при сільськогосподарській рекультивації.

Встановлено, що найбільш характерними новоутвореннями для педоземів є скелетани, глинисті та залізисто-глинисті кутани. Новоутворення хемогенного походження та наявність глинистих кутан свідчать про розвиток процесу лесиважу та внутрішньоґрунтового поглинення. Водночас добре окатані зерна та їх злагоджені кути вказують на інтенсивність процесу вивітрювання на дослідних ділянках. Мікроскладення дерново-літогенних ґрунтів на педоземах однорідне по профілю, за винятком шару P_{3t} 135-175.

Відмічено, що в порівнянні з іншими шарами, цей шар більш ущільнений, найгірше оструктурений та з меншим відсотком порового простору.

Характерними новоутвореннями та кутанами дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках, сіро-зелених та червоно-бурих глинах є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах. Цей тип новоутворень має хомогенне походження, формується внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням.

Домінування в механічному складі дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках пилюватої та середньої фракції, пилювато-плазмова мікроструктура, добре окатані зерна та їх згладжені кути вказують на інтенсивні процеси вивітрювання на дослідних ділянках. Хороша агрегованість верхніх гумусових шарів дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках обумовлена інтенсивним впливом біогеоценотичного покриву (корені рослин та діяльність ґрунтової фауни), спостерігається інтенсивне структуроутворення та висока шпаруватість верхніх шарів. З огляду на викладене, профіль дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках можна віднести до карбонатного типу з розвиненою зоною міграції.

В результаті досліджень було встановлено, що для кожного шару дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах характерне домінування карбонатів. У верхніх шарах, внаслідок дії кліматичних та біологічних чинників, карбонатні утворення значно менші за розмірами, кількість великих – незначна. З глибиною, зменшується ефект вивітрювання, як наслідок – карбонатні частки значно більші за розмірами.

Органічна речовина представлена в основному тільки у верхніх шарах техноземів. Представлена в основному чорним гумусом, гумонами та свіжими рослинними залишками. Відсутність проміжних стадій розкладання свіжих рослинних залишків свідчить про високу швидкість розкладання органічної речовини.

З'ясовано, що основні мікроморфологічні особливості будови профілю дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах обумовлені різними властивостями та походженням насипних шарів. Попри це, є і загальні характеристики, такі як пилювато-плазмова мікроструктура та наявність дрібнозернистого кальциту в плазмі. Верхні шари найбільш піддаються трансформації нового середовища. Це проявляється у ерозії кальцієвих утворень, та дії біологічних агентів. Ознаки останніх виражаються у появі гумусової плазми, вуглеподібних рослинних залишків, появі біогенних мікроагрегатів та пор.

Проведені дослідження дозволили встановити особливості інтенсивності змін техноземів під дією сільськогосподарських культур за умов сільськогосподарської рекультивації земель. Вперше на основі проведених еколого-мікроморфологічних досліджень встановлено ознаки нових характеристик для розкривних порід, які досліджувались на науково-дослідному стаціонарі з рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету, а саме: поява в плазмі гумусової компоненти, утворення порового простору біогенного походження, поява мікроагрегатів завдяки впливу на ці породи живих організмів та рослинних залишків на різних стадіях розкладання.

Встановлено, що найбільшому трансформуючому впливу біологічних факторів піддаються верхні шари техноземів. Добра агрегованість верхніх шарів обумовлена впливом біогеоценотичного покриву і свідчить про інтенсивність структуроутворення верхніх шарів техноземів. Виходячи з отриманих даних, з'ясовано, що під час сільськогосподарської рекультивації найбільшому середовищепетворюючому впливу піддаються варіанти техноземів дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах та дерново-літогенні ґрунти на педоземах. Це проявляється у наявності ознак біологічного впливу на основні складові мікроморфологічних характеристик та його найбільшу формотворну роль. Порівнявши мікроморфологічні властивості техноземів, встановлено, що саме вплив рослинного покриву має

найбільший позитивний вплив на ґрунтоутвірний процес. Зі збільшенням числа представників ґрунтової мезофауни збільшується поровий простір, та зростає структурованість ґрунтових агрегатів. Дерново-літогенні ґрунти насичені дрібнозернистим кальцитом та збагачуються рослинними рештками, що розкладаються, за рахунок трав'янистої рослинності, що активно взаємодіє з насипними едафотопами, які реанімують свою потенційну родючість генеруючи подібний до чорноземного типу ґрунтоутворення. Показники мікробудови в непорушному стані свідчать про те, що зростання мікроструктурування знаходиться в наступній послідовності: дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах → дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку → дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах → дерново-літогенні ґрунти на педоземах.

Отримані результати дозволяють запропонувати доповнення до класифікаційних характеристик техноземів за Л.В. Єстеревською (2008, 2012), які відображають ефективність сільськогосподарської рекультивації на мікроморфологічному рівні. Поряд з тим набуло подальшого розвитку вчення про екологічну мікроморфологію ґрунтів Н.А. Білової (1997) щодо рекультивованих земель за умов тривалого сільськогосподарського використання. Результати досліджень можуть бути використані для подальшого прогнозування ґрунтогенезу техноземів з метою відновлення їх агроекологічних функцій. Матеріали, викладені в дисертаційній роботі, використовуються Агрофірмою «Катеринівська-1» для ефективного господарювання, а також в освітньому процесі Дніпровського державного аграрно-економічного університету при викладанні курсів: «Загальна екологія», «Екологічні основи рекультивації та охорона земель», «Екологічне ґрунтознавство», а також залучений при виконанні дипломних робіт здобувачами вищої освіти факультету водогосподарської інженерії та екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету спеціальності 101 «Екологія».

У дослідженнях застосовували польові, лабораторні, статистичні, розрахункові, загальноприйняті методи геоботанічного аналізу пробних площ та методологічні принципи екологічної мікроморфології ґрунтів, запропоновані Н.А. Біловою, А.П. Травлєєвим (1997, 1999) з відбором зразків по шарах, стандартні статистичні методи обробки даних з використанням пакетів програми «Microsoft Excel, 2010».

Ключові слова: ґрунтогенез, сільськогосподарська рекультивация, техноземи, екологічна мікроморфологія, гірські породи, дерново-літогенні ґрунти, мікроагрегати, типи кутан та новоутворень, мікроустрій, плазма, мікроскладення, мікробудова.

SUMMARY

Katsevych V.V. Agroecomikromorphological properties of technogenic soils under conditions of agricultural land reclamation (Nikopol manganese ore basin). – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of agricultural sciences on a specialty 03.00.16 – ecology. – Dnipro State Agrarian and Economic University. Dnipro, 2021.

The dissertation is devoted to the study of the peculiarities of the formation of the microstructure of technogenic soils formed from Pleistocene-Miocene potentially fertile overburden rocks (forest-like loams, mixtures of red-brown clays and loams and gray-green marl clays) without coating and with coating of soil fertile lands. The reclaimed soils of the research polygon of the State Agrarian University of Ukraine were studied in order to diagnose the degree of transformation of technogenic soils according to the condition of the rolled complexes. The main physical and aerial properties of technogenic soils, organic matter content and enzymatic activity on the example of phosphatase and their change in profile were studied.

In the dissertation work the literature review and the analysis of domestic and foreign scientists on a question of soil genesis of the reclaimed soils is carried out. Based on the analysis of literature sources, the question of the peculiarities of the formation of the microstructure of reclaimed soils under conditions of agricultural reclamation is highlighted. The scientific novelty of the obtained results is that for the first time in the conditions of the Southern subzone of the Steppe zone of Ukraine the regularities of the directed processes of soil genesis at the micromorphological level on the technogenic soils formed during long agricultural reclamation are established. It is shown that due to the use of

methodical approaches of ecological micromorphology the influence of ecological factors on morphological levels of soil genesis of reclaimed soils is detailed. It is noted that in the profiles with biological cover biogenic microaggregates are formed and the general micromorphological characteristics which define features of profiles of the investigated technogenic soils improve. It has been found that microaggregates of biogenic origin are common in the upper horizons, and microaggregates of lower horizons are of coagulation origin.

Peculiarities of micromorphological structure of techno-soils of the trial plot of agricultural reclamation are revealed and agroecological substantiation of the process of soil formation of the studied techno-soils is given. The peculiarities of agricultural reclamation are established, which are reflected in the intensity of changes in technogenic soils under the influence of agricultural crops. They are characterized by the emergence of new characteristics for these overburden, namely: the appearance in the plasma of the humid component, the formation of the pore space of biogenic origin, the emergence of microaggregates due to the impact on these rocks of living organisms and plant remains at different stages of decomposition. Accordingly, the more we diagnose in the sections of changes in the properties of rocks under the influence of agricultural cultivation and crops, the higher the level of the environment of transformation in agricultural reclamation.

It is established that the most characteristic neoplasms for pedozems are skeletons, clay and iron-clay cutanes. Neoplasms of hemogenic origin and the presence of clay cutanes indicate the development of leaching and intra-soil absorption. At the same time, well-rounded grains and their coordinated angles indicate the intensity of the weathering process in the experimental plots. The microcomposition of sod-lithogenic soils on pedozems is homogeneous in profile, except for the P_{3t} 135-175 layer. It is noted that in comparison with other layers, this layer is denser, the worst structured and with a smaller percentage of pore space.

Characteristic neoplasms and cutanes of sod-lithogenic soils on forest-like loams, gray-green and red-brown clays are fine-grained calcite, which saturates the

base material and its fading in the pores. This type of neoplasm has a homogenic origin, is formed due to the migratory transfer of carbonate-saturated solutions and their rapid evaporation.

Dominance in the mechanical composition of sod-lithogenic soils on forest-like loams of dusty and middle fraction, dusty-plasma microstructure, well-rounded grains and their smoothed angles indicate intensive weathering processes in the experimental areas. Good aggregation of the upper humus layers of sod-lithogenic soils on forest-like loams is due to the intensive influence of biogeocenotic cover (plant roots and soil fauna activity), intensive structure formation and high porosity of the upper horizons are observed. Given the above, the profile of sod-lithogenic soils on forest-like loams can be attributed to the carbonate type with a developed migration zone.

As a result of research, it was established that for each layer of sod-lithogenic soils on gray-green clays the dominance of carbonates is characteristic. In the upper horizons, due to climatic and biological factors, carbonate formations are much smaller in size, the number of large - insignificant. With depth, the weathering effect decreases, as a result - carbonate particles are much larger in size.

Organic matter is present mainly only in the upper layers. Represented mainly by black humus, humus and fresh plant residues. The absence of intermediate stages of decomposition of fresh plant residues indicates a high rate of decomposition of organic matter.

It was found that the main micromorphological features of the structure of the profile of sod-lithogenic soils on red-brown clays are due to different properties and origin of bulk layers. Nevertheless, there are general characteristics such as dusty-plasma microstructure and the presence of fine-grained calcite in the plasma. The upper horizons are most susceptible to the transformation of the new environment. This is manifested in the erosion of calcium formations and the action of biological agents. Signs of the latter are expressed in the appearance of

humus plasma, carbonaceous plant residues, the appearance of biogenic microaggregates and pores.

The conducted researches allowed to establish the peculiarities of the intensity of changes in techno-lands under the influence of agricultural crops under the conditions of agricultural land reclamation. For the first time on the basis of ecological-micromorphological researches signs of new characteristics for overburden were established, which were studied at the research station on land reclamation of Dnipro State Agrarian-Economic University, namely: appearance of humus component in plasma, formation of pore space of biogenic origin, appearance of microaggregates. due to the impact on these species of living organisms and plant residues at different stages of decomposition.

It is established that the upper horizons are exposed to the greatest transforming influence of biological factors. Good aggregation of the upper horizons is due to the influence of biogeocenotic cover and indicates the intensity of the structure of the upper horizons. Based on the obtained data, it was found that during the agricultural reclamation the variants of sod-lithogenic soils on red-brown clays and sod-lithogenic soils on pedo-soils are exposed to the greatest environment-forming influence. This is manifested in the presence of signs of biological influence on the main components of micromorphological characteristics and its greatest formative role. Comparing the micromorphological properties of techno-soils, it was found that the influence of vegetation has the greatest positive effect on the soil-forming process. With the increase in the number of representatives of the soil mesofauna, the pore space increases and the structure of soil aggregates increases. Sod-lithogenic soils are saturated with fine-grained calcite and enriched with decomposing plant residues due to herbaceous vegetation, which actively interacts with bulk edaphotopes, which revive their potential fertility by generating a chernozem-like soil formation. Indicators of microstructure in the unbreakable state indicate that the growth of microstructure is in the following sequence: sod-lithogenic soils on gray-green clays → sod-

lithogenic soils on forest-like loam → sod-lithogenic soils on red-brown clays → sod-summer pedozem.

The obtained results allow us to propose additions to the classification characteristics of techno-soils according to L.V. Yeterevskaya (2008, 2012), which reflect the effectiveness of agricultural reclamation at the micromorphological level. At the same time, the doctrine of ecological micromorphology of soils was further developed of N. A. Bilova (1997) on reclaimed land under conditions of long-term agricultural use. The results of research can be used to further predict the soil genesis of technological enterprises to restore their agroecological functions. The materials presented in the dissertation are used by the Agricultural Firm "Katerynivska-1" for efficient management, as well as in the educational process of the Dnieper State Agrarian and Economic University in teaching courses: "General ecology", "Ecological bases of reclamation and protection of lands", "Ecological soil science", and also are involved in performance of diploma works by applicants of higher education of faculty of water engineering and ecology of the Dnieper state agrarian and economic university of a specialty 101 "Ecology".

The research used field, laboratory, statistical, calculation, generally accepted methods of geobotanical analysis of sample areas and methodological principles of ecological micromorphology of soils, proposed by N.A. Bilova, A.P. Travleev (1997, 1999) with sampling by layers, standard statistical methods of data processing using software packages "Microsoft Excel, 2010".

Key words: soil genesis, agricultural reclamation, techno-soils, ecological micromorphology, rocks, sod-lithogenic soils, microaggregates, types of cutanes and neoplasms, microstructure, plasma, microcompositions, microstructure.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних наукометричних базах

1. **Кацевич В. В.**, Стрижак О. В. Едафічна характеристика літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 33-39. (Особистий внесок: опрацювання літератури, збирання фактичного матеріалу, написання статті).
2. Кацевич В. В. Агроекологічні особливості мікроморфології педоземів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 4. С. 38-47.

Статті в наукових фахових виданнях України

3. Кунах О. В., **Коляда В. В.** Отображение техноземов в географическом и экологическом пространствах. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2010. № 1. С. 56-60. (Особистий внесок: опрацювання літератури, виконання експериментальних досліджень).
4. **Кацевич В.В.**, Грицан Ю.І. Едафічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах на засадах екологічної мікроморфології. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 131-136. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.19> (Особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та обробка фактичного матеріалу, написання статті).
5. Чорна В. І., **Кацевич В. В.**, Вагнер І. В. Екологічні особливості ферментативної активності едафотопів техногенних ландшафтів. *Ecology and Noospherology*. 2018. 29 (2), С. 71-75. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/031812>

(Особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).

Матеріали наукових конференцій

6. **Кацевич В. В.**, Єлфімов Д. А. Вивчення ґрунтовірних процесів на дослідних ділянках рекультивації Орджонікідзевського ГЗК. *Рекультивація складних техноекосистем у новому тисячолітті: ноосферний аспект*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (29-30 травня 2012 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2012. С. 164-166. (Особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).

7. Кацевич В. В. Водно-фізичні властивості дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах. *Vědecký průmysl evropského kontinentu. Ekologie-Zeměpis a geologie- Zemědělství. Výstavba a architektura: materials X mezinárodní vědecko-praktická konference* (27 november-5 december 2014 y., Praha). Praha, 2014. С. 3-5.

8. Кацевич В. В. Еколого-мікроморфологічний аналіз оцінки техноземів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ. *Відновлення біотичного потенціалу агроекосистем*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (9 жовтня 2015 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2015. С. 138-140.

9. Кацевич В. В. Мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на лесах. *Молодь: наука та інновації*: матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених, (2-3 грудня 2015 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2015. Т. 10. С. 27-28.

10. Басенко Г. В., **Кацевич В. В.** Биотестирование как перспективный метод оценки качества почвы при разных агротехнологиях. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (22–23 листопада 2016 р., м.

Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2016. С. 14-17. *(особистий внесок: проведено постановку задачі дослідження, виконання практичних досліджень та аналіз результатів).*

11. Кацевич В. В. Еколого-мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах науково-дослідної станції з сільськогосподарської рекультивації земель ДДАЕУ. *Новітні системи землеробства та шляхи підвищення еколого-біологічної ефективності використання земель в сучасному агрокомплексі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (25–26 травня 2017 р., м. Дніпро). Дніпро, 2017. С.41-43.*

12. Кацевич В. В. Едафічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах на засадах екологічної мікроморфології. *Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 204-205.*

13. Грицан Ю. І., **Кацевич В. В.**, Геворгян К. А. Вивчення ґрунтотвірних процесів на дослідних ділянках рекультивації покровського ГЗК. *Глобальні та локальні екологічні проблеми. Шляхи їх вирішення: матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції (29 листопада 2019 р., с. Немішаєве). Немішаєве, 2019. С.171-174. (особистий внесок: проведено постановку задачі дослідження, виконання практичних досліджень та аналіз результатів, написання статті).*

14. Кацевич В. В. Еколого-мікроморфологічний аналіз педоземів науково-дослідного стаціонару Дніпровського державного аграрно-економічного університету. *Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (8-9 жовтня, 2020 р., м. Дніпро). Дніпро, 2020. С. 80-82.*

15. Чорна В. І., **Кацевич В. В.**, Лисенко Д. Р., Коновалова Т. О. Екологічні особливості розподілу ферментативної активності в едафотобах. *Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали IV*

Міжнародної науково-практичної конференції (8-9 жовтня, 2020 р., м. Дніпро). Дніпро, 2020. С. 40-42. *(особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).*

Патенти на корисну модель

16. Патент на корисну модель № 105698. Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами. Кобець А.С., Пугач А.М., Чорна В.І., **Кацевич В.В.**; Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 201511273; заявл.: 16.11.2015; опубл.: 25.03.2016. Бюл. № 6. *(Патентний пошук, аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів).*

17. Патент на корисну модель № 112313 Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами. Кацевич В.В.; Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 201606443; заявл.: 13.06.2016; опубл.: 12.12.2016. Бюл. № 23.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ | 19 |
| ВСТУП | 20 |
| РОЗДІЛ 1. СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПРОБЛЕМИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ) | 27 |
| РОЗДІЛ 2 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 47 |
| 2.1 Клімат | 48 |
| 2.2 Геоморфологія | 50 |
| 2.3 Ґрунти | 53 |
| 2.4 Гідрографія і водні ресурси | 60 |
| 2.5 Рослинність | 62 |
| 2.6 Тваринний світ | 63 |
| РОЗДІЛ 3 МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ | 66 |
| 3.1 Методика проведення мікроморфологічних досліджень | 68 |
| 3.2 Методика визначення гранулометричного складу ґрунту | 70 |
| 3.3 Методика визначення вмісту гумусу | 71 |
| 3.4 Методика визначення щільності ґрунту | 72 |
| 3.5 Методика визначення щільності твердої фази ґрунту | 72 |
| 3.6 Методика визначення загальної пористості та шпаруватості аерації | 73 |
| 3.7. Методика визначення фосфатазної активності за А.Ш. Галстяна в модифікації Ф.Х. Хазієва | 73 |
| РОЗДІЛ 4 МАКРО– ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ҐРУНТІВ НА ЛЕСОПОДІБНИХ СУГЛИНКАХ | 75 |
| РОЗДІЛ 5 МАКРО– ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ | 85 |

| | |
|--|-----|
| ГРУНТІВ НА СІРО-ЗЕЛЕНИХ ГЛИНАХ | |
| РОЗДІЛ 6 МАКРО– ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ГРУНТІВ НА ЧЕРВОНО-БУРИХ ГЛИНАХ | 94 |
| РОЗДІЛ 7 МАКРО– ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕДОЗЕМІВ | 105 |
| РОЗДІЛ 8 ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОБУДОВИ ТЕХНОЗЕМІВ | 116 |
| ВИСНОВКИ | 123 |
| РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ | 124 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ | 125 |
| ДОДАТКИ | 158 |

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- ДДАЕУ — Дніпровський державний аграрно-економічний університет;
НДС — науково-дослідний стаціонар;
ЛС — дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках;
ЧБГ — дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах;
СЗГ — дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах;
П — дерново-літогенні ґрунти на педоземах
ПГЗК — Покровський гірничо-збагачувальний комбінат;
Н — гумусово-аккумулятивний генетичний горизонт чорнозему південного;
НР — перший перехідний горизонт чорнозему південного;
Р — порода;
к — карбонатний шар технозему;
t — техногенний шар технозему;
мм — міліметр;
HeL — гумусований елювіальний горизонт;
HiL — гумусовий ілювіальний горизонт під впливом лесиважних явищ;
мг — міліграм;
г — грам.

ВСТУП

Актуальність теми. Під час видобутку корисних копалин з обігу неминуче вилучаються сільськогосподарські і лісові угіддя, і відповідно зростають площі порушених земель. В Україні під розробку корисних копалин відведено до 150 тис. га, хвостосховищами зайнято 40 тис. га, полями фільтрації і ставками (відстійниками) – 30 тис. га. Тільки в Дніпропетровській та Запорізькій областях загальна площа розвіданого родовища Нікопольського марганцеворудного басейну складає 46,7 тис. га земель, з яких 98 % є родючими, придатними для вирощування сільськогосподарських культур. В цілому в Україні швидкість відчуження земель під гірські роботи значно випереджає темпи повернення рекультивованих площ. В результаті проблема діагностики, систематики, генезису техноземів і натепер актуальна для вирішення питань сільськогосподарської рекультивації порушених земель.

Під час багаторічних досліджень на науково-дослідному стаціонарі з сільськогосподарської рекультивації земель ДДАЕУ вивчались фізичні, хімічні і біологічні властивості гірських порід, які були винесені на денну поверхню (Масюк М.Т., 1975; Бекаревич М.О., 1984; Чабан І.П. 1982, 2008; Узбек І.Х., 2001; Волох П.В. 1987, 2010; Мицик О.О. 1998, 2016; Забалуєв В.В., 2005; Харитонов М.М., 2009; Зленко І.Б., 2012; Бабенко М.Г., 2011; Гаврюшенко О.О., 2013; Андрусевич К.В., Лядська І.В., 2015 та ін.). Незважаючи на отримані результати властивості, режими та екологічні функції техноземів залишаються недостатньо вивченими. В той же час мінливість екологічних та едафічних властивостей, продуктивність та родючість ґрунтів, які відновлюються є найважливішим параметром для оцінки ефективності процесу рекультивації [19, 20, 28, 33, 36, 38, 58-59, 60-63, 80].

Діагностика ґрунтоутворення на мікроморфологічному рівні забезпечує дослідження структурних взаємозв'язків компонентів ґрунту у непорушеному стані і дає можливість проникнути в глибинні процеси ґрунтогенезу. Індивідуальні особливостей і питання генезису пліоценових та плейстоценових викопних ґрунтів і відкладів за допомогою мікроморфологічного аналізу встановлено Ж.М. Майською-Матвіїшиною (1972-2011). В.В. Медведєв (1969, 1983) досліджував особливості макро- та мікроструктури чорноземів та темно-каштанових ґрунтів та пов'язував їх з мікробудовою та водно-фізичними властивостями. Мікроморфологічне пояснення механізму карбонатно-міграційних процесів, які протікають в чорноземах відображені в працях Є.А. Ярилової, Е.М. Самойлової, А.М. Полякова, В.І. Макеєва (1983). За допомогою мікроморфологічних досліджень техноземів сформованих під час лісової рекультивації було встановлено позитивний вплив лісової рослинності на ґрунотвірний процес (Белова Н.А., 1986, 1997, 1999; Травлєєв А.П., 2007, Яковенко, 2000, 2001, 2018, Стрижак, 2013), а особливості пертинентної ролі лісових культурбіогеоценозів та їх вплив на едафотопи в умовах степу України наведені в дослідженнях В.А. Горбаня (2017). Однак в літературних джерелах відсутня інформація про особливості мікробудови техноземів за умов сільськогосподарської рекультивації. Тому для отримання уявлення про сучасний стан техноземів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ крім загальноприйнятих методів дослідження ґрунтів нами застосовано мікроморфологічний метод, запропонований Н.А. Біловою, А.П. Травлєєвим, (1979, 1974, 1999), що надає можливість визначити характер змін та встановити напрямки ґрунтоутворення в досліджуваних техноземах [145-164, 172-174, 178-218].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати досліджень, які викладені в дисертації, є складовою частиною досліджень кафедри екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету за темою: «Відновлення екологічних функцій

агроландшафтів, техногенно порушених територій та созологія довкілля» (№ д.р. 0113U001748, 2013–2017 рр.); а також за договором № 3/9 ДЗ «Визначення та обґрунтування екологічного різноманіття агробіоценозів як передумови впровадження системи точного землеробства на рекультивованих землях Дніпропетровської області», договором № 3/10 ДЗ «Визначення та обґрунтування екологічного різноманіття агробіоценозів як передумови впровадження системи точного землеробства на рекультивованих землях Дніпропетровської області», ПНД НААН 01 «Родючість, охорона і раціональне використання ґрунтів» рівня 01.00.06.01.Ф «Розробити систему оперативної діагностики та довгострокового моніторингу якісного стану ґрунтів за різних рівнів біологізації землеробства»; науково-дослідної теми, що фінансувалась за рахунок державного бюджету МОНУ «Збалансований (сталий) розвиток агросфери і його технологічне та інформаційне забезпечення в умовах техногенно-навантажених територій» (№ д.р. 0115U002284, 2014–2016 рр.); науково-дослідної теми, що фінансувалась за рахунок державного бюджету МОНУ «Розробка сучасної концепції відновлення біотичного потенціалу рекультивованих земель для раціонального землевикористання» (№ д.р. 0115U002284, 2017–2019 рр.), науково-дослідної теми, що фінансувалась за рахунок державного бюджету МОНУ «Оцінка якості лісової рекультивації ґрунтів в умовах мінливості кліматичних чинників» (№ д.р. 0120U102383, 2020–2022 рр.).

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – встановити екомікроморфологічні особливості техноземів при сільськогосподарській рекультивації земель. Відповідно до мети були поставлені такі завдання досліджень:

– провести мікроморфологічну діагностику техноземів, сформованих під впливом сільськогосподарських культур;

- з'ясувати діагностичну роль кутаного комплексу за Брюєром як тестового екологічного показника генезису процесів ґрунтоутворення на рекультивованих землях;
- вивчити склад і морфологію кутан, їх внутрішньо-профільний розподіл в техноземах;
- визначити розподіл органічної речовини, фосфатази, гранулометричного складу, фізичних властивостей по профілю та за впливу агроценозу на техноземи, що досліджувались;
- надати ознаки та критерії мікроморфологічних змін спричинених сільськогосподарською рекультивацією.

Об'єкт дослідження – трансформація мікробудови та властивостей техноземів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ з рекультивації земель.

Предмет дослідження – екомікроморфологічна характеристика техноземів, сформованих під час тривалої сільськогосподарської рекультивації.

Методи дослідження – польові, лабораторні, статистичні, розрахункові, загальноприйняті методи геоботанічного аналізу пробних площ та методологічні принципи екологічної мікроморфології ґрунтів, запропоновані Н.А. Біловою, А.П. Травлеєвим з відбором зразків по шарах [4].

Наукова новизна одержаних результатів. Основні теоретичні і практичні положення дисертаційної роботи, які визначають новизну отриманих наукових результатів, полягають у тому, що:

вперше в умовах Південної підзони Степової зони України встановлено закономірності направлених процесів ґрунтогенезу на мікроморфологічному рівні на техноземах, сформованих під час тривалої сільськогосподарської рекультивації;

запропоновано внести до класифікації техноземів за Л.В. Єстеревською показники ступеня трансформації мікробудови техноземів [9-10];

набуло подальшого розвитку вчення про екологічну мікроморфологію ґрунтів Н.А. Білової [3] щодо рекультивованих земель за умов тривалого сільськогосподарського використання.

Практичне значення отриманих результатів. Проведені дослідження дозволили встановити особливості інтенсивності змін техноземів під дією сільськогосподарських культур за умов сільськогосподарської рекультивації земель. Вперше на основі проведених еколого-мікроморфологічних досліджень встановлено ознаки нових характеристик для розкривних порід, які досліджувались на науково-дослідному стаціонарі з рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету, а саме: поява в плазмі гумусової компоненти, утворення порового простору біогенного походження, поява мікроагрегатів завдяки впливу на ці породи живих організмів та рослинних залишків на різних стадіях розкладання. Отримані результати дозволяють запропонувати доповнення до класифікаційних характеристик техноземів за Л.В. Єстеревською [9-10], які відображають ефективність сільськогосподарської рекультивації на мікроморфологічному рівні. Результати досліджень можуть бути використані для подальшого прогнозування ґрунтогенезу техноземів з метою відновлення їх агроекологічних функцій. Матеріали, викладені в дисертаційній роботі, використовуються Агрофірмою «Катеринівська-1» для ефективного господарювання, а також в освітньому процесі Дніпровського державного аграрно-економічного університету при викладанні курсів: «Загальна екологія», «Екологічні основи рекультивації та охорона земель», «Екологічне ґрунтознавство», а також залучені при виконанні дипломних робіт здобувачами вищої освіти факультету водогосподарської інженерії та екології Дніпровського державного аграрно-економічного університету спеціальності 101 «Екологія».

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є результатом самостійних досліджень дисертантки, що проводилися протягом 2012–2017 рр. Безпосередньо авторкою проведено польові дослідження техноземів,

виконано аналітичні роботи за науковою програмою. Самостійно проведено обробку, аналіз та інтерпретацію результатів досліджень, формування висновків і рекомендацій виробництву. Наукові праці за результатами досліджень опубліковано одноосібно та у співавторстві. Одержані результати авторки, що є її науковим доробком, а також особистий внесок у написанні кожної наукової публікації зазначено у «Списку наукових праць за темою дисертації».

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень доповідались на щорічних наукових конференціях ДДАЕУ, на Міжнародній науково-практичній конференції «Рекультивация складних техноосистем у новому тисячолітті: ноосферний аспект» (Дніпропетровськ, 2012), X mezinárodní vědecko-praktická konference «Vědecký průmysl evropského kontinentu» (Praha, 2014), II Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроосистем» (Дніпропетровськ, 2015), III Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих учених «Молодь: наука та інновації» (Дніпропетровськ, 2015), Міжнародній науково-практичній конференції «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур» (м. Дніпро, 2016), Міжнародній науково-практичній конференції «Новітні системи землеробства та шляхи підвищення еколого-біологічної ефективності використання земель в сучасному агрокомплексі» (м. Дніпро, 2017), III Міжнародній конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроосистем» (м. Дніпро, 2018), Всеукраїнській інтернет-конференції «Глобальні та локальні екологічні проблеми. Шляхи їх вирішення» (Немішаєве, 2019); IV Міжнародній науково-практичній конференції «Відновлення біотичного потенціалу агроосистем» (м. Дніпро, 2020).

Публікації. За темою дисертації опубліковано 17 наукових праць, з яких 2 статті у фахових наукових журналах, що належать до міжнародних

наукометричних баз; 3 – у наукових фахових виданнях України; 10 публікацій – у матеріалах конференцій, 2 патенти.

Структура і обсяг дисертації. Робота складається із вступу, огляду літератури, опису ґрунтового-кліматичних умов та методів досліджень, п'яти розділів з описанням результатів власних досліджень, висновків та рекомендацій, списку використаних джерел. Дисертаційна робота викладена на 157 сторінках тексту комп'ютерного набору. В роботі 14 таблиць, 75 рисунки. Бібліографія налічує 275 джерел, з них 25 - латиницею.

Подяки. Авторка висловлює щирю вдячність за всебічну допомогу та цінні поради та ґрунтовні консультації к.б.н. О.В. Стрижаку. Особливу подяку висловлюю керівництву та співробітникам Дніпровського державного аграрно-економічного університету, моїм рідним та близьким за підтримку, терпіння та допомогу.

РОЗДІЛ 1

СТАН ВИВЧЕНОСТІ ПРОБЛЕМИ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)

Порушення земель відбувається при виконанні пошукових робіт, видобуванні та переробленні корисних копалин, при будівництві підприємств та доріг. Воно викликає зміни ґрунтового покриву, гідрологічного режиму, утворення техногенного рельєфу та інші якісні зміни. Дуже часто новоутворені форми техногенного рельєфу накладаються один на одного і взаємоускладнюють ландшафт навіть у межах одного гірничого відводу. Порушені землі втрачають свою початкову цінність та є джерелом негативного впливу на навколишнє середовище. Тому після закінчення гірничовидобувних робіт антропогенностворені ландшафти підлягають рекультивації, тобто відновленню порушених земель до стану, придатного для їх використання в інших галузях народного господарства.

У степовій зоні знаходяться основні родовища корисних копалин України, які видобуваються як закритим, так і відкритим способами. У зв'язку з цим великі території повністю втратили первісний екологічно збалансований ландшафтний устрій (шахтні поля, терикони, кар'єрні виробки). До цього додається найбільша у державі сільськогосподарська освоєність і розораність. У зоні Степу ці показники складають відповідно 81,8 і 66%. Отже, більшу частину степової зони можна віднести до території з катастрофічною екологічною ураженістю. У зв'язку з цим основним напрямком рекультивації земель є ренатуралізація, тобто формування природовідновлених територій на місці порушених земель [14. 227].

Як відомо, формування того чи іншого генетичного типу ґрунту залежить від поєднання та ступеня впливу елементарних ґрунтоутворювальних процесів, які є наслідком взаємодії факторів ґрунтоутворення (клімату, рельєфу, біоти, тривалості ґрунтоутворення та ін.). Тому не випадково ґрунти називають дзеркалом (В.В. Докучаєв, 1936) чи

пам'яттю (М.А. Бронникова, В.О. Таргульян, 2005) ландшафту. У зв'язку з цим рекультивовані ґрунти є цінними та інформативними про умови їх формування [7-8, 49-50].

Рекультивації підлягають всі землі, які зазнають змін, що відбулися в процесі гірничих, гідротехнічних, геологорозвідувальних та інших робіт.

Вибір видів освоєння техногенних ландшафтів повинен здійснюватися залежно від природних зон, де ведеться видобуток корисних копалин, з урахуванням гірничотехнічних і техніко-екологічних умов родовищ. Бажано, щоб штучно створений ландшафт був продуктивним, різноманітним і відповідав особливостям місцевості.

У процесі відновлення порушених земель формуються специфічні техногенно-природні ландшафти і ґрунти, які суттєво відрізняються від їхніх природних аналогів. Проте на сьогодні єдиного підходу щодо термінології та класифікації рекультивованих ґрунтів техногенних ландшафтів не існує. Наприклад у Молдові їм дають назву реплантовані ґрунти, в Україні – рекультивовані гумусовані (рекультоземи) і просто рекультивовані ґрунти (рекультозем петроморфний), а також техноземи (педоземи – складені з поверхні гумусованого шару зонального ґрунту, літоземи – складені нефітотоксичними гірськими породами (леси, глини та інші) та хемоземи – промислові відходи (шахтні породи, шлами, хвости та інше) [1, 3, 9-10, 12-15, 31-32, 127-130].

Рекультивовані (техногенні) ґрунти утворюються у процесі рекультивації земель у різних природно – кліматичних зонах України. Їхня частка від непорушених ґрунтів у Поліссі, Лісостепу та Степу складає відповідно 0,35; 0,16; 0,35%. Для потреб сільськогосподарського та лісового використання у Поліссі рекультивовано 35%, у Лісостеповій зоні – 65%, у Степовій – 71% порушених земель. У середньому по Україні – 60%.

Від зональних ґрунтів гумусовані рекультоземи успадковують мінералогічний та гранулометричний склад, а також антропогенно змінені фізико – хімічні властивості, а петроморфні рекультоземи (літоземи)

успадковуюють ці ж властивості від гірських порід, на яких вони формуються. Найбільш сприятливими гірськими породами є леси, лесоподібні суглинки, червоно-бурі суглинки та глини, піщано-глинисті відклади. Несприятливими є мергель, вапняки, крейда, скельні відклади тощо [89, 92, 94, 97].

Як показали дослідження, через недосконалість технології гірничого етапу рекультивації техногенним ґрунтам притаманна строкатість ґрунтового покриву та рельєфу. Термін 2 – 3 роки між плануванням відвалів і нанесенням гумусового шару ґрунту згідно з проектом рекультивації виявляється недостатнім для стабілізації рельєфу. Так, через 25 років сільськогосподарського використання рекультивованих ґрунтів деформація поверхні зареєстрована на 28 – 55% площі з різницею між значеннями 0,2 – 2,5 м [9, 10].

У процесі біологічної рекультивації та активного ґрунтоутворювального процесу за рахунок новоутвореного гумусу формується оптимальна щільність ґрунту, поліпшуються властивості та режими техногенних ґрунтів [9, 10]. Проте, навіть при впровадженні прискорених методів окультурення техногенних ґрунтів шляхом використання багаторічних бобово-злакових агрофітоценозів (5 – 7 років), їхня родючість нижча, ніж у зональних ґрунтів. Навіть через 32 роки біологічного етапу рекультивації енергомісткість техногенного ґрунту, яка вимірюється запасом енергії у гумусі, склала лише 15 – 22% від непорушених аналогів [11].

За даними Національного наукового центру «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», продуктивність техноземів у середньому складає 70%, а літоземів – 50% від продуктивності зональних ґрунтів. Оцінювальний бонітет, виражений у вагових еквівалентах, для техноземів чорноземних лісостепової зони складає 60 – 65, степової – 40 – 46 балів, для літоземів лесових у лісостеповій зоні – 24 – 27 балів, у степовій – 17 – 20 балів.

Виходячи з таких, недостатньо ефективних результатів сільськогосподарського використання техногенних ґрунтів, вченими України розроблена Концепція рекультивації земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин відповідно до сучасних еколого-економічних умов [12-13]. Згідно з цією концепцією штучно створений культурний ландшафт повинен бути не тільки продуктивним, але й гармонійно вбудованим в елементи порушеного ландшафту і різноманітно диференційованим.

Якісне виконання рекультиваційних робіт більшою мірою залежить від технічного проектування, а проєктні рішення без наукового обґрунтування в кінцевому результаті мають негативний вплив на хід та результат рекультиваційних робіт, тому проведення наукових досліджень рядом вчених в цьому напрямку мають велике значення [1, 9-13].

Сучасна діагностика ґрунтів використовує досягнення всіх розділів ґрунтознавства, оперуючи даними по морфології, хімії, фізики та мінералогії ґрунтів. Всі ці властивості характеризують консервативно накопичені ознаки ґрунтів. В основі принципу діагностики процесів ґрунтоутворення лежить уявлення про те, що ґрунт як середовище існування становить єдину систему з популяціями різних організмів, які його населяють [3-4, 49].

Ефективність відновлення ландшафтів, порушених в наслідок гірничопромислової діяльності визначається по відновленню екологічних та господарських функцій ґрунту. Господарська функція визначається, як можливість ґрунту давати корисну продукцію, а екологічна – визначається, як здатність ґрунту створювати та регулювати умови існування ґрунтових організмів (рослин, тварин, мікроорганізмів) [1-2, 14].

На відміну від господарської функції, яка відновлюється більш швидко, екологічна охоплює складний процес взаємодії харчового, геохімічного, водно-повітряного режимів та властивостей ґрунту. На жаль, в більшості випадках як в нашій країні, так і за кордоном, під час рекультивації порушених земель на першому плані стоїть питання відновлення

господарської функції ґрунтів, і недостатньо вивчається питання відновлення екологічних функцій ґрунтів [1].

В Україні розроблено наукові основи та нагромаджено достатній досвід рекультивації земель у різних регіонах. Величезний внесок у розробку теоретичних і практичних основ сільськогосподарської рекультивації в Україні зробили такі вчені, як М. О. Бекаревич, Л. В. Єстеревська, М. Т. Масюк, І. Х. Узбек, Р. М. Панас, І. П. Чабан, В. П. Кабаненко, В. О. Забалуєв, П. В. Волох та лісної рекультивації А.П. Травлєєв, В.М. Зверковський та ін. [9-10, 15-56].

Під час проведення експериментальних досліджень на науково-дослідному стаціонарі з сільськогосподарської рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету було вивчено ряд питань, які були орієнтовані на розробку діагностики темпів відновлення екологічних функцій ґрунтів. Дослідження на стаціонарі розпочались з вивчення способів створення стійких продуктивних агроєкосистем на штучних едафотобах рекультивованих земель під керівництвом професора М.О. Бекаревича та академіка М.Т. Масюка. Під час багаторічних досліджень вивчались фізичні, хімічні та біологічні властивості гірських порід, які були винесені на денну поверхню. Було встановлено, що на початку біологічного освоєння техноземи, якщо порівнювати їх з зональними ґрунтами, мають ряд лімітуючи факторів, таких як вміст поживних речовин, щільність, водно-фізичні властивості, які суттєво впливають на розвиток культурних рослин. Проте рядом вчених Узбеком І.Х (2001), Забалуєвим В.В. (2005), Харитоновим М.М (2009), Зленко І.Б. (2012), Бабенко М.Г. (2011), Гаврюшенком О.О. (2013), Андрусевич К.В., Лядською І.В. (2015) та ін. було встановлено, що в процесі тривалого сільськогосподарського освоєння відбувається суттєвий генезис техноземів [28, 57-63].

Відповідні зміни, а також особливості процесу ґрунтогенезу можливо діагностувати за змінами фізичних та водно-фізичних властивостей. Співробітниками Проблемної лабораторії з рекультивації земель ДДАЕУ

В.В. Забалуєвим, М.М. Харитоновим, Е.Л. Додатко та ін., які вивчали мінералогічний склад основних геологічних відкладів Нікопольського марганцеворудного басейну встановлено, що більшою мірою саме від мінералогічного складу залежать такі фізичні властивості, як вологоємність, водопроникність та інші. Також було встановлено, що від мінералогічного складу гірських порід залежать хімічні процеси, які протікають в техноземах [57-58, 64-86].

Крім того, мінералогічний склад гірських порід поряд з біологічними факторами значно впливає на процеси структуроутворення. Оскільки в гірських породах агрономічно-цінна структура або майже відсутня або слабо виражена ключового значення набуває вивчення механічного складу гірських порід. Особливе значення в процесах структуроутворення належить мулистій фракції, яка має цементувальні властивості та бере участь в коагуляції мікроагрегатів [38-40, 87-97].

Дослідження щодо вивчення агрегатного складу техноземів проводили М.Т. Масюк, П.В. Волох та О.В. Трухов. За результатами гранулометричного аналізу було встановлено, що найвищий показник потенційної здатності до структурування мають сіро-зелені глини – 269%, червоно-бурі глини мають показник 159% і найменший показник мають лесоподібні суглинки – 60%. Вивчення структурного стану порід показало, що утворення структурних агрегатів відбувається з неоднаковою швидкістю та проявляється на різній глибині [38-40, 87-97].

Детальні дослідження структури дерново-літогенних ґрунтів Лядської І.В. (2015) дозволили встановити особливості розподілу агрегатних фракцій по шарах техноземів. Було встановлено, що найвищий коефіцієнт структурності у всіх типів техноземів, що досліджувались на науково-дослідному стаціонарі ДДАЕУ спостерігається в шарі 0-10 см. При цьому найвищий показник 5,86 мають дерново-літогенні ґрунти на лесоподібних суглинках, а найменший - 1,64 у педоземів. Коефіцієнт структурності дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах в шарі 0-10 см становить

– 2,10, а у дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах – 3,51. Поступово з глибиною коефіцієнт структурності знижується на всіх типах техноземів. Як зазначає автор, така тенденція скоріш за все пов'язана з дією біологічних чинників в верхніх шарах (діяльність ґрунтової фауни та ріст кореневої системи рослин). Дія біологічних факторів суттєво знижується в нижніх шарах техноземів і в свою чергу тут збільшується дія абіотичних факторів [63, 98-107].

Структура дерново-літогенних ґрунтів тісно пов'язана з фізичними та водно-фізичними властивостями, які є важливими в процесі ґрунтогенезу техноземів. Як відомо, гірські породи в процесі відкритого видобутку корисних копалин зазнають порушення, перемішування та переміщення. У своїх дослідженнях Масюк М.Т. зазначає, що в перші роки після винесення на денну поверхню шпаруватість гірських порід зменшується в середньому до 45%. Можливим поясненням цьому може бути відсутність водостійкої структури, утворенням ґрунтової кірки в верхніх шарах та проявом загальної усадки [87-97, 112-114].

В подальших дослідженнях Гаврюшенко О.О. (2013) було встановлено, що за умов тривалої сільськогосподарської рекультивації відбуваються зміни щільності складення. В наслідок технічного переміщення, розпушення порід в техноземах першого року створення відбуваються процеси як ущільнення, так і розущільнення, в результаті відбуваються процеси оптимізації показника щільності складення по всьому профілю [61, 108-111].

Показник щільності складення має великий вплив на шпаруватість. Відомо, що оптимальні умови для росту та розвитку рослин утворюються в тому випадку коли в складі загальної шпаруватості аерації співвідношення рідкої та газоподібної фази наближається до одиниці. Однак, в результаті досліджень Масюка М.Т. (1974) встановлено, що оптимальна шпаруватість аерації для глинистих порід на відміну від зональних ґрунтів становить при співвідношенні газоподібної фази до рідкої як 1:2. Таким чином, при ущільненні ґрунтів створюються умови, в яких від нестачі кисню та вологи

страждає ґрунтова біота, а також утворюються специфічні умови, які впливають на формування рослинності. Оскільки рослини засвоюють переважно водорозчинні сполуки, то в таких умовах вони страждають не тільки від нестачі вологи, а і від поживних речовин [87-97, 112-114].

Дослідження водних властивостей техноземів показали, що розвиток рослин відбувається при таких показниках продуктивної вологи, які коливаються в межах між польовою вологоємністю та вологістю стійкого в'янення. В таких умовах переважно розвиваються рослини ксерофільного ряду. Дослідження зміни вологи за профілем техноземів показали нерівномірний розподіл. Запаси вологи в верхніх шарах 0-30 см часто знижуються до показників повного використання фізично-доступної вологи [87-97].

Однією з характеристик ґрунтів є водопроникність. В своїх дослідженнях В.А. Горбань зазначає, що водопроникність обумовлює життєдіяльність біоти, а також водний баланс тих чи інших едафотопів. В процесі ґрунтоутворення важливе значення має режим зволоження ґрунту, який в свою чергу визначається водопроникністю. Таким чином, створюючи сприятливі водно-фізичні властивості ґрунтів, водопроникність є важливим чинником родючості [113].

Дослідження процесів фільтрації та інфільтрації наведено в роботах Лядської І.В. [63, 98-107]. Було встановлено, що показники швидкості фільтрації та інфільтрації техноземів значно відрізняються від показників зональних ґрунтів. Для дерново-літогенних ґрунтів на лесах та сіро-зелених глинах характерним є максимальний рівень швидкості інфільтрації в верхніх шарах та зменшення показника до мінімального значення у наступних шарах. В педоземах навпаки швидкість інфільтрації зменшується до мінімальних показників у верхніх шарах і підвищується наступних. Для дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах характерний плавний розподіл швидкості інфільтрації за профілем [63, 98-107].

Відомо, що водно-фізичні властивості ґрунтів тісно пов'язані зі структурними елементами біоценозу: фітоценозом, зооценозом та мікробоценозом. В еколого-біологічних дослідженнях едафотопів Узбека І.Х. (2001) були виявлені особливості розвитку підземної частини досліджуваних видів рослин *Medicago sativa* L. і *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. Встановлено, що ці рослини спроможні перерозподіляти органічну речовину та енергію в саме ту частину кореневої системи, яка в цей момент виконує найбільше навантаження. Також було встановлено, що морфологія кореневої системи відображає наскільки техноземи забезпечені поживними речовинами, а форма кореневої системи вказує на рівень родючості окремих шарів техноземів. Дослідження з бульбочковими бактеріями встановили їх велику екологічну пластичність, а також здатність до швидкої адаптації до екстремальних умов середовища техноземів та інтенсивного засвоєння атмосферного азоту [28-30].

Доведено, що в умовах техногенних ландшафтів гумусоутворення та формування структурних агрегатів пов'язано з целюлозоруйнівними мікроорганізмами. В дослідженнях Узбека І.Х. (2001) встановлено, що корені *Medicago sativa* L. руйнуються інтенсивніше за корені *Triticum aestivum* L. Було відмічено, що спеціальні конструкції культур фітоценозів, які насичені перш за все *Medicago sativa* L. або *Onobrychis arenaria* (Kit.) DC. сприяють створенню високо біогенних шарів, насичених активною і різноманітною мікрофлорою. Тривале сільськогосподарське використання техноземів сприяло формуванню мікробіологічного профілю, в якому за кількістю мікроорганізмів чітко виокремлюються три шари. Перший – 0-20 см, в якому зосереджено більш як 50% загальної кількості мікроорганізмів, другий – 20-40 см, і третій – 40-150 см [28-30].

У своїх дослідженнях Узбек І.Х. (2001) також відмічає середовищеперетворюючу роль рослинних угруповань в умовах техногенних ландшафтів. В екстремальних умовах рослини та мікроорганізми змушені пристосовуватись до спільного життя. Спочатку рештки рослин-домінантів

створюють осередки концентрації мікроорганізмів. А мікроорганізми своєю чергою розкладаючи рослинні рештки створюють сприятливі умови для розвитку рослин та сприяють інтенсифікації біологізації техноземів. Внаслідок цього взаємовпливу техноземи здобувають характерну тільки для них будову профілю та відбувається формування в товщі технозему біогеоценотичних горизонтів [28-30].

Однією з основних екологічних функцій ґрунтів є підтримка біорізноманіття. Біологізація техноземів призвела до створення таких умов і властивостей, які забезпечують сприятливі умови для життя організмів. В дослідженнях тваринного населення Андрусевич К.В. (2015) було виявлено високий рівень видового угруповання ґрунтової мезофауни. В результаті досліджень дерново-літогенних ґрунтів науково-дослідного стаціонару було визначено 126 видів ґрунтових безхребетних. Найбільша кількість – 78 видів ґрунтових безхребетних була зареєстрована на дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених глинах. Найменша – 66 видів на дерново-літогенних ґрунтах на червоно-бурих глинах, 74 види зафіксовано на дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках та 67 видів на педоземах. Під час досліджень були встановлені чіткі відмінності в екоморфічній структурі тваринного населення техноземів. Проведені дослідження та отримані результати надали можливість провести зоологічну діагностику техноземів та встановити диференційний діагноз. Авторка зазначає, що в структурі ценоморф переважають степанти, гігроморф – ксерофіли, трофоценоморф – мегаценотрофи, трофоморф – фітофаги [62, 115-126].

В багаторічних польових дослідженнях Забалуєва В.В. (2005) вивчався вплив рослинності на гумусонакопичення в дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках, сіро-зелених та червоно-бурих глинах. Було встановлено, що від едафічних характеристик дерново-літогенних ґрунтів буде залежати, яка кількість енергетичного матеріалу, що є основою гумусонакопичення, надійде до літозему. Відмічено, що кращими показниками здатності до гумусонакопичення характеризуються дерново-

літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах. На перших етапах біологічного освоєння техноземів процеси акумуляції та трансформації органічної речовини відбуваються досить швидкими темпами, а рівень енергоємності за 30 років підвищується в декілька разів з 3,6-5% від показників чорноземів до 15-22% [80-82].

Фітоіндикаційні дослідження початкових етапів ґрунтогенезу на рекультивованих землях Нікопольського марганцеворудного басейну Бабенко М.Г. (2011) дозволили встановити, що на ранніх стадіях біологічного освоєння техноземи відносно швидко набувають ознак та характеристик властивих зональним ґрунтам. Швидкість основного ґрунтового процесу – гумусонакопичення в літоземах за тривалого сільськогосподарського використання залежить як від едафічних властивостей, біокліматичних умов, так і від фітомеліоративних можливостей сільськогосподарських культур. У своїх дослідженнях Бабенко М.Г. відмічає, що первинний рівень родючості техноземів, які досліджувались в метровому шарі був однаковий. А вже через 25 років сільськогосподарського освоєння техноземів була встановлена диференціація за профілем на прообрази генетичних горизонтів. Як діагностичний критерій в фітотестуваннях була використана продуктивність ячменю ярого, гороху та люцерни. Дослідженнями встановлено, що в дерново-літогенних ґрунтах на лесоподібних суглинках сформований 50-см профіль, а в дерново-літогенних ґрунтах на сіро-зелених та червоно-бурих глинах сформований 40-см профіль. Виходячи з цього автор зазначає, що ґрунтоутворюючий процес в техноземах, що досліджувались йде за зональним типом [60, 86, 95].

Водночас діагностика особливостей формування ґрунтів техногенних ландшафтів за властивостями, які характерні для зональних ґрунтів, має деякі труднощі. Головним чином діагностиці піддаються ознаки, які пов'язані з накопичення органічної речовини та її трансформацією в техногенних субстратах. Ряд вчених відмічають, що на характер процесу ґрунтоутворення впливають: речовинний склад порід, з яких сформовані техноземи, кількість

кальцію, однорідність гранулометричного складу, характер рослинності та мікрофлори території, що відновлюється тощо [38, 84, 127-130]. Аналіз питання показує, що під час біологічного етапу рекультивації техногенно-порушених земель однією з основних задач є створення такого комплексу умов, які б забезпечували активне перетворення властивостей і режимів вихідного субстрату, що зумовлюють якість екологічних функцій техноземів.

Попри наявність ряду публікацій по техноземам, які сформовані під час сільськогосподарської рекультивації ((Масюк М.Т., 1975; Бекаревич М.О., 1984; Чабан І.П. 1982, 2008; Узбек І.Х., 2001; Волох П.В. 1987, 2010; Мицик О.О. 1998, 2016; Забалуєв В.В., 2005; Харитонов М.М., 2009; Зленко І.Б., 2012; Бабенко М.Г., 2011; Гаврюшенко О.О., 2013; Андрусевич К.В., Лядська І.В., 2015 та ін.), їх властивості, режими та екологічні функції залишаються недостатньо вивченими, особливо якщо врахувати, що всі ці параметри мають чітко виражену регіональну та індивідуальну специфіку. Зокрема, вивчення мінливості екологічних та едафічних властивостей, продуктивності та родючості ґрунтів, які відновлюються, є найважливішим методичним засобом для оцінки ефективності процесу рекультивації [1, 9-10, 12-14, 26, 28-30, 38-40]. Тому для отримання уявлення про сучасний стан дерново-літогенних ґрунтів на лесах, сіро-зелених та червоно-бурих глинах та педоземах науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ з сільськогосподарської рекультивації земель, як оціночний метод дослідження ми мікроморфологічний метод, запропонований Н.А. Біловою, А.П. Травлєєвим, (1979, 1974, 1999), що надає можливість визначити характер змін та встановити напрямки ґрунтоутворення в досліджуваних техноземах [3-4].

Слід зазначити, що для проведення ґрунтових досліджень в більшості випадків необхідно зруйнувати цілісність відібраного зразка ґрунту. Однак мікроморфологічний метод аналізу забезпечує дослідження структурних взаємозв'язків компонентів ґрунту у непорушеному стані і дає можливість проникнути в глибинні процеси ґрунтогенезу та дослідити такі процеси, як гумусонакопичення, структуроутворення, формування мінеральних

Діагностика ґрунтоутворення на мікроморфологічному (Ярилова, 1966, Машиніна, 1973; Пономарьова, 1974; Таргульян та ін., 1974; Герасімов, 1975; Ромашкевич, 1978; Белова, 1986, 1997, 1999; Травлеев, 2007) рівні є найефективнішою насамперед у дослідженні таких процесів, як гумусонакопичення, структуроутворення, формування мінеральних новоутворень. Однак на сьогодні є недостатньо вивченими мікроморфологічні особливості ґрунтогенезу техноземів за сільськогосподарської рекультивациі [5, 49-50, 140-144, 145-164, 255-275].

В. Кубієна (1967) виділяв такі основні одиниці мікроустрою – скелет та плазма. До скелета Кубієна відносить зерна мінералів, уламки порід, міцні часточки грубого гумусу та залишки організмів. Плазма – найбільш тонкі, активні, новоутворені речовини ґрунту, які рухаються та змінюють свій склад, форму та здатні перевідкладатися. За характером сполучення цих основних одиниць Кубієна виділяв типи елементарного мікроустрою. [2].

Аналізуючи будову ґрунту використовують запропоновані Р. Брюером (1964) наступні одиниці організації: основа (S-matrix), педи (peds), ґрунтові утворення (pedological features) та шпарини (pores). Розглянуті компоненти мікроустрою ґрунту не однакові за генетичною інформативністю. Плазма, наприклад, є носієм типових властивостей ґрунту. Тип організації плазми – відображення ґрунтогенезу. Значний вплив на плазму мають кислотно-лужні й окиснювально-відновні умови розчинів, властивості та заряд гідрофільних колоїдів, елювіальний і ілювіальні процеси, повторні зволоження і висушування (особливо, якщо вони супроводжуються незворотними процесами), повторні заморожування і відтавання і т. д. Відповідно до даних впливів ґрунт зі своїм специфічним складом скелета і плазми буде розвивати характерні риси будови в залежності від специфічності навколишнього середовища. Залежність між типом мікробудови, характеристикою профілю та умовами середовища чітко встановлена численними дослідженнями в усьому світі (Dumanski, 1964). Таким чином, окремі елементи мікроустрою

або мікроознаки найбільш ефективно використовуються для інтерпретації елементарних ґрунтових процесів [165-167].

Як відомо, розподіл та форма скелетних зерен характеризують умови седиментації та процеси вивітрювання. Певний склад плазми (аморфний гумус, глина, сегрегації) характеризують різні горизонти, а біопори – тільки поверхневі. Що стосується кутан, то відповідно до R. Bullock et al. (1970), аржиллани утворюються під час седиментації. Матричні і матрично-глинисті кутани розглядаються як результат руйнування структури поверхневих горизонтів. Феррани, мангани, нодули – ознаки глеєвих явищ, а папули – це залишки старих ґрунтів [168, 227].

Отже, поява тих або інших мікроморф мінеральних новоутворень свідчить про зміни у гідротермічному режимі ґрунту. Встановлено, що різна форма і розмір новоутворень кальциту обумовлена різною концентрацією розчинів з яких вони випадають та різною швидкістю їх кристалізації. Формування відповідних типів мікроскладання відображає процес структуроутворення, який залежить від життєдіяльності ґрунтової мезофауни. А наявність, кількісне співвідношення мікроформ органічної речовини, стадії трансформації органіки та форми гумусу характеризують процес гумусонакопичення [2, 165-168].

Дослідженням мікроморфологічних особливостей едафотопів займались багато вчених. Головні методичні принципи мікроморфології сформулював австрійський вчений В. Кубієна в 40-х рр. ХХ ст. В його дослідженнях була доведена важливість використання мікроморфологічного аналізу під час діагностики та систематики ґрунтів.

Детальне висвітлення методики мікроморфологічних досліджень в російськомовних працях розпочалось з монографії О.І. Парфьонової та К.А. Ярилової [5, 147, 150]. Такі вчені, як І.П. Герасимов, С.В. Зонн, В.О. Таргульян, М.І. Герасимова, С.О. Шоба, Е.І. Гагаріна та ін. працювали над загальними теоретичними та практичними питаннями мікроморфологічних досліджень [6, 8, 49-50, 141-144, 153-154, 272]. Сучасні ґрунти за допомогою

мікроморфологічних досліджень вивчали І.І. Феофарова, Е.К. Накаїдзе, Л.К. Целіщева, Б.П. Градусов, Т.Ф. Урушадзе, В.В. Медведєв, А.М. Поляков, А.І. Ромашкевич, Н.І. Матинян, Н.А. Білова, В.М. Яковенко [3, 144-160, 173-174, 178-181, 184-219].

Данні мікроморфологічного аналізу під час вивчення ґрунтів та різних відкладів також широко використовують і за кордоном. Наприклад в Новій Зеландії Я.Б. Далрімпл широко використовував мікроморфологічні методи у своїх дослідженнях, в Польщі цей метод використовували П. Мрошек, Т. Мадейська та Т. Мрошек; в Англії – П. Баллок; Я.Б. Ямагн у Франції; Р.А. Кемп в Китаї, а П.Д. Юнгеріус в Канаді [3, 144-160].

В роботах С.А. Владиченської та Н.І. Лебедева (1949) наведено детальний аналіз будови мікроагрегатів чорноземів південних та каштанових ґрунтів [145-163]. В дослідженнях Д.В. Хана (1969) визначено розподілення гумусових речовин в структурних агрегатах чорноземних ґрунтів і встановлено, що вміст гумусу знижується зі зміною величини агрегатів. Найбільш сталими є ті агрегати, в яких в основі скелету переважають польові шпати, слюди та глинисті мінерали монтморилонітової групи. Д.В. Хан відмічав, що незалежно від характеру мінералогічного скелета, чим менше вмісту гумусу, тим агрегати менш міцні. Мікроморфологічний метод дозволив дослідити прояви лесиважу – переміщення тонких фракцій вниз по профілю [145-163].

Вперше в Україні мікроморфологічний метод дослідження викопних плейстоценових ґрунтів та лесів застосував М.Ф. Веклич (1958). В подальшому в своїх роботах А.М. Соколовський (1971) за допомогою мікроморфологічного аналізу звертав увагу на розділення колоїдних речовин ґрунту на дві фракції: перша, яка пов'язана з поглинанням кальцію та друга, яка ніяк не пов'язана з поглинанням кальцію. Відмічено, що в чорноземах перша фракція майже дорівнює другій, в підзолі перша фракція дуже мала, саме з цим пов'язані різні структурні властивості цих ґрунтів [175].

У своїх працях М.І. Горбунов (1974) поділяв мул (<2 мк) на дві категорії: А – мул, який пептизується водою, Б – мул, який пептизується розмиттям в присутності аміаку, залишки ґрунту автор позначав символом В. Відповідно до цієї диференціації мул А представлений моделлю того мулу, який утворюється в природі під час зрошення ґрунтів або під час опадів. Ця частина мулу є найбільш рухомою, тому переноситься вниз по профілю під час іллювіювання. Мул категорії Б більш пасивний [176-177].

В дослідженнях Білової Н.А. було встановлено, що співвідношення мулу А до мулу Б змінюється в сторону мулу Б в наступній послідовності орні землі – степова цілина – штучний ліс на плакорі – байрачна липова-ясенева діброва [145-163, 255-275].

Дослідження міграційних процесів, які пов'язані з перенесенням мула, який пептизується водою, проводив С.М. Гілязов (1971), який досліджував орні ґрунти. В результаті досліджень, він дійшов висновку, щодо визначальної ролі низько полімерної колоїдної фракції в процесах міграції. Водночас В.В. Карпушенков (1977) встановив взаємозв'язок між кількістю та якістю мула, що пептизується водою та структурою ґрунту. Він встановив, що між ступенем пептизації мула та кількістю водостійких агрегатів та між кількістю гідрофільних колоїдів та мікроструктурою встановлений зворотній зв'язок.

В.В. Медведев (1969, 1983) досліджував особливості макро- та мікроструктуру чорноземів та темно-каштанових ґрунтів та пов'язував їх з мікроустрієм та водно-фізичними властивостями. Було встановлена два шляхи утворення структури: перший, в якому переважають процеси розпадання та подальшого закріплення проагрегатів, які утворюються та другий – послідовного та закономірного залучення механічних елементів в макро- та мікроагрегати [173-174]. Мікроморфологічне пояснення механізму карбонатно-міграційних процесів, які протікають в чорноземах відображені в працях Є.А. Ярилової, Е.М. Самойлової, А.М. Полякова, В.І. Макеєва (1983) [178-181].

У своїх дослідженнях Л.К. Целищева (1966) відмічає в мікробудові чорнозему типового ілювіальний карбонатний горизонт (Вк), який має однорідне жовто-буре забарвлення. Тонкодисперсна частина ґрунту знаходиться в скоагульованому стані, що вказує на відсутність міграції тонких часток по профілю. Що стосується чорнозему вилугуваного, то на відміну від чорнозему типового, то вилугуваний від карбонатів горизонт знаходиться нижче від перехідного гумусового горизонту. Наявність рухомої тонкодисперсної маси в вилугуваному в карбонатів горизонтів автор вважає визначною діагностичною ознакою дуже вилугуваних чорноземів.

Питання генезису пліоценових та плейстоценових викопних ґрунтів і відкладів за допомогою мікоморфологічний аналіз наведено в роботах Ж.М. Матвіїшиної (1972-2011) [8,49-50, 144, 169-172].

Протягом багатьох років (з моменту створення в 1979 р. у працях дослідників лабораторії мікоморфології ґрунтів ДНУ ім. О. Гончара, очолюваної професорами Н. А. Біловою та А. П. Травлеєвим, особливу увагу було приділено вивченню процесів лесиважу в байрачних чорноземних ґрунтах степової зони України (Белова, 1986, 1997, 1999; Травлеєв, 2007). Мікоморфологічна діагностика дозволила встановити різну природу утворення елювіальних та ілювіальних горизонтів і внаслідок цього конвергентний характер макроморфологічної подібності профілів лісових лесивованих чорноземів (текстурно диференційованих) і опідзолених ґрунтів [3-4, 145-160].

В дослідженнях Н.А. Білової, Яковенко В.М. (2018) зазначається, що скелет ґрунту під впливом лісової рослинності може змінювати свої кількісні співвідношення по горизонтах під впливом процесів міграції (лесиважу) тонких фракцій ґрунту. Під лісовими насадженнями часто формуються в початковому вигляді горизонти HeL та HiL (гумусований елювіальний та гумусовий ілювіальний під впливом лесиважних явищ). Плазма лісового едафотопу більш збагачена органічною речовиною. У верхніх горизонтах плазма з карбонатно-гумусо-глинистої, яка характерна для степової цілини

переходить в гумусово-глинисту тонкодисперсну масу. В лісових едафотобах спостерігаються початкові ознаки переміщення плазми вниз по профілю (іллювіювання), що супроводжується наявністю в цьому шарі кальціно-гумусно-глинистої фракції підвищеного ущільнення, аж до утворення карбонатно-іллювіального горизонту (як ці чітко проявляється в байрачних лісових чорноземах). Порожини як за звичай поділяються на пори та тріщини. Степові едафотопи відрізняються оптимальною шпаруватістю та тріщинуватістю. Під лісовими насадженнями в степу спостерігається збільшення біопор зоогенного і фітогенного походження, а також утворення пор в результаті підвищеної агрегованості. Вниз по профілю шпаруватість змінюється, найменш виражена в іллювіально-карбонатному горизонті [164].

За допомогою мікроморфологічних досліджень техноземів сформованих під час лісової рекультивациі було встановлено позитивний вплив лісової рослинності на ґрунотвірний процес. Зі збільшенням представників ґрунтової мезофауни збільшується поровий простір, збільшується коефіцієнт структурності агрегатів. Для цих техноземів характерна карбонатно-глиниста плазма, яка оптично не орієнтована. Органічна речовина представлена у вигляді скупчень та згустків. Поровий простір представлений порами-тріщинами, багато пор біогенного походження. Леси та лесоподібні суглинки збагачуються дрібнозернистим кальцитом та рослинними рештками, які розкладаються, за рахунок травостою та лісової підстилки., які активно взаємодіють з материнською породою. Леси реанімують своє потенційне багатство та родючість, генеруючи чорноземний тип ґрунтоутворення [145-164, 182-218, 255-275].

В мікроморфологічних дослідженнях Медведєва В.В. (2017) відмічається зміна на ріллі розміру, форми, зовнішньої та внутрішньої будови агрегатів. Для цих агрегатів характерна відсутність окантовки гуманною плівкою, яка є обов'язковою для агрегатів цілини. В чорноземах південних складність та губчастість агрегатів виражена слабкіше у порівнянні з іншими підтипами. Обробіток ґрунту значною мірою

призводить до збільшення неагрегованого матеріалу у всіх типах чорнозему, причому в чорноземах південних це виражено найбільше, найменше виражено в чорноземах звичайних. Встановлено, що під час обробітку порушується стабільність порового простору, а також зменшується довжина пор [173-174].

Детальні мікроморфологічні дослідження чорноземів південних наведено в роботі С.П. Кармазиненка (2010). Автор зазначає, що мікроморфологічно чорноземи південні відрізняються від звичайних зростанням зоогенного фактора перетворення ґрунтової маси. Відзначається, що в чорноземах південних мікроагрегати мають коагуляційне, фітогенне та зоогенне походження. Встановлено, що для мікробудови гумусового горизонту характерні складні мікроагрегати, зависті пори, а також напіврозкладені органічні рештки та скупчення гумусу [169-170].

Поровий простір представлений завистими розгалуженими порами, які займають до 20-30% площі шліфа. Інколи зустрічається мікрористалічний кальцит. У верхніх горизонтах плазма – гумусова і змінюється вниз по профілю на карбонатно-глинисту.

Висновки до розділу: в розділі проаналізовані літературні джерела вітчизняних та закордонних вчених щодо питання застосування мікроморфологічних досліджень під час генезису як зональних, так і рекультивованих ґрунтів. Отримані дані свідчать про значне вивчення таких питань, як: фіто- та зоогенне структуроутворення; генезис ґрунтів на основі мікроморфологічних характеристик; закономірності та особливості формування мікроморфології чорноземних ґрунтів; моделювання мікроморфологічних процесів.

Водночас багаторічні дослідження на науково-дослідному стаціонарі з рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету дали змогу вивчити зміну фізичних, водно-фізичних властивостей техноземі як в часі, так і просторі, дослідити питання генезису

техноземів та середовищеперетворюючу роль рослинних угруповань за тривалого сільсько-господарського використання.

Однак в літературних джерелах відсутні матеріали, які висвітлюють екологічну роль мікроморфологічної організації техноземів та особливості їх мікробудови за умов сільськогосподарської рекультивації. Встановлення еколого-біологічних та агроєкомікроморфологічних закономірностей формування дерново-літогенних ґрунтів науково-дослідного стаціонару надає можливість визначити характер змін техноземів та встановлення напрямків ґрунтоутворення в дерново-літогенних ґрунтах.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 1-219, 227, 255-275.

РОЗДІЛ 2

ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились на науково-дослідному стаціонарі з сільськогосподарської рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету, який був створений у 1968-1970 рр. на зовнішньому відвалі марганцевого кар'єру поблизу м. Покров Нікопольського району Дніпропетровської області (рис. 2.1). Нікопольський марганцеворудний басейн розташований в південно-західній частині України. По запасах руди вважається найкрупнішим в Європі та займає площу понад 46690 га.



@Landsat / Copernicus, 2021, Зображення @TerraMetrics Картографічні данні @Google, 2021 Україна

Рис. 2.1 – Фрагмент фізико-географічної карти території України (Дніпропетровська область) – Місце проведення дослідження

2.1 Клімат

Науково-дослідний стаціонар проблемної лабораторії з рекультивації земель Дніпровського державного аграрно-економічного університету, де проводились дослідження, розташований поблизу м. Покров Дніпропетровської області (південний Степ України).

Основними кліматичними особливостями Нікопольського марганцеворудного родовища є невелика кількість опадів, велика кількість тепла та світла в період вегетації рослин. Клімат даної місцевості формується під впливом адвекцій атлантичних та азійський, рідше тропічних повітряних мас, фронтогенезу та циклонів, що розвиваються (зимовий період) і антициклонів (переважно влітку).

За даними Нікопольської метеостанції, яка розташована у 23 км від дослідного стаціонару, середньорічна температура повітря становить 8,5°C при - 4,1 °C в січні та 22 °C в липні. За рік в середньому спостерігається близько 260 днів з температурою вище 0⁰ C. Тривалість періоду з середньорічною температурою вище 10⁰ C складає 165-175 днів. Холодний період триває п'ять місяців: з листопада по березень, а теплий триває з квітня по жовтень. З березня по травень спостерігається найінтенсивніше підвищення температури. Надалі зростання температури йде повільно. Найбільше зниження температури спостерігається в вересні-жовтні. Початок осінніх заморозків спостерігається в кінці жовтня, а кінець весняних заморозків триває до початку травня (таблиця 2.1). На цей період припадає максимальна величина випаровування та у порівнянні з цим невелика кількість опадів. Всього за рік з водної поверхні випаровується 732 мм води, а суши – 487 мм. Середня багаторічна кількість атмосферних опадів становить 401 мм. Це призводить до того, що в зональних ґрунтах створюється водний режим непромивного типу, який обумовлює формування ґрунтів акумулятивного типу [14, 18, 87, 95, 219].

Кліматична характеристика за даними Нікопольської метеостанції

| Показники | Місяці | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Температура (середні значення) | | | | | | | | | | | | |
| | -4,1 | -2,9 | 1,8 | 10,0 | 16,4 | 20,2 | 22,0 | 21,1 | 16,1 | 9,3 | 3,7 | -0,7 |
| мінімум | -7,3 | -7,0 | -2,1 | 4,0 | 10,4 | 14,1 | 16,1 | 15,2 | 10,1 | 4,8 | -0,3 | -4,6 |
| максимум | -1,5 | -0,6 | 6,2 | 15,2 | 22,8 | 26,1 | 29,2 | 28,3 | 22,7 | 14,8 | 6,6 | 0,6 |
| Сума опадів, мм | | | | | | | | | | | | |
| | 43 | 35 | 29 | 37 | 44 | 48 | 46 | 42 | 28 | 29 | 38 | 46 |
| максимальна | 69 | 105 | 45 | 77 | 114 | 88 | 100 | 112 | 87 | 93 | 114 | 131 |
| добові мак. | 24 | 21 | 19 | 41 | 45 | 62 | 69 | 57 | 42 | 33 | 34 | 30 |
| Відносна вологість повітря, | | | | | | | | | | | | |
| % | 86 | 85 | 81 | 66 | 61 | 61 | 58 | 59 | 64 | 76 | 85 | 87 |
| Абсолютна вологість повітря, | | | | | | | | | | | | |
| % | 4,4 | 4,5 | 5,4 | 7,8 | 11,1 | 14,5 | 15,8 | 1,8 | 11,4 | 8,9 | 7,0 | 5,0 |
| Хмарність | | | | | | | | | | | | |
| бали | 7,7 | 7,6 | 6,9 | 6,2 | 5,7 | 5,1 | 4,0 | 3,9 | 4,1 | 5,7 | 7,5 | 8,2 |
| Випаровування з водної поверхні, | | | | | | | | | | | | |
| мм | - | - | 25 | 50 | 109 | 142 | 167 | 159 | 109 | 59 | 16 | - |
| Випаровування з поверхні суші, | | | | | | | | | | | | |
| мм | 5 | 13 | 36 | 56 | 76 | 81 | 70 | 60 | 46 | 33 | 9 | 2 |
| Середня швидкість вітру, | | | | | | | | | | | | |
| м/с | 4,5 | 4,6 | 4,8 | 4,3 | 3,9 | 3,4 | 3,1 | 3,0 | 2,9 | 3,5 | 4,1 | 4,5 |

По місяцях опади розподіляються нерівномірно. За 50-річними даними найбільша їх кількість випадає в травні-серпні, найменша – у лютому-березні. Опади у травні-липні, якщо вони випадають в межах норми, дають можливість отримати гарантований врожай зеленої маси багаторічних трав, однак вони мають переважно зливовий характер, тому виявляються недостатньо продуктивними.

Середня висота снігового покриву коливається від 1 до 6 см, в окремі роки протягом кількох тижнів він може бути відсутнім. В наслідок значних відлиг сніг тоне протягом зими декілька разів. Часта відсутність снігового покриву і різкі зміни температури повітря взимку можуть сприяти утворенню льодової кірки, яка часто є однією з основних причин пошкодження та загибелі посівів озимих і багаторічних культур [14, 18, 87, 95, 219].

2.2 Геоморфологія

В.Г. Бондарчук, М.Ф. Веклич, А.П. Ромоданова, І.Л. Соколовський на геоморфологічній карті України північну частину території Нікопольського марганцеворудного басейну відносять до лесової розчленованої рівнини, а південну – до лесової слабо розчленованої рівнини [87-95]. В долині Дніпра тут виділяють:

- 1) терасові рівнини ранньочетвертинної та середньо-четвертинної епох (Q_1 - Q_2^1);
- 2) терасові рівнини поліського віку (Q_2^3).

В геологічній будові Нікопольського басейну беруть участь докембрійські кристалічні породи, древня кора вивітрювання, осадові відклади третинного та четвертинного віку (рис. 2.2).

| Вік | | Шар, м | Найменування порід |
|----------------|--|--------|---|
| Q | | 0–7 | Шар ґрунту Сугленки |
| N_2SQ | | 7–12 | Глина червоно-бура |
| N_1Srm_{2+3} | | 12–47 | Глина зеленувато-сіра, голубувато-сіра з прошарками мергеля |
| N_1Srm_2 | | 47–53 | Вапняк-ракушечник |
| N_1Srm_1 | | 53–59 | Глина піщана |
| | | 59–63 | Пісок кварцовий |
| Pg_3ch_3 | | 63–71 | Глина зеленувато-сіра |
| Pg_3ch_3 | | >73 | Марганцева руда |

Рис. 2.2 – Зведена стратиграфічна колонка Нікопольського марганцеворудного басейну (Масюк, 1975)

Марганцеворудний пласт приурочений до третинних покладів палеогена. Безпосередньо під рудою розташовані зеленувато-сірі (яблуново-зелені) глини, доволі в'язкі щільні, подекуди піщані. Нижній сармат, який залягає в покрівлі палеогена, має повсюдне поширення і складений глинистими пісками, які до низу переходять в середньо- та крупнозернисті

піски. Середній сармат утворений двома горизонтами: горизонтом темно-сірих та чорних глин і горизонтом вапняків-ракушечників. Верхній сармат представлений мергелястими глинами з прошарками мергеля. Ці глини щільні, інколи тріщинуваті. На верхньому сарматі залягають червоно-бурі глини. Вони щільні, не шаруваті, включають вапнякові конкреції та кристали гіпсу. Над червоно-бурими глинами розташовані четвертинні поклади постпліоцену, плейстоцену та голоцену. Нижній відділ четвертинного періоду (постпліоцен) включає древньоалювіальні піски та глини (на терасах), а також червоно-бурі суглинки. Поклади постпліоцена вкриті суцільним чохлам пилюватих, карбонатних, макропористих лесоподібних суглинків або лесів плейстоценового віку. Леси займають всю територію вододілу товщиною до 15-20 м. Їх товщина 1-3 шарами похованих ґрунтів поділяється на 2-4 яруси.

П.Ф. Калініна при геоморфологічному районуванні Дніпропетровської області територію Нікопольського марганцевого басейну відносить до пагорбкуватої рівнини, особливості рельєфу якої обумовлюються структурою щита, неотектонікою та ерозійно-аккумулятивними процесами [89, 108, 219].

При проведенні геолого-зйомочних робіт з 1938 по 1954 рр. в долині Дніпра виділялося різне число терас. Так, С.Г. Вишняковим – 4 тераси, І.Ф. Піддубним – 5 терас, причому відмічалось, що п'ята надзаплавна тераса зливається зі схилами плато. Цей район знаходиться на південній окраїні Українського кристалічного щита та північній частині Причорноморської впадини. В цілому ця територія – аккумулятивна рівнина, розчленована долиною Дніпра та його притоків. Найбільш крупні праві притоки: річка Базавлук з притоками – річки Солона, Базавлучок, Каменка, Томаківка; ліві притоки: річки Білозерка та Кінська. Територія басейну розчленована також численними балками. В межах аккумулятивної рівнини виділяються:

- а) ділянки водороздільної рівнини та її схили та
- б) річкові долини.

Поверхня водороздільної рівнини має ухил з півночі на південь. Долиною Дніпра вона розділяється на дві частини: лівобережну та правобережну, які відрізняються гіпсометрією, ступенем розчленованості та геологічною будовою дочетвертинних порід. На правобережжі Дніпра розчленування рівнини сильніше. Тут межирічні та міжбалочні території мають форму подовжених валоподібних узвиш з м'якими контурами та слабпомітним ухилом в сторону долини та балок. Розчленування рівнини балками та ярами надає поверхні пагорбистий і слабохвилястий характер. Водороздільні території, яких ерозія торкнулась у незначній мірі, в південній частині лівобережжя являють собою практично горизонтальні ділянки степової рівнини.

В долині Дніпра в межах Нікопольського марганцевого басейну виражені в рельєфі тільки три акумулятивні тераси: заплава та дві надзаплавні. Перша тераса (заплава) в долині Дніпра зараз затоплена водами Каховського водосховища. До затоплення її ширина місцями становила 16-20 км і представляла вона собою низинну рівнину з численними протоками, рукавами, великою кількістю озер та заболочених ділянок на її поверхні. Складена вона переважно дрібно- та середньозернистими пісками, супісками, суглинками та глинами. Друга тераса розвинена незначною мірою. Над рівнем води вона підіймається на 5-10 м. З акумулятивних терас четвертинного віку найбільш древня третя чітко виражена в рельєфі й у порівнянні з другими терасами має найбільше площинне поширення. Поверхня тераси слабохвиляста, розчленована порівняно невеликою кількістю балок, які у порівнянні з балками водороздільної рівнини мають менше розгалуження та короткі схили. Над рівнем Дніпра тераса підіймається на окремих ділянках на 30-40 м і більше. Ширина тераси біля міста Нікополь становить – 10 км.

Ярово-балкова сіть на правобережжі Дніпра в межах Нікопольського марганцевого басейну густа, але її розвинення нерівномірне по всій площі,

причому водороздільна рівнина розчленована сильніше ніж район древніх терас.

У балок, закладених в пухких породах, характер схилів неодноманітний. Так при врізанні в товщу лесових порід і червоно-бурих глин вони мають полого-випуклі схили; якщо ж ці балки прорізають третинні породи (вапняки та мергелі) на їх схилах з'являються карнизи, денудаційні тераси, а нижня частина стає стрімчастою. В товщі лесів яри дуже глибокі та мають вертикальні стінки.

Антропогенні форми рельєфу (кар'єри, гірські виробітки, відвали, насипні греблі та ін.) на території Нікопольського марганцевого басейну дуже численні та істотно впливають на активізацію деяких геологічних явищ, а також на зміну характеру поверхні правого берега Дніпра. Діяльністю людини створений новий культурний геоморфологічний ландшафт, причому найбільше значення мають гірничопромисловий, іригаційний та сільськогосподарський [14, 18, 61, 87, 95, 219].

2.3 Ґрунти

Дослідна ділянка розташована в Нікопольському районі на границі північного та південного Степу України. Ґрунтовий покрив району поєднує властивості звичайних та південних чорноземів та має ряд своєрідних ознак:

1. Незначний вміст валового гумусу. На височинах та рівнинах ділянках вододілів кількість гумусу не перевищує 4-5%. По цій ознаки всі чорноземи відносяться до малогумусних.

2. В межах Нікопольського району ґрунтовий покрив відрізняється перехідним характером від звичайних до південного чорнозему. До південних чорноземів їх наближають такі ознаки як компактна «білозірка», яка з'являється на глибині 80-85 см, деяка ущільненість в горизонті НР, частково комкувата-шорохувата структура, знижений вміст валового гумусу та наявність кристалічного гіпсу зустрічаються не скрізь, а приурочені до малодренованих рівнинних масивів.

2. З чорноземами звичайними ґрунти поєднуються завдяки наявності таких подібних властивостей як порівняно глибокий гумусований профіль (60-70 см), дещо знижена лінія скипання (50-55 см), зрідка з'являється «карбонатна пліснява».

Ґрунтовий покрив району детально вивчався в 1957-1962 рр., коли створювалися ґрунтові карти сільськогосподарських підприємств. В таблиці 2.2 представлені основні види ґрунтів, які були виявлені в ході цих досліджень.

Таблиця 2.2

Найбільш розповсюджені ґрунти Нікопольського району
Дніпропетровської області

| № п/п | Назва ґрунтів | Площа, га |
|-------|---|-----------|
| 1 | Чорноземи звичайні повнопрофільні | 36103,1 |
| 2 | Чорноземи південні повнопрофільні | 22624,6 |
| 3 | Чорноземи звичайні та південні слабозмиті | 39336,1 |
| 4 | Чорноземи південні середньо- та сильнозмиті | 8300,8 |
| 5 | Чорноземи південні з ознаками осолоделості в комплексі з чорноземами слабосолонцюватими | 2697,4 |
| 6 | Чорноземи намиті | 3659,4 |
| 7 | Лучно-чорноземні засолені ґрунти | 741,7 |
| 8 | Лучно-болотні засолені ґрунти в комплексі з солонцюватими | 553,5 |

Натепер видобуток корисних копалин відбувається в зоні південних чорноземів. Основні ґрунти представлені чорноземами південними малогумусними важкосуглинковими та легкосуглинистими повнопрофільними та еродованими на лесах. Середня потужність верхнього гумусного горизонту (Н) чорноземів південних дорівнює 30-35 см, потужність гумусованого профілю дорівнює 62-74 см. Такий профіль визначає глибину зняття маси чорнозему від 50 до 60 см при відводі площ під гірничі розробки. Нижче розташовані горизонти містять гумусу менше ніж 1% і їх недоцільно знімати та складувати в бурти. Поява карбонатних новоутворень відмічаються з глибини 70-80 см. Чорноземи південні Нікопольського району містять 3-4% гумусу і тому забарвлені дещо світліше ніж чорноземи звичайні. У зв'язку зі зменшенням вмісту гумусу помітно

знижується водотривкість структурних агрегатів, в результаті чого верхній горизонт профілю більш розпилений та схильний до замулення, ущільнення і кіркоутворення. В порівнянні з чорноземами звичайними чорноземи південні менш забезпечені рухомими формами мікроелементів.

Вміст гумусу в чорноземах південних становить 3-4 % і тому вони мають більш світле забарвлення, ніж чорноземи звичайні. Зменшення вмісту гумусу призводить до зменшення водотривкості структурних агрегатів. У зв'язку з цим верхні горизонти чорноземів південних більше розпилений та схильний до запливання та ущільнення.

В орному шарі чорноземів південних міститься 3,2 - 4,8 % гумусу, гідролізуємих форм азоту – 6,2 - 8,8 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 10-12 мг на 100 г ґрунту, обмінного калію – 14,8 - 24,6 мг/100 г ґрунту; сума поглинених основ ($\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$) – 32,8-34,5 мг-екв/100 г ґрунту. Гранулометричний склад чорноземів південних, розташованих на вододілах, переважно важкосуглинковий. Слабоеродовані чорноземи південні залягають на схилах крутизною від 1 до 3°, що приводить до зменшення глибини гумусованого профілю, погіршення фізичних властивостей, зменшення загальних запасів поживних речовин і гумусу.

Середньо- і сильно еродовані чорноземи займають схили вододілів крутизною більше 4-6°. У зв'язку з втратою родючої частини ґрунту в еродованих чорноземах, в порівнянні з повнопрофільними, зменшуються запаси поживних речовин, кількість гумусу, знижується ємність поглинання, погіршуються водно-повітряні властивості. Так, кількість гумусу у середньо еродованих ґрунтів на 1,5-2%, а в сильно еродованих – на 2-3% менше, ніж у повнопрофільних.

У зв'язку зі скороченістю гумусованого профілю еродованих чорноземів, при відводі під розробку родовища марганцевої руди ділянок з такими ґрунтами, глибину зняття маси чорнозему доцільно зменшити до 30-50 см.

Чорноземи південні слабосолонцюваті відрізняються від чорноземів південних більшою розпиленістю верхнього гумусового горизонту і помітною ущільненістю перехідного горизонту. Їм властива насиченість кальцієм і наявність незначної кількості поглиненого натрію. Співвідношення Ca/Mg дорівнює 3,5:1, вміст гумусу становить 3,5 - 4,0 %. При рекультивації зняття підлягають верхні генетичні горизонти.

Лучно-чорноземні ґрунти сформовані під трав'янистою рослинністю та розповсюджені в заплавах річок, на дні балок, в подах, а також на другій та третій терасах долин річок. Від чорноземів вони відрізняються наявністю ознак оглеєння в підгумусовому горизонті та верхній частині ґрунотвірних порід. Утворились ці ґрунти під дією ґрунтових вод, які в вологі роки по капілярах досягають нижніх горизонтів ґрунту. Лучно-чорноземні ґрунти мають значну міцність гумусованих горизонтів, містять велику кількість поживних речовин, добре вологозабезпечені і тому дуже родючі. При відводі під кар'єр лучних ґрунтів необхідно збільшувати глибину гумусованого горизонту, який знімається до 60-80, а в окремих випадках до 110 см. Лучно-болотні ґрунти формуються в умовах постійного підґрунтового надлишкового зволоження, у зв'язку з чим в цих ґрунтах проявляється оглеєння нижньої частини профілю і ґрунотвірної породи. При засоленні ґрунтових вод вони можуть бути солончаковими та солонцюватими. В цьому випадку селективна розробка можлива при умові попереднього провітрювання ґрунтової маси в невеликих буртах (для переводу двовалентного фітотоксичного заліза в тривалентне нейтральне). Солончаки та солонці окремо не розроблюються.

Для більш детальної характеристики зональних ґрунтів було закладено дві контрольні ділянки, які територіально розташовані поблизу науково-дослідного стаціонару. Першу контрольну ділянку ґрунтового розрізу було закладено на правобережжі Дніпра, приблизно за 0,5 км до берега водосховища на пологому схилі південно-західної експозиції. Зональний тип

грунту – чорнозем південний, малогумусний. Тип рослинності – різнотравно типчаково-ковиловий степ.

- H_1 (0-10 см) Темно-сірий, гумусований горизонт рівномірно забарвлений. Рихлий, дрібнозернистий пронизаний кореневищами трав. Не скіпає. Перехід до наступного горизонту не помітний, за зміною щільності.
- H_2 (10-28 см) Темно-сірий із палевим відтінком гумусований щільний середньозернистий структурований горизонт. Світліший за попередній горизонт. Багато кореневих закінчень трав. Не скіпає. Перехід до наступного горизонту за зміною кольору.
- H_3 (28-108 см) Темно-сірий із палевим відтінком гумусований рівномірно забарвлений по всьому профілю горизонт. Структура дрібнозерниста грудкувата. Щільніший за попередній горизонт. Тонкі коріння трав зустрічаються до глибини 75 см. Не скіпає. Перехід до наступного горизонту не виражений із незначною зміною кольору.
- H_4 (108-160 см) Темно-сірий із палевим відтінком гумусований горизонт. Структура грудкувата-дрібнозерниста, більш рихлий за попередній горизонт. Бурхливе скіпання з глибини 108 см. Горизонт «білозірки» - 108-135 см.
- H_{5p} (160-200 см) Перехідний горизонт із незначною кількістю гумусу. Однорідне забарвлення без ознак пістрявості. Середньо-суглинистий безструктурний, корені відсутні. Щільність середня по всьому горизонту. Бурхливе скіпання.

Другу контрольну ділянку було закладено на староорних ґрунтах. Зональні ґрунти – чорнозем південний, малогумусний. Тип рослинності — бобові та злакові культури.



Рис. 2.3 – Грунтовий розріз чорнозему південного на староорних ґрунтах

H_1 (0-25 см) Вологий темно-сірий суглинок із зернистою структурою, добре пронизаний кореневою системою. Однорідний за забарвленням і складом по всьому горизонту. Скіпання відсутнє. Перехід до наступного горизонту поступовий.

H_{2P} (25-50 см) Світло-сірий суглинок, пухкий, сухий на дотик, пронизаний кореневою системою, зі щільною зернистою структурою. Однорідний за забарвленням і складом по всьому горизонту. Скіпання відсутнє. Перехід до наступного горизонту поступовий.

P_1hk (50-81 см) Палево-сірий суглинок, структура щільна крупно-комкувата, присутні карбонати. Помірне скипання на 60 см. На глибині 70-80 см кротовина. Перехід до наступного горизонту слабо помітний за збільшенням щільності.

P_2hk (81-200 см) Палевий лес, щільний, сухий на дотик, з крупно-комкуватою структурою, карбонатний. Відмічається значна кількість білоглазки, яка зосереджена від 80 до 120 см.

Результати досліджень, які були проведенні щодо визначення гранулометричного складу в досліджуваному ґрунті наведені в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Гранулометричний склад чорнозему південного на лесах (староорні землі)

| Горизонт | Шар ґрунту, см | Фракції механічних елементів (мм), % | | | | | | | Втрати від НС1% |
|----------|----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-----------------|
| | | 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 | |
| H | 0-25 | 0,41 | 3,07 | 41,20 | 16,48 | 8,24 | 30,60 | 55,32 | 10,00 |
| HP | 25-50 | 0,21 | 9,59 | 45,32 | 12,36 | 8,24 | 24,28 | 44,88 | 7,80 |
| Phk | 50-81 | 0,41 | 0,55 | 49,44 | 8,24 | 8,24 | 33,12 | 49,60 | 8,40 |
| Phk | 81-200 | 0,21 | 1,39 | 53,56 | 8,24 | 8,24 | 28,36 | 44,84 | 16,00 |

Результати досліджень ґрунту, які характеризують фізичних та агрохімічних властивостей наведені табл. 2.4 та табл. 2.5.

Таблиця 2.4

Фізичні та агрохімічні властивості чорнозему південного на лесах (староорні землі)

| Горизонт | Шар ґрунту, см | Щільність складання, г/см ³ | Щільність твердої фази г/см ³ | Пористість загальна, % | Пористість аерації, % | Вміст гумусу, % | Гідролітична кислотність, ммоль/100г ґрунту | рН водне, од. рН | Сума увібраних основ (Са+Мг)ммольх/100 г ґрунту | мг/кг ґрунту | | |
|----------|----------------|--|--|------------------------|-----------------------|-----------------|---|------------------|---|----------------------|-------------------------------|------------------|
| | | | | | | | | | | N-NO ₃ /к | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| H | 0-25 | 1,52 | 2,36 | 35,47 | 8,30 | 1,97 | 1,37 | 6,7 | 20,0 | 6,9 | 120 | 135 |
| HP | 25-50 | 1,49 | 2,45 | 40,42 | 30,44 | 1,31 | 0,45 | 7,7 | 22,0 | <3.0 | 130 | 37 |
| Phk | 50-81 | 1,28 | 2,40 | 46,62 | 36,79 | 0,47 | 0,08 | 8,7 | 28,6 | <3.0 | 102 | 37 |
| Phk | 81-200 | 1,50 | 2,50 | 39,80 | 26,93 | 0,35 | 0,06 | 8,8 | 33,0 | <3.0 | 89 | 43 |

Таблиця 2.5

Результати агрохімічних досліджень чорнозему південного на лесах (староорні землі)

| Горизонт | Смість поглинання | Ввібрані основи | | | Гідролітична кислотність | рН водне, од. рН | Щільний залишок, % | Склад водної витяжки Аніони та катіони, ммоль на 100 г ґрунту / % | | | | | | | | Карбонатність, % (CO ₃) |
|--------------|-----------------------|-----------------|-----|-----|--------------------------|------------------|--------------------|--|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|-----------------|----------------|-------|-------------------------------------|
| | | Ca | Mg | Na | | | | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ⁻ | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺⁺ | Na ⁺ | K ⁺ | | |
| | Ммоль на 100 г ґрунту | | | | | | | | | | | | | | | |
| H (0-25) | 22,2 | 16,5 | 3,5 | 0,3 | 1,37 | 6,7 | 0,041 | 0,20 | 0,15 | 0,12 | 0,25 | 0,12 | 0,08 | 0,04 | відс. | |
| | | | | | | | | 0,012 | 0,005 | 0,012 | 0,01 | 0,003 | 0,002 | 0,002 | | |
| HP (25-50) | 23,1 | 18,0 | 4,0 | 0,1 | 0,45 | 7,7 | 0,065 | 0,60 | 0,15 | 0,09 | 0,50 | 0,25 | 0,08 | 0,03 | відс. | |
| | | | | | | | | 0,037 | 0,005 | 0,009 | 0,02 | 0,006 | 0,002 | 0,001 | | |
| Phk (50-81) | 29,5 | 25,0 | 3,6 | 0,3 | 0,08 | 8,7 | 0,074 | 0,65 | 0,20 | 0,12 | 0,50 | 0,38 | 0,08 | 0,04 | 3,0 | |
| | | | | | | | | 0,040 | 0,007 | 0,012 | 0,02 | 0,009 | 0,002 | 0,002 | | |
| Phk (81-200) | 33,9 | 28,0 | 5,0 | 0,3 | 0,06 | 8,8 | 0,077 | 0,65 | 0,15 | 0,17 | 0,50 | 0,38 | 0,08 | 0,04 | 4,7 | |
| | | | | | | | | 0,040 | 0,005 | 0,016 | 0,02 | 0,009 | 0,002 | 0,002 | | |

Відповідно до отриманих результатів було встановлено, що староорні ґрунти, на яких було закладено контрольну ділянку, представлені чорноземом південним на лесах безкарбонатним повнопрофільним малогумусним важко суглинистим [14, 18, 61, 87, 95, 219-220].

2.4 Гідрографія і водні ресурси

Нікопольський район повністю розташована в межах басейну річки Дніпра. Середня густота річкової мережі становить – 0,27 км/км², забезпеченість водними ресурсами – 460 тис.м³ на км² площі, проте ресурси місцевого стоку складають лише 20 тис.м³/км².

Довжина Дніпра в межах області складає 240 км. Він протікає по асиметричній долині зі спадистими правим бортом та пологим лівим. Стік Дніпра є транзитним: середній багаторічний стік на вході в область становить 1690 м³/с, на виході з області 1730 м³/с. Стік річки зарегульований каскадом Дніпровських водосховищ, а в межах Дніпропетровщини присутні три з них – південна частина Кам'янського та північна частина Дніпровського, а також є вихід до Каховського водосховища.

Води Дніпра активно використовуються для потреб населення та промисловості, передусім чорної металургії, електроенергетики, хімії та нафтохімії, подекуди для зрошення сільськогосподарських земель.

В межах регіону Дніпро приймає численні, але маловодні притоки. Серед них праві – Томаківка, Солона, Базавлук, Кам'янка, та ліві – Орель, Самара. Лише Самара має значне водогосподарське значення. Довжина річки 320 км, витрати води у гирлі 25 м³/с. Приймає власні значні притоки – Тернівку та Вовчу.

Річки Дніпропетровської області відзначаються значним рівнем забруднення. Для вод Дніпра та Самари характерний високий вміст (з перевищенням ГДК) сульфатів, сульфідів, окисів заліза та важких металів внаслідок інтенсивних промислових скидів. Малі річки регіону більш забруднені сільськогосподарськими стоками, як наслідок підвищена частка іонів амонію та нітратів. Область належить до водозабезпечених, однак такий стан досягається за рахунок транзитного потоку вод Дніпра. Локальних водних ресурсів недостатньо. Тому в майбутньому область може зазнавати вододефіциту, оскільки наявні можливості збільшення водоспоживання

практично вичерпані, оскільки збільшення обсягів забору води з Дніпра загрожує як екологічному стану річки, так і функціонуванню господарського комплексу місцевостей, розташованих нижче за течією.

Більша частина Дніпропетровської області розташована в межах гідрогеологічної провінції Українського щита, крайній північний схід – в межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну. Тому можливості видобутку підземних вод в регіоні обмежені.

Однак існують перспективи знаходження нових запасів підземних вод у розломах Українського щита, які можуть бути використані, перш за все, для задоволення потреб населення у воді. Відповідно до програми моніторингу вод у 2005 році водогосподарськими організаціями у басейні Дніпра контролювалась якість води 7 великих водосховищ (6 водосховищ дніпровського каскаду і Карачунівське водосховище на річці Інгулець), 34 річок у місцях основних водозаборів і прикордонних зонах, 7 каналів, 18 зрошувальних систем, а також технологічних водойм і зворотних (стічних) вод атомних станцій, які мають вихід у водойми басейну Дніпра.

Основними забруднювачами водних ресурсів Дніпра і його приток є біогенні речовини – високоорганічні гумінові та органічні і азотні сполуки, залізо, які надходять з болотистих територій водозбору верхнього Дніпра і його верхніх приток, а також утворюються в слабопроточних водосховищах каскаду внаслідок їх сильного «цвітіння» у літню пору року.

У Каховському водосховищі протягом року спостерігалось коливання показників якості води як у бік у сторону збільшення, так і зменшення. Загалом, рівень забруднення води у цьому водосховищі залишився на рівні минулих років, перевищення ГДК було за показниками ХСК, БСК, вмістом фосфатів та амонію сольового. Вода річки Орель, як і більшості річок південної частини басейну Дніпра, є високомінералізованою. У 2005 році збільшився вміст у воді сульфатів, магнію, зросли жорсткість та мінералізація води.

Радіологічний стан поверхневих вод басейну Дніпра протягом останніх років не зазнав особливо суттєвих змін, у порівнянні з попереднім роком. Вміст радіонуклідів у річках басейну можна схарактеризувати як стабільний, оскільки середні величини мають незначну амплітуду відхилень. При цьому ці величини є значно нижчими від встановлених нормативів [14, 18, 61, 87, 95, 219].

2.5 Рослинність

В геоботанічному відношенні район досліджень належати до зони справжніх степів і являє собою перехідну зону від дернинно-злакової багаторізнотравної підзони до дернинно-злакової біднорізнотравної. [87-95]. Природна рослинність в районі проведення досліджень практично не збереглася через високий рівень розораності земель. Змінена природна рослинність інколи зустрічається на невеликих ділянках схилів та балок (родини *Stipa L.*, *Festuca L.*, *Koeleria Pers.*, *Achillea L.*, *Artemisia L.*, *Euphorbia L.* та ін.). Специфічна рослинність формується на ґрунтах засоленого та гідроморфного ряду, які залягають в заплавах річок Базавлук, Солона та Чортомлик, балкових та інших ділянках. Незасолені сухі, та особливо вологі луки характеризуються різними формами лучних асоціацій, представлених злаковими, злаково-різнотравними та різнотравно-бобово-злаковими угрупованнями.

Підвищення рівня засолення едафотопів в цій зоні супроводжується появою в асоціаціях рослин роду *Scirpus L.*, *Salicornia L* та інших галофітів. Часто такі луки, особливо по днищах балок, через інтенсивний випас перетворюються в збої, де панують рослини роду *Chenopodium L.* та родини *Polygonaceae*.

Знання структурно-функціональної організації природних фітоценозів дозволяє обґрунтовано підходити до підбору асортименту рослин для складних агроценозів при освоєнні та використанні рекультивованих земель.

Основними культурами, які вирощуються в господарствах, території яких прилягають до зони проведення рекультиваційних робіт є озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, люцерна, еспарцет, овочеві та інші культури, типові для південного Степу України [11, 14, 18, 27-28, 57, 61, 87, 95, 219, 221, 248-249].

2.6 Тваринний світ

В зоогеографічному відношенні територія Нікопольського району належить до складу степового зоогеографічного округу (Центральний зоогеографічний район охоплює всю правобережну частину області, Дніпровсько-Донецький зоогеографічний район — лівобережну).

Тваринне населення району дослідження включає понад 10 тисяч видів безхребетних, 7700 видів комах. Число рідкісних і що зникають безхребетних досягає 1250 видів. Фауна хребетних нараховує 384 види, риби – 51 вид, земноводні – 10 видів, плазуни – 12 видів, птахи – 253 види, ссавці – 65 видів. До рідкісних і що зникають відноситься 111 видів [14, 18, 62, 87, 95, 115-126, 219].

Сучасна фауна області представлена головним чином степовими і деякими лісовими тваринами. З хижаків тут зустрічаються (*Canis lupus L.*, 1758), лисиці (*Vulpes vulpes L.*, 1758), тхори (*Putorius Cuvier*, 1817), куниці лісові (*Martes martes L.*, 1758) та борсуки (*Meles meles L.*, 1758). Найбільш численними є гризуни: ховрах крапчастий (*Spermophilus suslicus G.*, 1770) (на правобережжі), різні миші, хом'як (*Cricetus cricetus L.*, 1758), тушканчик великий (*Allactaga major Kerr*, 1792), пацюк сірий (*Rattus norvegicus B.*, 1769), кріт (*Talpa europaea L.*, 1758), сліпак звичайний (*Spalax microphthalmus Güld.*, 1770), заяць-русак (*Lepus europaeus Pall.*, 1778).

На території Нікопольського марганцеворудного басейну налічується близько 130 видів птахів. Багато з них комахоїдні. Серед птахів типовими представниками є лунь степовий (*Circus macrourus S. G. Gmelin*, 1771), лунь болотний (*C. aeruginosus L.*, 1758), кібчик (*Falco vespertinus L.*, 1766), яструб

(*Accipiter Br.*, 1760) та інші хижі, дрофа (*Otis L.*, 1758), журавель (*Grus Br.*, 1760), жайворонок (*Alauda arvensis L.*, 1758), перепел (*Coturnix coturnix L.*, 1758), грак (*Corvus frugilegus L.*, 1758), ворона сіра (*Corvus cornix L.*, 1758), ластівка (*Hirundo rustica*), горобець (*Passer domesticus L.*, 1758), шпак (*Sturnus vulgaris L.*, 1758). З найхарактерніших степових птахів слід назвати насамперед дрохву (*Otis L.*, 1758), журавля (*Grus Br.*, 1760), жайворонка (*Alauda arvensis L.*, 1758), перепела (*Coturnix coturnix L.*, 1758). Проте їх залишилося мало.

У плавнях Дніпра, озерах та в заростях річок і ставків водяться дикі качки, курочки водяні, чаплі. Полезахисні лісові смуги багаті на горлиць (*Streptopelia turtur L.*, 1758). У заростях терну і в садах живуть солов'ї (*Luscinia F.*, 1817), грак (*Corvus frugilegus L.*, 1758), ворона сіра (*Corvus cornix L.*, 1758), ластівка (*Hirundo rustica*), горобець (*Passer domesticus L.*, 1758), (*Sturnus vulgaris L.*, 1758) – звичайні жителі Дніпропетровщини.

Плазуни представлені гадюкою степовою (*Vipera renardi C.*, 1861), полозом жовтобрюхим (*Dolichophis caspius Nagy et al.*, 2004) і вужем (*Natrix natrix L.*, 1768). Є ящірки сіра і зелена (*Lacerta viridis L.*, 1768). З амфібій слід назвати ропуху зелену (*Bufo viridis Laur.*, 1768), землянку, жабу озерну (*Rana ridibundus Pall.*, 1771). В річках водиться значна кількість риби.

Багато є також комах, які є шкідниками сільського господарства. Сарана перелітна (*Locusta migratoria L.*, 1758), совка озима (*Agrotis segetum Denis & Schiffermüller*, 1775), жук-кузька (*Anisoplia austriaca H.*, 1783), міль яблунева (*Hyponomeuta malinellus Z.*, 1838), плодожерка яблунева (*Cydia pomonella L.*, 1758), квіткоїд яблуневий (*Anthonomus pomorum L.*, 1758), хрущ (*Melolontha Fabricius*, 1775), вовчок звичайний (*Gryllotalpa gryllotalpa L.*, 1758) і білан капустяний (*Pieris brassicae L.*, 1758) – такий далеко не повний перелік шкідників сільськогосподарських культур [222-223].

Висновки до розділу: в розділі наведено коротку фізико-географічну характеристику Нікопольського району Дніпропетровської області де проводились дослідження. Розділ включає опис кліматичних особливостей

регіону, опис ґрунтового покриву, представників рослинного та тваринного світу, геоморфологія, гідрографія і водні ресурси. Встановлені основні ґрунти району, а саме чорноземи південні малогумусні важкосуглиністі та легкосуглиністі повнопрофільні та еродовані на лесах. Наведена морфологічна характеристика ґрунтів у двох контрольних точках: на староорних землях та природній степовій ділянці. За геоботанічним районуванням Нікопольський район належить до зони справжнього степу, перехідної смуги від дерновинно-злакової багаторізнотравної до дерновинно-злакової біднорізнотравної рослинності. В зоогеографічному відношенні територія Дніпропетровщини належить до складу степового зоогеографічного округу. Основними кліматичними особливостями є невелика кількість опадів, велика кількість тепла та світла в період вегетації рослин. Часта відсутність снігового покриву і різкі зміни температури повітря взимку можуть сприяти утворенню льодової кірки, яка часто є однією з основних причин пошкодження та загибелі посівів озимих і багаторічних культур.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 11, 14, 18, 27-28, 57, 61-62, 87-95, 115-126, 219, 221-223, 247-249.

РОЗДІЛ 3

МІСЦЕ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились на техноземах чотирьох типів науково-дослідного стаціонару Дніпровського державного аграрно-економічного університету, який був створений на зовнішньому відвалі Запорізького марганцеворудного кар'єру в Нікопольському районі Дніпропетровської області поблизу м. Покров.

Технічний етап рекультивації проводився в період з 1968 по 1970 рр. Спочатку площа зовнішнього відвалу була вирівняна екскаваторами та відсипана розкритими породами: лесоподібними суглинками, сумішшю червоно-бурих глин та суглинків та сіро-зеленими мергелястими глинами.

Спеціальна схема, для створення дослідних полів була розроблена співробітниками кафедри ґрунтознавства Дніпропетровського сільськогосподарського інституту. Технічні роботи по створенню дослідних полів здійснювались Покровським ГЗК. Породи, що завозились для створення дослідних полів, селективно відбиралися з надрудної товщі Запорізького марганцеворудного кар'єру. Лесоподібні суглинки відбиралися з верхнього незасоленого і слабкозасоленого ярусів із глибини 1-5 метрів від поверхні. Червоно-бурі глини відбиралися з глибини 7-12 метрів, сіро-зелені глини з глибини 12-47 м від поверхні. Товщина привезених і відсипаних порід доводилася до 1,5-2 метрів.

Після усадок в осінньо-зимовий період влітку 1969 р. було проведено повторне планування бульдозерами та скреперами, а восени 1969 р. на дослідних ділянках була відсипана ґрунтова маса трьома послідовно наростаючими шарами: 30, 50 і 70 см.

Загальна площа дослідної ділянки з покриттям родючим шаром ґрунту та без покриття родючим шаром ґрунту становить 2,4 га. Технічний етап рекультиваційних робіт завершився в 1972 році.

Наші дослідження проводились на експериментальній ділянці загальною площею 6,7 га, яка об'єднує такі моделі техноземів:

1. Лесоподібні суглинки потужністю 2 м, нанесені на технічну суміш червоно-бурих глин та суглинків без покриття їх родючим шаром зонального ґрунту загальною площею 2 га. В сільськогосподарському освоєнні з 1973 року.

2. Технічна суміш червоно-бурих глин та суглинків без покриття родючим шаром чорнозему загальною площею 1 га. В сільськогосподарському освоєнні з 1971 року.

3. Сіро-зелені мергелясті глини потужністю 2 м без покриття родючим шаром чорнозему, загальною площею 1 га. В сільськогосподарському освоєнні з 1971 року.

4. Сімдесят сантиметровий шар чорнозему південного (горизонти Н та Нр) нанесений на технічну суміш лесоподібних і червоно-бурих суглинків, загальна площа моделі – 2,7 га. В сільськогосподарському освоєнні з 1973 року. Загальна схема дослідного поля та окремих моделей техноземів показана на рис. 3.1.

В базових моделях техноземів тривалий час (1992 – 2008 рр.) проводилися польові дослідження з багаторічними полікомпонентними агрофітоценозами: дослідними бобовими культурами були люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC), буркун білий (*Melilotus albus* Medik); злакові компоненти – стоколос безостий (*Bromopsis inermis* (Leyss.), житняк вузькоколосий (*Agropyron desertorum* Schult.) та райграс високий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. Et Presl).

Після тривалого періоду польових досліджень розпочався період самозаростання, який триває і натеper. Влив едафічних факторів та взаємодія всередині рослинних угруповань обумовили формування рослинного покриву, який представлений двома основними асоціаціями: злаковою перевагою стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) та бобовою з перевагою буркуна жовтого (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Загалом на

науково-дослідному стаціонарі виявлено 51 вид трав'янистих рослин. Серед яких часто зустрічаються скерета покрівельна (*Crepis tectorum L.*), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris W.T.Aitontypustypus*), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina L.*), берізка польова (*Convolvulus arvensis L.*), пирій повзучий (*Elymus repens (L.) Gould*), вика мишачий горошок (*Vicia cracca L.*) [61, 64-80, 85-97, 224-227, 248-249].

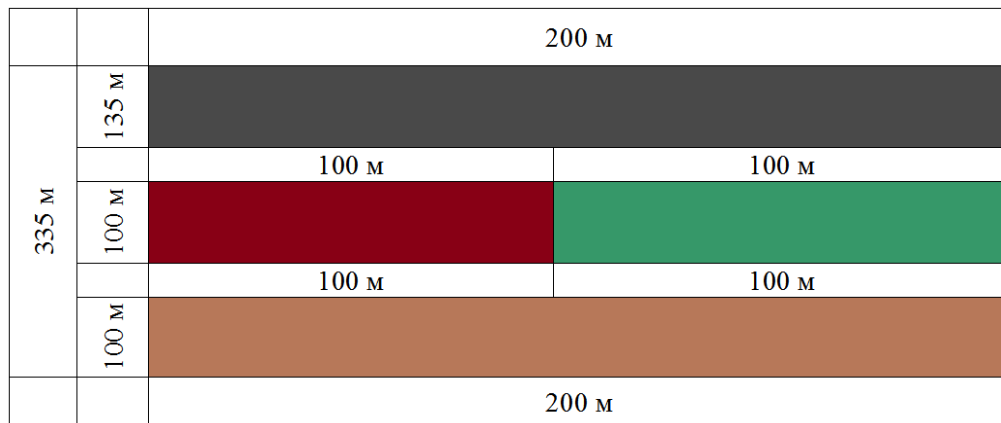






Рис. 3.1 – Схема дослідного поля з базовими моделями техноземів за тривалого сільськогосподарського використання

-  - Сімдесят сантиметровий шар чорнозему південного (горизонти Н та Нр) нанесений на технічну суміш лесоподібних і червоно-бурих суглинків
-  - Технічна суміш червоно-бурих глин та суглинків без покриття родючим шаром чорнозему
-  - Сіро-зелені мергелясті глини потужністю 2 м без покриття родючим шаром чорнозему
-  - Лесоподібні суглинки потужністю 2 м, нанесені на технічну суміш червоно-бурих глин та суглинків без покриття їх родючим шаром зонального ґрунту

3.1 Методика проведення мікроморфологічних досліджень

Для визначення мікроморфологічних властивостей техноземів на дослідній ділянці були закладені ґрунтові розрізи та проведено їх морфологічний опис. При описі профілю для визначення кольору порід використовувалася шкала О.С. Бондарцева (1954). Номенклатура ґрунтових розрізів складена згідно з І.А. Соколовським (1965). Зразки для дослідження відповідно до методики Гагариної Е.І. (2004) відбирались пошарово з центральної частини шару технозему. Зразки в непорушеному стані являти собою моноліти розміром $9 \times 12 \text{ см}^2$.

Виготовлення шліфів виконувалось за загально прийнятим методом, розробленим Е. Ф. Мочаловою (1956). Розшифрування мікроморфологічної організації ґрунтів проводилося за загально прийнятою схемою О. І. Парфьонові та К. А. Ярилової (1977).

З відібраного великого моноліту береться невеликий шматок (рис. 3.2) розмірами по ширині предметного скла і приблизно 1/3 його довжини. Проварюється та шліфується одна сторона для наклеювання до предметного скла (рис. 3.3) В залежності від ґрунту може бути 4-7 проварок, на початку шліфується крупним абразивом, потім абразив зменшують. Підготовлений моноліт клеїться на предметне скло (рис. 3.4). З предметного скла вишліфовується спочатку крупним абразивом, зі зменшенням товщини використовується менший абразив. Після доведення до потрібної товщини, наклеюється покривне скло (рис. 3.5). Дослідження мікроморфологічного стану ґрунтів проводиться за допомогою бінокулярного мікроскопа МБІ-15У [5-6, 147, 224-227, 244].



Рис. 3.2 – Зразок ґрунту для аналізу



Рис. 3.3 – Підготовка ґрунту до проварювання



Рис. 3.4 – Підготовка ґрунту до шліфування

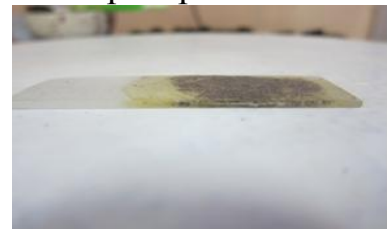


Рис. 3.5 – Готовий шліф ґрунту

3.2 Методика визначення гранулометричного складу ґрунту

Гранулометричний склад техноземів визначали в лабораторії гідроекології та екологічного ґрунтознавства ДДАЕУ методом піпетки за ваговим вмістом у них часток різної величини, виражених у відсотках по відношенню до ваги сухої проби технозему, взятої для аналізу. (ДСТУ Б В.. 2.1 – 19:2009). Метод піпетки складається з двох етапів: 1 етап — підготовка зразка до аналізу та 2 етап – виділення окремих фракцій з визначенням вагової (процентної) кількості фракцій гранулометричних елементів. Висушені до повітряно-сухого стану зразки розтирають в порцеляновій ступці товчачиком із гумовим наконечником. Просіюють через сито з отвором 1 мм. Надалі зразок обробляють слабким розчином НСІ до повного витіснення увібраних катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} та руйнування ґрунтових агрегатів до стану роздільних гранулометричних елементів. Для остаточного руйнування агрегатів проводять кип'ятіння в присутності луґу.

Величину втрат ґрунту від обробки НСІ розраховують за формулою:

$$M = \frac{a + e - c}{a} \cdot 100 \quad (3.1)$$

де: M – втрата ґрунту від обробки НСІ, %; a – маса абсолютно-сухого ґрунту, взятого для аналізу, г; b – маса фільтру, г; c – маса фільтру з ґрунтом після сушки, г; 100 – для розрахунку в процентах.

Надалі для визначення кількості гранулометричних елементів дрібніше 0,05 мм охолоджену суспензію крізь сито з отвором 0,25 мм переносять в циліндри та проводять відбір піпеткою Робінзона відповідно до методики. Процентний вміст частинок з розміром від 1 до 0,25 мм в взятій для аналізу наважці визначають за формулою:

$$P = \frac{b \cdot KГ}{c} \cdot 100 \quad (3.2)$$

де P – кількість крупного і середнього піску, %; b – вага частинок, що залишились на ситі, г; c – наважка ґрунту, що взята для аналізу, г; $KГ$ – коефіцієнт гігроскопічності; 100 – коефіцієнт перерахунку в проценти.

Кількість фракцій дрібніше 0,05 мм в процентах розраховуються за формулою:

$$X = \frac{500 \cdot 100 \cdot a \cdot KG}{b \cdot c} \quad \text{де:} \quad (3.3)$$

X – кількість фракції, %; 500 – об'єм циліндра, мл; 100 – коефіцієнт для переводу в проценти; a – вага фракції гранулометричних елементів, г; KG – коефіцієнт гігроскопічності; b – об'єм піпетки, мл; c – наважка ґрунту, що взята для аналізу, г [245-246, 250-251].

3.3 Методика визначення вмісту гумусу

Визначення вмісту гумусу проводили в лабораторії гідроекології та екологічного ґрунтознавства ДДАЕУ об'ємним хромовим методом І.В. Тюріна, суть якого полягає в окисленні гумусу титрованим розчином хромової кислоти й титриметричним визначенням невикористаного залишку останньої. Зразок в повітряно-сухому просіюють через сито з отвором 0,25 мм, переносять в колбу і додають розчин двохромовокислого калію ($K_2Cr_2O_7$). Після чого колбу нагрівають доводячи до кипіння. Після кип'ятіння колбу з розчином охолоджують, доливають дистильовану воду, додають 10 крапель дифеніламіну, титрують 0,2 н. розчином солі Мору до зміни кольору. Кількість гумусу в зразках встановлюють розрахунковим методом за формулою:

$$G = \frac{(a - b) \cdot 0,0010362 \cdot 100 \cdot KG}{c} \quad (3.4)$$

де: G — вміст гумусу у відсотках на абсолютно-сухий ґрунт; a — кількість солі Мору, витраченої на холосте титрування; b — кількість солі Мору, витраченої на титрування залишку двохромовокислого калію; 100 — коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту; KG — коефіцієнт гігроскопічності; c — наважка ґрунту, г [245-246, 250, 252].

3.4 Методика визначення щільності ґрунту

Щільність ґрунту визначали відповідно до ДСТУ Б.В. 2.1 – 21:2009 – вимірювання об'єму зразка ґрунту проводили за допомогою сипучих речовин. На поверхню шару ґрунту, що випробовувалась, помістили лист основи та закріпили його, щоб унеможливити його зміщення. Під круглим отвором листа викопали лунку з приблизно вертикальними стінками так, щоб уникнути порушення природного складу ґрунту. Зразок ґрунту при цьому відбирали буром. Вагу зразка визначають зважуванням, а об'єм – заповненням порожнечі, що утворилась після взяття зразка, сипучою речовиною. Масу одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту розраховували за формулою:

$$d_v = P/V \quad (3.5)$$

де: d_v – щільність ґрунту, г/см³; P – маса абсолютно сухого ґрунту непорушеного складу у певному об'ємі, г; V – об'єм ґрунту, см³ [245-246, 250, 253].

3.5 Методика визначення щільності твердої фази ґрунту

Щільність твердої фази ґрунту визначали пікнометричним методом запропонованим О.Ф. Вадюдіною та З.О. Корчагіною (1986). Відповідно до цієї методики визначення щільності твердої фази ґрунту визначають в декілька етапів. На першому етапі визначають об'єм пікнометру за формулою:

$$V = (a_1 - a) / D \quad (3.6)$$

де: V – об'єм пікнометру в см³; a_1 – вага пікнометру з дистильованою водою; a – вага сухого пікнометру; D – щільність води даної температури.

Після визначення об'єму пікнометра в нього поміщають наважку ґрунту і зважують на аналітичних вагах. Після цього додають дистильовану воду таким чином, щоб пікнометр був заповнений на ½ свого об'єму. Для видалення повітря пікнометр з ґрунтом та водою кип'ятять протягом години. Після кип'ятіння пікнометр охолоджують та доливають дистильовану воду

до повного об'єму та зважують. Щільність твердої розраховують за формулою:

$$d = \frac{p_1 * 100}{(100 + W_r) * V} = \frac{p}{V} \quad (3.7)$$

де: d – щільність твердої фази ґрунту, p_1 – вага повітряно-сухого ґрунту в пікнометрі, г; p – вага повітряно-сухого ґрунту, г; V – об'єм ґрунту в пікнометрі, см³; W_2 – вологість зразка ґрунту, % [245-246, 250].

3.6 Методика визначення загальної пористості та шпаруватості аерації

Розрахунок загальної пористості проводили за формулою:

Загальну пористість визначають за формулою:

$$P_{заг.} = \left(1 - \frac{d}{D}\right) \cdot 100 \quad (3.8)$$

де: $P_{заг.}$ – загальна пористість, %; d – щільність ґрунту, г/см³; D – щільність твердої фази ґрунту, г/см³. Виражається пористість в процентах до сумарного об'єму твердої фази та об'єму всіх проміжків (капілярних і некапілярних). За одиницю приймають загальний об'єм ґрунту разом з проміжками.

Шпаруватість аерації визначали як сумарний об'єм пор, які заповнені повітрям в одиниці об'єму за формулою:

$$P_{аер.} = P_{заг.} - (d * x) \quad (3.9)$$

де: $P_{аер.}$ – шпаруватість аерації, %; d – щільність ґрунту, г/см³; x – вологість ґрунту [246, 250].

3.7. Методика визначення фосфатазної активності за А.Ш. Галстяна в модифікації Ф.Х. Хазієва

1 г повітряно-сухого ґрунту переносять в мірну колбу ємністю 50 мл і заливають 1 мл 1 % - вого розчину фенолфталеїнофосфату натрію. Суспензію добре перемішують і залишають у термостаті на одну годину при 30 °С.

Після інкубації в колбу доливають 0,1 % - вий розчин серно-кислого калію до мітки, ретельно сколчують та центрифугують протягом 20 хвилин зі швидкістю 6000 об. / хв. або фільтрують через плоский фільтр. У хімічний стаканчик набирають 20 мл фільтрату і додають 5 мл 10% - вого розчину аміаку. Розчин, який окрашений в рожевий колір, колориметрують на ФЕК із синім світлофільтром, використовуючи кювети на 30 мм. Кількість фенолфталеїну, що відповідає взятому обсягу фільтрату, знаходять за стандартною кривою, яка складена на чистий фенолфталеїн. Активність фосфатази виражають у міліграмах фенолфталеїну на 1 г ґрунту за 1 г, для чого кількість фенолфталеїну, знайденого за калібрувальною кривою множать на 1,25 [247].

Розрахунки виконували з використанням базового пакета прикладних програм статистичної обробки даних «STATISTICA 6», Microsoft Excel 2010.

Висновок до розділу: у розділі наведено схему розташування дослідних полів та надано опис моделей техноземів, що досліджувались. Описано методику проведення мікроморфологічних досліджень, а також методики визначення гранулометричного складу та вмісту гумусу, методики визначення щільності та щільності твердої фази, методики розрахунку загальної пористості та шпаруватості аерації та методику визначення фосфатазної активності в досліджуваних техноземах.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 5-6, 147, 224-227, 244-248, 250-253.

РОЗДІЛ 4

МАКРО – ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ҐРУНТІВ НА ЛЕСОПОДІБНИХ СУГЛИНКАХ

Модель (конструкція) технозему, яка представлена дерново-літогенними ґрунтами на лесоподібному суглинку (ЛС), яка досліджувалась, була сформована техногенною сумішшю лесоподібних відкладів товщиною близько 2 м без покриття гумусованим шаром зонального ґрунту протягом 1968-1970 рр.. Загальна площа – 2 га, в сільськогосподарському освоєнні з 1973 року.

В представленій моделі технозему тривалий час (1992 – 2008 рр.) проводилися польові дослідження з багаторічними полікомпонентними агрофітоценозами: дослідними бобовими культурами були люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC), буркун білий (*Melilotus albus* Medic.); злакові компоненти – стоколос безостий (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub), житняк вузькоколосий (*Agropyron desertorum* Schult.) та райграс високий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. Et Presl). Після тривалого періоду польових досліджень розпочався період самозаростання, який триває і натеper. Встановлено, що рослинний покрив дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках представлений двома основними асоціаціями: злаковою з перевагою стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub) та бобовою з перевагою буркуна жовтого (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Загалом виявлено 31 вид трав'янистих рослин. Серед яких часто зустрічаються скереда покривельна (*Crepis tectorum* L.), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* W.T. Aitontypustypus), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould), вика мишачий горошок (*Vicia cracca* L.) [1, 61, 64-80, 85-97, 220, 224, 226, 230-231, 235, 248-249].

Морфологічна будова розрізу технозему (ЛС)

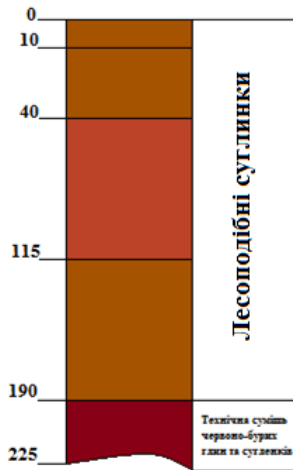


Рис. 4.1 – Схема морфологічної будови розрізу ЛС

P_1 kt 0-10 см: Темно-коричневий суглинок зі слабо вираженою пилювато-дрібно-грудкуватою структурою, рихлий, пронизаний коріннями трав. Однорідний за забарвленням і складом по всьому профілю. Скипання бурхливе. Перехід слабо помітний за збільшенням щільності.

P_2 kt 10-40 см: Темно-коричневий суглинок, щільний, слабо-оструктурений, однорідний по всьому профілю за складенням і за кольором, фрагментами незначні включення гумусованого ґрунту і білозірки.

Кореневих домішок мало (тонкі колосоподібні). Незначна тріщинуватість. Бурхливе скипання. Перехід за зміною кольору.

P_3 kt 40-115 см: Червоно-бурий суглинок пилювато-дрібнозернистої структури. Значна пістрявість обумовлена механічними домішками ясно-сірої глини, більш темної палево-сірої безструктурної глини. Корені товщиною до 4 мм орієнтовані вертикально у шарі від 38 до 140 см. Скипання бурхливе. Перехід чіткий за зміною кольору.

P_4 kt 115-190 см: Темно-коричнева до червоно-бурої глина, щільна, масна на дотик, слабо-оструктурена, рівномірно забарвлена без вираженої пістрявості; у нижній частині з'являються механічні домішки оглеєного гумусованого ґрунту. Бурхливе скипання. Перехід чіткий за зміною кольору. Коренів немає.

Фізичні, фізико-хімічні та водні властивості порід перш за все тісно пов'язані з гранулометричним складом. Водночас для утворення структурних елементів та агрегатів особливе значення має мулиста фракція. Результати визначення гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках наведено в таблиці 4.1, а профільний розподіл гранулометричних елементів наведено на рисунку 4.2. За результатами аналізу було встановлено переважання мулистої фракції. Її процентний вміст

коливається від 59,38 % в шарі P₃kt до 81,20 % в шарі P₂kt. Значні втрати від обробітку HCl, які коливаються від 22,30 % до 43,06% обумовлені значним вмістом карбонатів.

Таблиця 4.1

Гранулометричний склад дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках

| Горизонт | Шар ґрунту, см | Фракції механічних елементів (мм), % | | | | | | | Втрати від HCl% |
|-------------------|----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-----------------|
| | | 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 | |
| P ₁ kt | 0-10 | 0,62 | 3,44 | 12,36 | 4,12 | 16,48 | 62,98 | 83,58 | 42,38 |
| P ₂ kt | 10-40 | 0,41 | 1,91 | 8,24 | 4,12 | 4,12 | 81,20 | 89,44 | 31,76 |
| P ₃ kt | 40-115 | 0,82 | 2,72 | 20,60 | 4,12 | 12,36 | 59,38 | 75,86 | 22,30 |
| P ₄ kt | 115-190 | 0,41 | 2,97 | 8,24 | 4,12 | 12,36 | 71,90 | 88,38 | 43,06 |



Рис.4.2 – Зображення профільного розподілу гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках

За результатами визначення вмісту гумусу в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на лесоподібних суглинках встановлено, що техноземи відносяться до малогумусних. Розподіл вмісту гумусу за профілем наведено на рисунку 4.3.

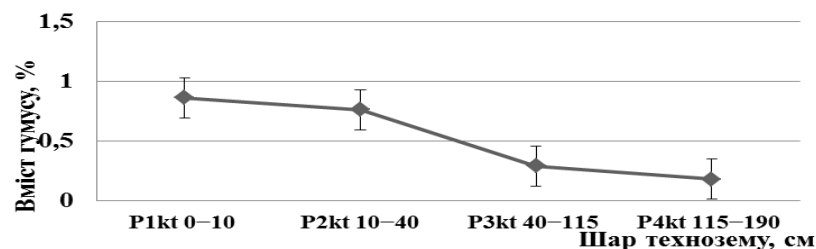


Рис. 4.3 – Профільний розподіл вмісту гумусу в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на лесоподібних суглинках

Одним із важливих показників, що характеризують продуктивність ґрунтів є ферментативна активність. Досліджуваний нами фермент належить до класу гідролаз, які відіграють істотну роль в гідролітичному розщепленні

органічних речовин, збагачуючи ґрунт доступними для рослин поживними елементами. Фосфатаза бере участь у розкладанні фосфорної кислоти та мобілізації доступного рослинам фосфору. Експериментальні дані про зміни активності фосфатази у профілі ЛС представлені на рисунку 4.4.

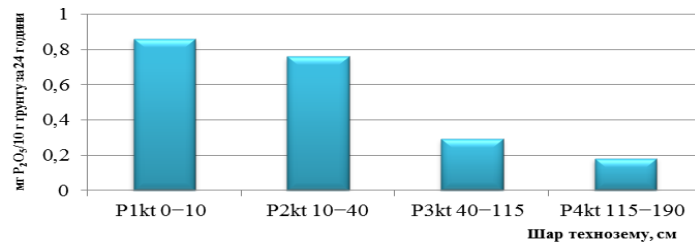


Рис. 4.4 - Активність фосфатази у профілі дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках

Найбільша активність цього ферменту спостерігається у верхніх шарах розрізу, найменша у нижніх з різким спадом приблизно у два рази на глибині 40 см [228, 243].

Досліджуючи фізичні та повітряні властивості дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках було встановлено, що щільність по шарах коливається в межах 1,13 г/см³ до 1,33 г/см³, збільшуючись в глиб профілю (рис. 4.5.а).

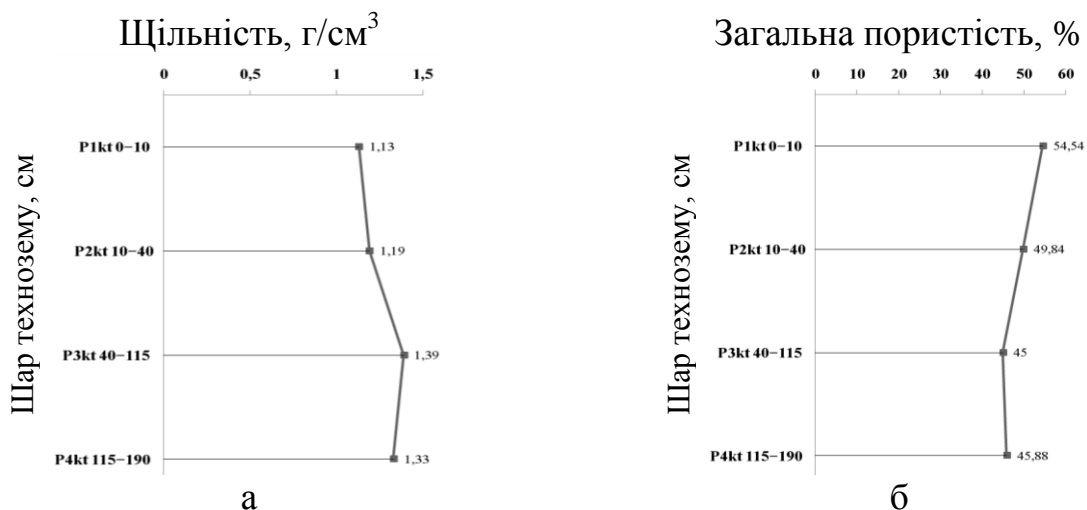


Рис. 4.5 – Профільний розподіл щільності (а) та загальної пористості (б) в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на лесоподібних суглинках

З ущільненням технозему, а також зі зменшенням дії кореневої системи рослин зменшуються і загальна пористість коливаючись в межах 54,54 у верхньому шарі P₁kt до 45,88 в шарі P₄t (рис. 4.5.б).

Тенденція зменшення по профілю прослідковується й у показників щільності твердої фази та шпаруватості аерації дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (рис.4.6).

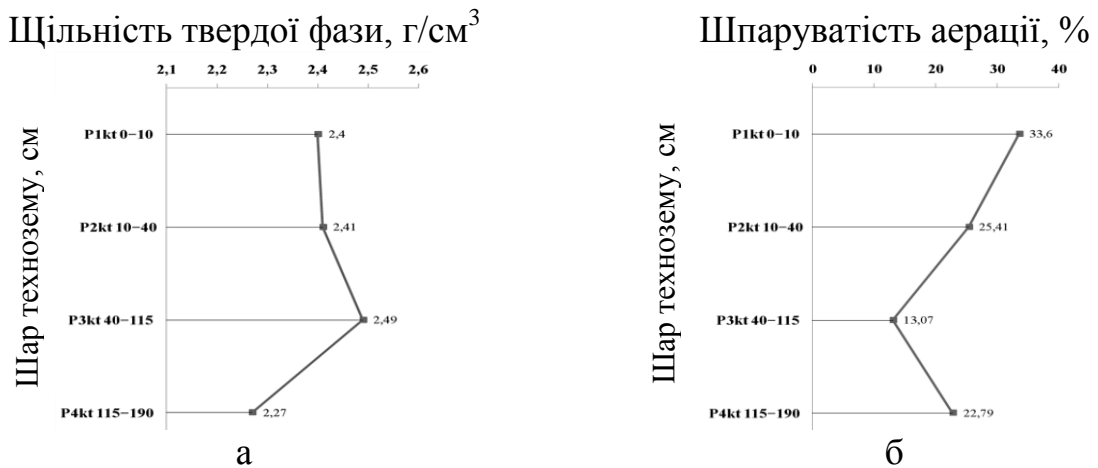


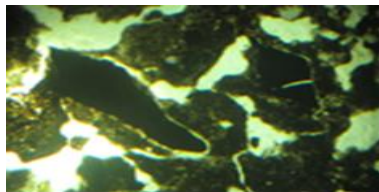
Рис. 4.6 – Профільний розподіл щільності твердої фази (а) та шпаруватості аерації (б) в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на лесоподібних суглинках

Мікроморфологічна будова розрізу технозему (ЛС)

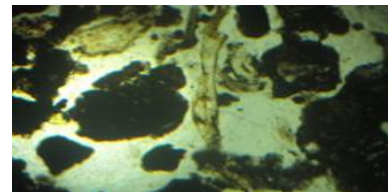
P₁kt 0–10 см. Забарвлення шару темне, що обумовлене вмістом гумусу. Добре агрегований і пористий шар. Елементарний мікроустрій пилувато-плазмовий. Зерна скелета добре відсортовані, основну масу представляє пилувата фракція. Відсоткове співвідношення мінеральної частини 20 %. Середні та великі за розмірами мінерали не представлені. У деяких мікронах спостерігається орієнтація порова або смугаста. Форма зерен в основному близька до сферичної, характерна хороша окатананість зерен. Плазма карбонатно-гумусо-глиниста. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом. Гумусна частина являє собою чорний гумус, який доволі однорідно насичує матеріал основи, і гумони неоднорідно розсіяні в площині шліфа (рис. 4.7.а). Глиниста частина – з двозаломленням, неорієнтована, маскується гумусом. Органічна речовина представлена чорним гумусом, розсіяними в площині шліфа гумонами і вуглеподібними частками. Рослинні рештки трапляються нечасто, зі слідами розкладання та свіжими зрізами. Мікроскладення шару – пухке, представлене здебільшого міжагрегатними пустотами. Шар добре агрегований, мікроагрегати

біогенного походження. Поблизу деяких рослинних решток є викиди фітокліщів. Форма і розмір мікроагрегатів значно варіює (рис.4.7.б).

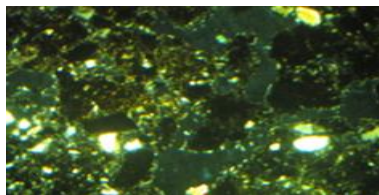
P_{2kt} 10–40 см. Щільніший за попередній шар, поровий простір займає значно менший простір, неоднорідно забарвлений гумусом. Елементарний мікроустрій пилювато-плазмовий. Зерна скелета добре відсортовані, основну масу представляє пилювата фракція (рис.4.7.в). Відсоткове співвідношення мінеральної частини 40 %. Плазма карбонатно-гумусо-глиниста. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом. Гумусна частина представлена чорним гумусом, який неоднорідно, плямисто промочує матеріал основи, та гумонами й вуглеподібними частками, нерівномірно розташованими в площині шліфа. Глиниста частина – з двозаломленням, неорієнтована, інколи маскується гумусом. Органічна речовина представлена чорним гумусом, розсіяними в площині шліфа, гумонами та вуглеподібними частками. Рослинні рештки трапляються нечасто, представлені залишками зі слідами розкладання, та свіжими зрізами. Мікроскладення шару порове, у деяких мікронах пухке (рис. 4.7.г).



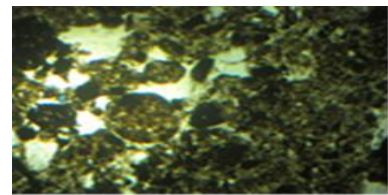
а



б



в



г

Рис. 4.7. – Мікроморфологічні особливості горизонтів P_{1kt} 0 – 10 см та P_{2kt} 10 – 40 см

а – гумусні частки в ґрунтовій масі X 60 нік ||; *б* – мікроагрегати біогенного походження X 60 нік ||; *в* – зерна мінералів орієнтовані по краях мікроагрегатів X 60 нік ||; *г* – різні за розміром частки в ґрунтовому матеріалі X 100 нік ||

Шар гірше оструктурений за попередній. Мікроагрегати в основному прості, за формою – близькі до сферичної, мають біогенне походження.

R_3 kt 40–115 см. У горизонті збільшується частка порового простору. Забарвлення неоднорідне. Найвні включення світлих карбонатних утворень різної величини. Елементарний мікроустрій піщано-пилувато-плазмовий. Зерна скелета представлені великими карбонатними включеннями та пилуватою фракцією. Відсоткове співвідношення мінеральної частини 10 %. У деяких мікрозонах спостерігається орієнтація пилуватої фракції мінералів по стінках пор. Для деяких карбонатних утворень характерний плавний перехід у мікрозони дрібнозернистого кальциту. Плазма глинисто-заліристо-карбонатна. Глиниста частина з двозаломленням, орієнтована порово, викриває деякі мікроагрегати. Заліриста частина плазми представлена мікрозонами світло-бурого кольору (рис. 4.8.а), розташована в площині нерівномірно, окремими невеликими за розмірами плямами, забарвлює доволі значні площі, інколи може бути орієнтована в порах та по мікроагрегатах. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом та щільними, без заломлення карбонатними утвореннями. Мікроустрій горизонту пухкий та поровий. Стінки пор інколи вкриті глинистими і залістими кутанами, скелетанами та дрібнозернистим кальцитом (рис. 4.8.б). Агрегований горизонт, мікроагрегати коагуляційного походження.

R_4 kt 115–190 см. Більш однорідно забарвлений горизонт чорного кольору. Щільніший за попередній горизонт. Елементарний мікроустрій пилувато-плазмовий. Скелет представлений пилуватою фракцією мінеральних зерен. Відсоткове співвідношення мінеральної частини 30 %. Плазма гумусо-карбонатно-глиниста. Гумусна частина представлена чорним гумусом, дрібними округлими гумонами, рівномірно розсіяними в площі шліфа та вуглеподібними частками. Карбонатна частина плазми представлена дрібнозернистим кальцитом та рівномірно насичує матеріал основи (рис. 4.8.в). Глиниста частина з двозаломленням, іноді маскується гумусом. Органічна речовина представлена чорним гумусом, гумонами та вуглеподібними частками. Гумони дрібні, насичують матеріал основи

рівномірно. Вуглеподібні частки неправильної форми, їх кількість невелика, знаходяться в основному в порах. Мікроустрій – поровий. Поровий простір здебільшого представлений каналоподібними та округлими замкненими порами. Стінки пор в окремих випадках вистелені скелетанами. Горизонт погано агрегований, мікроагрегати невеликі і прості (рис. 4.8.з).

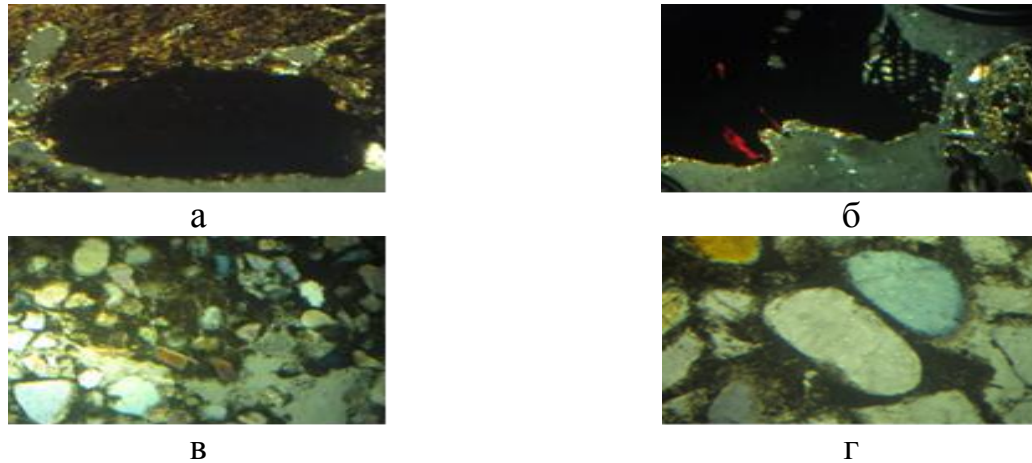


Рис. 4.8 – Мікроморфологічні особливості горизонтів

P_{3kt} 40–115 см та P_{4kt} 115–190 см

a – вугільна частка вкрита рухомою плазмою X 60 нік ||; *б* – пилувато-глиниста кутана, яка покриває пору X 60 нік ||; *в* – щільно розміщені зерна скелета X 60 нік ||; *г* – плазма в міжскелетному просторі X 60 нік ||

Про швидкість та направленість процесу ґрунтотворення дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках свідчать такі характеристики, як тип кутан та новоутворень, мікроскладення, елементарний мікроустрій та тип плазми. За допомогою мікроморфологічної характеристики профілю дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках встановлено, що мікроструктура пилувато-плазмова, однорідна по всьому профілю, за винятком горизонту P_{3kt} 40–115 см, де вона піщано-пилувато-плазмова. Скелет у верхніх двох горизонтах (P_{1kt} 0–10 см та P_{2kt} 10–40 см) відносно однорідний. Домінує пилувата фракція. Зерна скелета горизонту P_{3kt} 40–115 см представлені великими карбонатними включеннями та пилуватою фракцією. Невелика кількість зерен великих мінералів та переважання пилуватої фракції вказує нам на інтенсивні процеси вивітрення. Плазма у двох верхніх горизонтах, до P_{3kt} 40–115 см – карбонатно-гумусо-глиниста, іноді маскується гумусом. Без орієнтування. У горизонті P_{3kt} 40–115 см

плазма глинисто-залізисто-карбонатна, з глибиною частка гумусової плазми зменшується, а частка карбонатної плазми збільшується, орієнтована порово. З горизонту P_{4kt} 115–190 см плазма змінюється на карбонатно-гумусо-глинисту. Рослинні рештки зі слідами розкладання та свіжими зрізами, трапляються нечасто і тільки у двох верхніх горизонтах. Мікроскладення неоднорідне за профілем, у верхньому горизонті переважає пухке, у нижніх основні типи мікроскладення, губчасте та порове. З глибиною площа порового простору зменшується. Для верхнього горизонту P_{k1t} 0–10 см найбільш характерні міжагрегатні пустоти та широкі каналоподібні пори. Для наступних горизонтів найбільш характерні пори-камери, замкнені пори складної форми, каналоподібні пори та тріщини. Стінки пор горизонту P_{k3t} 40–115 см інколи вкривають глинисті та залізисті кутани, скелетани та дрібнозернистий кальцит, а горизонту P_{k4t} 115–190 см в окремих випадках вистилають скелетани. Найбільш добре агрегований верхній горизонт P_{k1t} 0–10 см складений мікроагрегатами біогенного походження, за розміром мікроагрегати різні, їх форма в основному округла та складна. Горизонт P_{k3t} 40–115 складений блоками розтріскування та мікроагрегатами коагуляційного походження. Горизонт P_{k4t} 115–190 см погано агрегований, мікроагрегати невеликі й прості (таблиця 4.2).

Таблиця 4.2

Основні морфологічні особливості та новоутворення дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках

| Горизонт | Тип кутан та новоутворень | Мікроустрій | Плазма | Мікроструктура |
|--------------------|---------------------------|-------------------------------------|----------------------------|--------------------|
| P_{1kt} 0–10 см | Дрібнозернистий кальцит | Пухкий | Карбонатно-гумусо-глиниста | Пилувато-плазмовий |
| P_{2kt} 10–40 см | Дрібнозернистий кальцит | Поровий та в деяких мікронах пухкий | Карбонатно-гумусо-глиниста | Пилувато-плазмовий |

Продовження табл. 4.2

| | | | | |
|-----------|-----------------|-----------|-----------|------------------|
| P_{3kt} | Дрібнозернистий | Пухкий та | Глинисто- | Піщано-пилувато- |
|-----------|-----------------|-----------|-----------|------------------|

| | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------|----------------------------|--------------------|
| 40–115 см | кальцит, глинисті та залізисті кутани | поровий | залізисто-карбонатна | плазмовий |
| Р ₄ kt 115–190 см | Дрібнозернистий кальцит | Поровий | Гумусо-карбонатно-глиниста | Пилувато-плазмовий |

Найбільш характерним новоутворенням для цього профілю є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах. Відмічені новоутворення хомогенного походження, які з'являються внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидкого випаровування. Цей тип ґрунтового профілю можна віднести до карбонатного профілю з розвиненою зоною міграції [224].

Висновки до розділу: встановлено, що найбільш характерними новоутвореннями для досліджуваного профілю є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах. Цей тип новоутворень має хомогенне походження, формується внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням. Домінування в механічному складі дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках пилуватої та середньої фракції, пилувато-плазмова мікроструктура, добре окатані зерна та їх згладжені кути вказують на інтенсивні процеси вивітрювання на дослідних ділянках. Хороша агрегованість верхніх гумусових горизонтів обумовлена інтенсивним впливом біогеоценотичного покриву (корені рослин та діяльність ґрунтової фауни), спостерігається інтенсивне структуроутворення та висока шпаруватість верхніх горизонтів. З огляду на викладене, профіль дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках можна віднести до карбонатного типу з розвиненою зоною міграції.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 224, 230, 235, 248-249.

РОЗДІЛ 5

МАКРО- ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ҐРУНТІВ НА СІРО- ЗЕЛЕНИХ ГЛИНАХ

Модель (конструкція) технозему, представлена дерново-літогенними ґрунтами на сіро-зелених глинах (СЗГ), яка досліджувалась, була сформована техногенною сумішшю сіро-зелених мергелястих глин потужністю не менше 2 м без покриття родючим шаром чорнозему протягом 1968-1970 рр. Загальна площа моделі – 1 га. В сільськогосподарському освоєнні з 1971 року

В представленій моделі технозему тривалий час (1992 – 2008 рр.) проводилися польові дослідження з багаторічними полікомпонентними агрофітоценозами: дослідними бобовими культурами були люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC), буркун білий (*Melilotus albus* Medic.); злакові компоненти – стоколос безостий (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub), житняк вузькоколосий (*Agropyron desertorum* Schult.) та райграс високий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. Et Presl). Після тривалого періоду польових досліджень розпочався період самозаростання, який триває і натеper. Встановлено, що рослинний покрив дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах представлений двома основними асоціаціями: злаковою з перевагою стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leys.) Holub) та бобовою з перевагою буркуна жовтого (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Загалом виявлено 23 види трав'янистих рослин. Серед яких часто зустрічаються скереда покрівельна (*Crepis tectorum* L.), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* W.T. Aiton *typustypus*), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould), вика мишачий горошок (*Vicia cracca* L.) [1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 226-227, 230-231, 232, 234, 237-241, 248-249]

Морфологічна будова розрізу технозему (СЗГ)

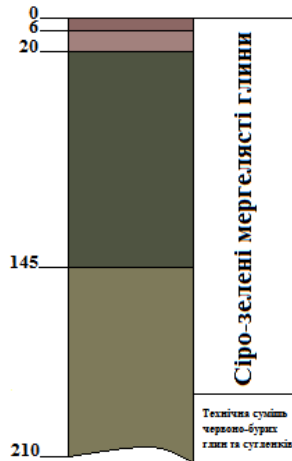


Рис. 5.1 - Схема морфологічної будови розрізу СЗГ

h_1 Pkt 0-6 см: Сіро-бура, середня за механічними складом глина, досить рихла, однорідна за складом по профілю, пронизана дрібними корінцями трав; за кольором вірогідна присутність гумусових сполук приблизно до 1%. Бурхливе скипання від 10% HCl. Перехід до наступного горизонту майже не помітний за підвищенням щільності і збільшенням тріщинуватості.

h_2 Pkt 6-20 см: Насипна карбонатна глина, важка за гранулометричним складом зі значною домішкою білозірки і механічних домішок дрібного каміння. Колір дещо світліший, ніж у попередньому горизонті, гумусованість помітно менша. Оструктуреність майже відсутня, на підсохлих стінках значна тріщинуватість, вертикальні досить широкі тріщини; місцями більш виражена грудкувата крупно-зерниста структура, значна кількість тонких корінців трав. Бурхливе скипання по всьому профілю. Перехід до наступного горизонту за зміною кольору, чіткий.

P_3 kt 20-145 см: Насипний шар сіро-зеленої глини, значно пістрявий за кольором, що зумовлено механічними сумішками щільної темно-сірої глини, дуже щільної іржаво-жовтої глини, більш світлої, майже білої безструктурної глини. Значна тріщинуватість на підсохлих стінках, по вертикальних тріщинах проходять тоненькі корені трав до глибини 60 см та зрідка до глибини 125 см, домішки білозірки та повна відсутність агрономічно-цінної структури. Бурхливо скипає, що свідчить про значний вміст $CaCO_3$. Перехід до наступного горизонту за збільшенням щільності й більш вираженою тріщинуватістю.

P_4 t 145-210 см: Щільна глина, досить пістрява із переважанням ясно-сірої жовтуватої дуже щільної глини, майже безструктурна, тріщинуватість практично не виражена, деякі корені зустрічаються до глибини 155 см.

Скипання незначне (менше карбонатів), фрагментарне, а на конгломератах ясно-сірої глини бурхливе.

Результати визначення гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах наведено в таблиці 5.1, а профільний розподіл гранулометричних елементів наведено на рисунку 5.2. За результатами аналізу було встановлено переважання мулистій фракції. Її процентний вміст коливається від 74,52 % в шарі h_2Pkt до 84,32 % в шарі h_1Pkt . Значні втрати від обробітку HCl, які коливаються від 29,20 % до 70,40% обумовлені значним вмістом карбонатів.

Таблиця 5.1

Гранулометричний склад дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених
глинах

| Горизонт | Фракції механічних елементів (мм), % | | | | | | | Втрати від HCl% |
|------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-----------------|
| | 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 | |
| h_1Pkt (0-6) | 0,62 | 2,70 | 4,12 | 4,12 | 4,12 | 84,32 | 92,56 | 39,00 |
| h_2Pkt (6-20) | 0,62 | 4,26 | 4,12 | 4,12 | 12,36 | 74,52 | 91,00 | 29,20 |
| P_3kt (20-145) | 0,62 | 0,14 | 4,12 | 4,12 | 8,24 | 82,76 | 95,12 | 70,40 |
| P_4t (145-210) | 0,41 | 1,55 | 4,12 | 8,24 | 4,12 | 81,56 | 93,92 | 69,20 |

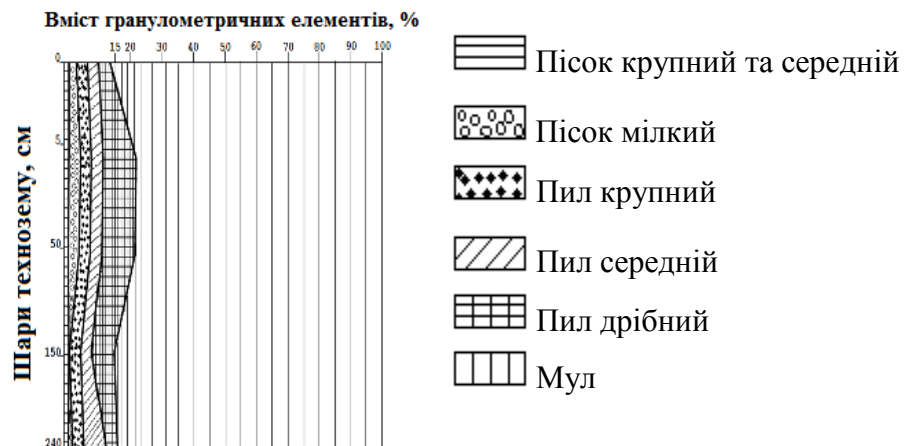


Рис. 5.2 – Профільне зображення розподілу гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах

За результатами визначення вмісту гумусу в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на сіро-зелених глинах встановлено, що техноземи відносяться до слабозвинених слабогумусованих. Розподіл вмісту гумусу за профілем наведено на рисунку 5.3.

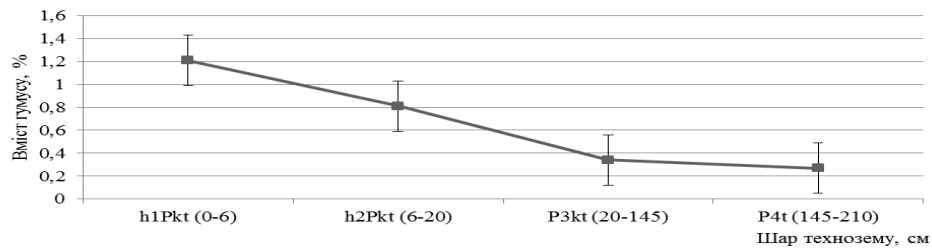


Рис. 5.3 – Профільний розподіл вмісту гумусу в технозомах представлених дерново-літогенними ґрунтами на сіро-зелених глинах

Оцінка К.А. Козлова за ступенем збагачення фосфатазою, яка коливається в межах від 1,02 до 1,4 мг P_2O_5 / 10 г ґрунту, класифікує досліджуваний технозем СЗГ, як бідний (рис. 5.4).

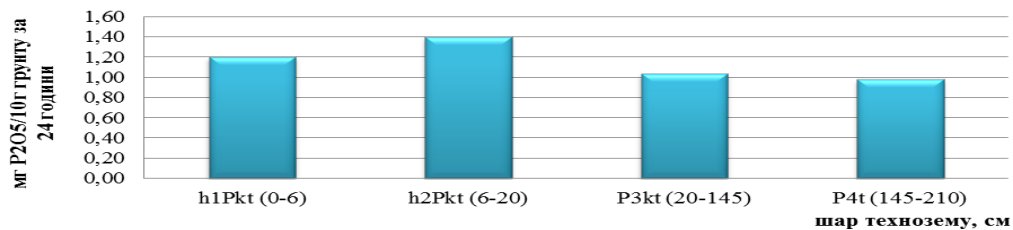


Рис. 5.4 – Активність фосфатази у профілі дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах

Зміна щільності дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах за профілем наведено на рис. 5.5.а. Встановлено, що щільність коливається в межах 1,28 г/см³ до 1,36 г/см³. Також прослідковується закономірність зменшення загальної пористості в глиб профілю (рис 5.5.б). Це пов'язано з низьким вмістом гумусу та слабкою оструктуреністю. Треба відмітити багаторічний вплив верхніх горизонтів на нижні та певна їх ущільненість.

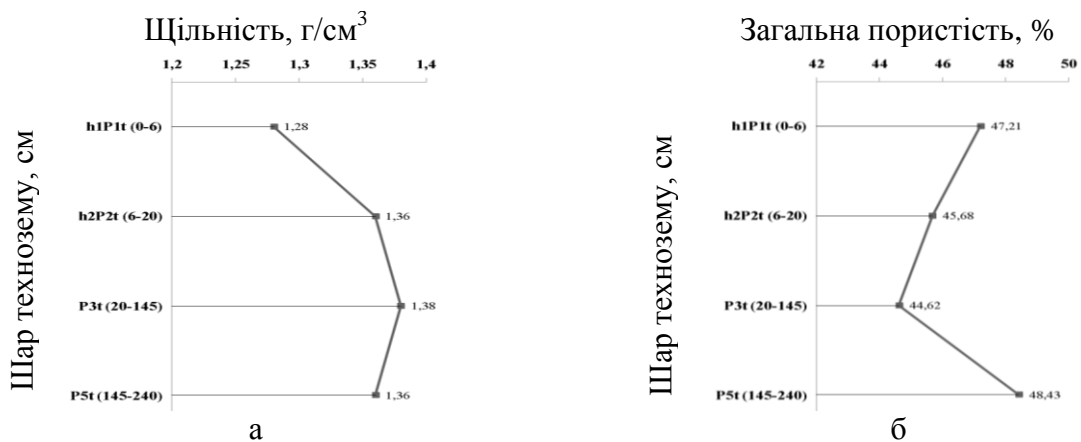


Рис. 5.5 – Профільний розподіл щільності (а) та загальної пористості (б) в технозомах представлених дерново-літогенними ґрунтами на сіро-зелених глинах

Відомо, що щільність твердої фази ґрунту залежить від характеру хімічного та мінералогічного складу ґрунтів, чим вищий вміст органічних речовин, тим нижчий показник щільності твердої фази. На основі отриманих даних прослідковується певна закономірність збільшення щільності твердої фази дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах за профілем (рис. 5.6.а). Зміни шпаруватості аерації по профілю наведено на рис. 5.6.б. Зменшення порового простору призводить до зменшення шпаруватості аерації з 17,64% у верхньому шарі h_1P_{kt} до 11,74% в нижньому P_{4t} [232].

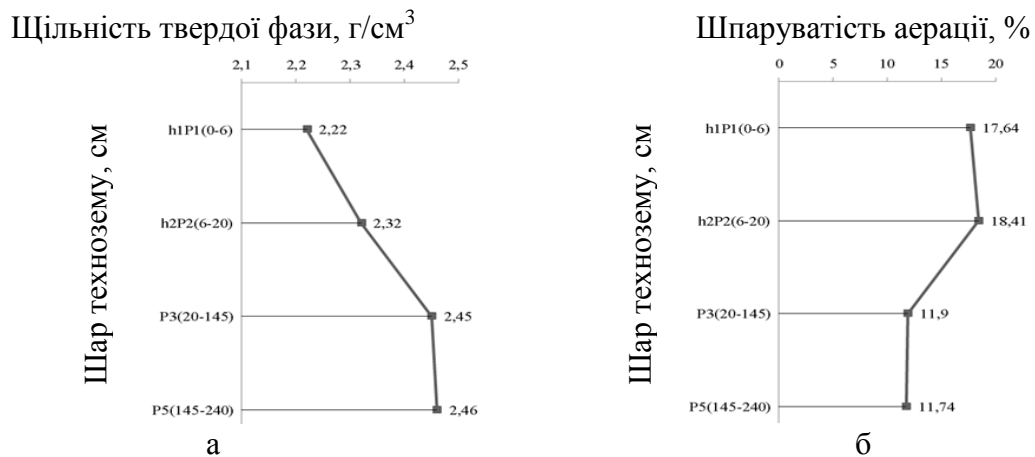


Рис. 5.6 – Профільний розподіл щільності (а) та загальної пористості (б) в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на сіро-зелених глинах

Мікрморфологічна будова розрізу технозему (СЗГ)

h_1P_{kt} 0-6 см: Неоднорідний за кольором горизонт, пухкий. Елементарне мікроскладення – плазмово-піщане. Відсоткове співвідношення мінеральної частини становить 15 %. Скелет представлений в основному великими, світлими і непрозорими карбонатними утвореннями (рис. 5.7.а), фракція середніх за розміром і дрібних зерен представлена слабо. Плазма гумусо-залізисто-глинисто-карбонатна. Гумусова частина плазми представлена невеликими гумонами та вуглеподібними частками. Залізисту частину плазми представляють гідроокиси заліза. Глиниста плазма з двозаломленням, неорієнтована. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом. Карбонати утворюють основу, в яку вмонтовуються інші частини плазми. Органічна речовина представлена дрібними вуглеподібними частками, в більшості випадків сконцентрованих у місцях розкладання

коренів. Також представлені нечисленні свіжі зрізи рослин (рис. 5.7.б) та залишки із слідами розкладання, останні насичені або вкриті карбонатами. Горизонт має рихлий мікроустрій, поровий простір представлений в більшості міжагрегатними пустотами. Агрегований горизонт. Мікроагрегати у більшості випадків округлої форми, прості.

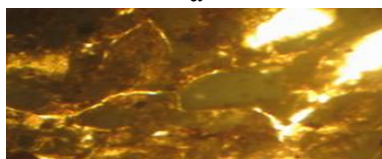
h_2Pkt 6-20 см: Неоднорідно забарвлений горизонт, рихлий. Елементарне мікроскладення – плазмово-піщане. Відсоткове співвідношення мінеральної частини становить 30 %. Скелет, так як і у попередньому горизонті, представлений в основному великими, світлими і непрозорими карбонатними утвореннями, фракція середніх за розміром і дрібних зерен представлена слабо. Форма карбонатних утворень близька до округлої. Кути зглажені, деякі утворення пронизують тріщини. Плазма – гумусо-залістоглинисто-карбонатна. Гумусова частина плазми представлена невеликими гумонами та вуглеподібними частками, які нерівномірно розміщені в карбонатній основі (рис. 5.7.в). Залістисту частину плазми представляють гідроокиси заліза. Глиниста плазма з двозаломленням, не орієнтована. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом, який окантовує більшість утворень. Так як і в попередньому горизонті, карбонати утворюють основу, в яку вмонтовуються інші частини плазми. Органічна речовина представлена невеликою кількістю гумонів, свіжих зрізів коренів, які знаходяться в основному в порах (рис. 5.7.г) та вугільних часток, в матеріалі основи розміщуються неоднорідно.



а



б



в



г

Рис. 5.7 – Мікроморфологічні особливості горизонтів h_1Pkt 0-6 см та h_2Pkt 6-20 см
 а – непрозорі карбонатні утворення X 60 нік ||; б – рослинні залишки на різних стадіях розкладання X 60 нік ||; в – органічна речовина X 60 нік ||; г – зріз свіжого рослинного залишку X 60 нік ||

P_{3kt} 20-145 см: Більш щільний горизонт, частка порового простору порівняно з попередніми значно менша. В горизонті присутня значна кількість непрозорих карбонатних утворень. Елементарне мікроскладення – плазово-піщане. Відсоткове співвідношення мінеральної частини становить 90 %. Скелет представлений більшими за розмірами від попередніх горизонтів світлими і непрозорими карбонатними утвореннями, фракція середніх за розміром і дрібних зерен представлена слабо. Форма і розмір карбонатних утворень відрізняється від попереднього горизонту. В даному горизонті вони значно більші, мають витягнуту форму, більшість пронизують тріщини (рис. 5.8.а). Багато утворень розпалось внаслідок чого можна спостерігати скупчення цих утворень із «пазловою» структурою. Плазма – глинисто-карбонатна. Глиниста частина плазми із двозаломленням, має порове, острівне і смугасте орієнтування. Карбонатна плазма представлена дрібнозернистим кальцитом. В площі шліфу існують різні мікрозони з дещо неоднаковим його вираженням і щільністю. Для всіх мікрозон шліфу характерне вкриття пор і структурних елементів дрібнозернистим кальцитом. Мікроустрій – поровий. Домінують пори-тріщини, незначна частка припадає на міжагрегатний простір та замкнені пори (рис. 5.8.б). Стінки пор вистелені дрібнозернистим кальцитом. Погано агрегований горизонт, мікроагрегати в основному прості, коагуляційного походження.

P_{4t} 145-210 см: Доволі рівномірно забарвлений горизонт, щільний. Скелет представлений незначною кількістю дрібних зерен та невеликих за розміром білих, непрозорих карбонатних утворень. Плазма глинисто-карбонатна. Глиниста частина представлена вкрапленнями різної форми у дрібнозернистий кальцит (рис. 5.8.в). Карбонатна частина займає найбільшу частку і представлена дрібнозернистим кальцитом. Мікроустрій горизонту – поровий, представлений тріщинами, які утворилися внаслідок усихання матеріалу основи (рис. 5.8.г). По стінкам пор, на відміну від попередніх горизонтів не виражено переміщення дрібнозернистого кальциту. В

горизонті присутні блоки розтріскування, розмір і величина яких сильно варіює.

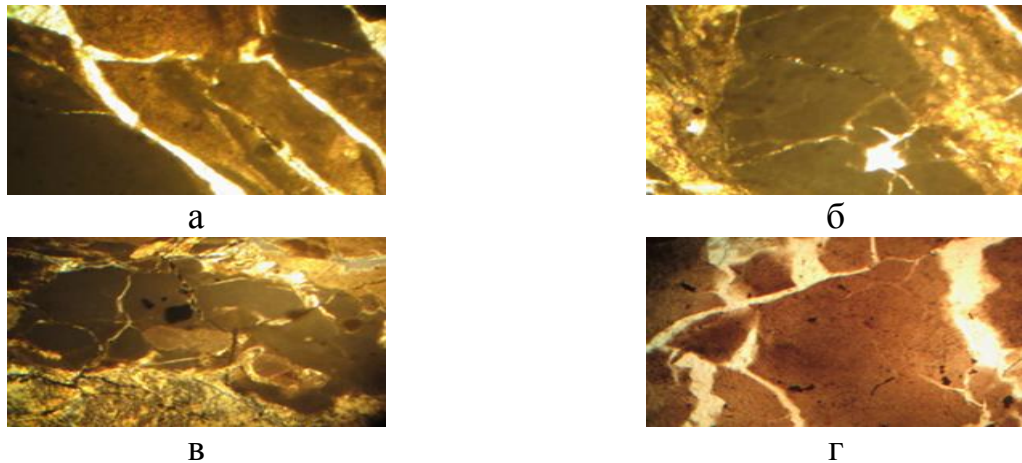


Рис. 5.8 – Мікроморфологічні особливості горизонтів P_{3kt} 20-145 см та P_{4t} 145-210 см
a – карбонатні утворення прямокутної форми X 60 нік ||; *б* – поровий простір X 60 нік ||;
в – вкраплення глинистої плазми X 60 нік ||; *г* – поровий простір X 60 нік ||

Мікроструктура плазово-піщана, однорідна по всьому профілі. Скелет у верхніх горизонтах (h_1Pkt 0-6 см та h_2Pkt 6-20 см) відносно однорідний, представлений в основному великими, світлими та непрозорими карбонатними утвореннями, які збільшуються з глибиною. На відміну від попередніх горизонтів скелет горизонту P_{4t} 145-210 см представлений незначною кількістю дрібних зерен та невеликих за розміром білих, непрозорих карбонатних утворень. Плазма у двох верхніх горизонтах гумусо-залізисто-глинисто-карбонатна, у двох нижніх – глинисто-карбонатна. Без орієнтування. Мікроскладення в верхніх горизонтах рихле, в нижніх – порове. Поровий простір поступово змінюється від агрегатних пустот у верхньому горизонті (h_2Pkt 6-20 см) до пор тріщин у нижньому горизонті (P_{4t} 145-210 см). Агрегованість горизонтів також змінюється з глибиною. Горизонти h_1Pkt 0-6 см та h_2Pkt 6-20 см добре агреговані, на відміну від горизонтів P_{3kt} 20-145 см та P_{4t} 145-210 см. В основному мікроагрегати прості по всьому профілю, коагуляційного походження. Горизонт P_{4t} 145-210 см складений блоками розтріскування. Найбільш характерні новоутворення для цього профілю є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах [220, 224, 226, 230-231, 235].

Таблиця 5.2

Основні морфологічні особливості та новоутворення дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах

| Горизонт | Тип кутан та новоутворень | Мікроустрій | Плазма | Мікроструктура |
|-----------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------|
| h ₁ Pkt 0-6 см | Дрібнозернистий кальцит | Рихлий | Гумусо-залізисто-глинисто-карбонатна | Плазмово-піщана |
| h ₂ Pkt 6-20 см | Дрібнозернистий кальцит | Рихлий | Гумусо-залізисто-глинисто-карбонатна | Плазмово-піщана |
| P ₃ kt 20-145 см | Дрібнозернистий кальцит | Поровий | Глинисто-карбонатна | Плазмово-піщана |
| P ₄ t 145-210 см | Дрібнозернистий кальцит | Поровий | Глинисто-карбонатна | Плазмово-піщана |

Висновки до розділу: в результаті мікоморфологічних досліджень встановлено, що для кожного горизонту характерне домінування карбонатів. У верхніх горизонтах, внаслідок дії кліматичних та біологічних чинників, карбонатні утворення значно менші за розмірами, кількість великих – незначна. З глибиною, зменшується ефект вивітрювання, як наслідок – карбонатні частки значно більші за розмірами. Органічна речовина представлена в основному тільки у верхніх горизонтах. Представлена в основному чорним гумусом, гумонами та свіжими рослинними залишками. Відсутність проміжних стадій розкладання свіжих рослинних залишків свідчить про високу швидкість розкладання органічної речовини.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 226-228, 230-231, 232, 234, 237-241, 243, 248-249.

РОЗДІЛ 6

МАКРО- ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ДЕРНОВО-ЛІТОГЕННИХ ҐРУНТІВ НА ЧЕРВОНО- БУРИХ ГЛИНАХ

Модель (конструкція) технозему дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах (ЧБГ), яка досліджувалась, представлена технічною сумішшю червоно-бурих глин та суглинків потужністю не менше 2 м без покриття родючим шаром чорнозему. Загальна площа моделі – 1 га. В сільськогосподарському освоєнні з 1971 року.

В представленій моделі технозему тривалий час (1992 – 2008 рр.) проводилися польові дослідження з багаторічними полікомпонентними агрофітоценозами: дослідними бобовими культурами були люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC), буркун білий (*Melilotus albus* Medic.); злакові компоненти – стоколос безостий (*Bromopsis inermis* (Leyss.), житняк вузькоколосий (*Agropyron desertorum* Schult.) та райграс високий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. Et Presl). Після тривалого періоду польових досліджень розпочався період самозаростання, який триває і натеper. Встановлено, що рослинний покрив дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах представлений двома основними асоціаціями: злаковою з перевагою стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) та бобовою з перевагою буркуна жовтого (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Загалом виявлено 27 видів трав'янистих рослин. Серед яких часто зустрічаються скереда покрівельна (*Crepis tectorum* L.), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* W.T. Aitontypustypus), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould), вика мишачий горошок горошок (*Vicia cracca* L.) [1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 226, 230-231, 234, 237, 241, 248-249].

Морфологічна будова розрізу технозему (ЧБГ)

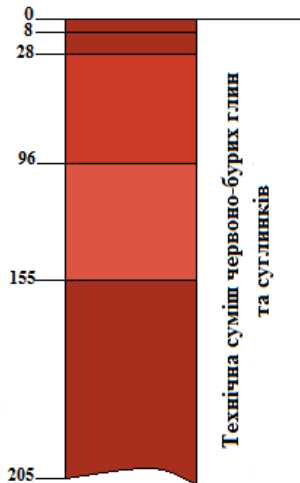


Рис. 6.1 - Схема морфологічної будови розрізу ЧБГ

P_{1kt} 0-8 см: Червоно-бура глина, рівномірна по всьому профілю за кольором і складом, досить рихла, пухка із домішками зерен білозірки. Трапляються механічні домішки дрібних камінців. Густо пронизана тоненькими корінцями трав. Тріщинуватість на підсохлих стінках. Бурхливе скипання. Перехід до наступного горизонту малопомітний за збільшенням щільності.

P_{2kt} 8-28 см: Червоно-бура глина. Більш щільна ніж попередній горизонт. Слабо виражена пилювато-зерниста структура. Білозірка по всьому профілю. Виражена тріщинуватість, коренів менше, ніж у попередньому горизонті, багато відмерлих. Скипання бурхливе. Перехід до наступного горизонту за зміною кольору.

P_{3kt} 28-96 см: Червоно-бура глина, значно світліша від попереднього горизонту зі значним включенням ясно-сірої безструктурної глини та білозірки, розсипчаста, тріщинувата, окремі агрегати мають слабо виражену грудкувато-крупнозернисту структуру.

P_{4kt} 96-155 см: Червоно-бура безструктурна глина, світліша, ніж у попередньому горизонті з вираженою тріщинуватістю. Пістрявість незначна через механічні домішки світло-сірої глини; коренів дуже мало, здебільш відмерлих. Спостерігається значна щільність і липкість. Поодинокі вертикально-орієнтовані корені трав зустрічаються до глибини 140 см. Бурхливе скипання. Перехід до наступного горизонту чіткий за зміною кольору.

P_{5kt} 155-205 см: Червоно-бура глина, безструктурна, масна, слизька на дотик з важким гранулометричним складом. Виражена білозірка, значні домішки темно-сірої щільної глини. Механічні домішки гумусового ґрунту діаметром 3-4 см. Бурхливе скипання.

Результати визначення гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах наведено в таблиці 6.1, а профільний розподіл гранулометричних елементів наведено на рисунку 6.2. За результатами аналізу було встановлено переважання мулистої фракції. Її процентний вміст коливається від 34,88 % в шарі P₅kt до 69,84 % в шарі P₁kt. Значні втрати від обробітку HCl, які коливаються від 19,0 % до 41,0% обумовлені значним вмістом карбонатів.

Таблиця 6.1

Гранулометричний склад дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах

| Горизонт | Фракції механічних елементів (мм), % | | | | | | | Втрати від HCl% |
|----------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-----------------|
| | 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 | |
| P ₁ kt (0-8) | 1,85 | 3,59 | 12,36 | 8,24 | 4,12 | 69,84 | 82,20 | 41,00 |
| P ₂ kt (8-28) | 1,65 | 20,79 | 4,12 | 20,60 | 4,12 | 48,72 | 73,44 | 24,00 |
| P ₃ kt (28-96) | 0,82 | 32,46 | 4,12 | 4,12 | 16,48 | 42,00 | 62,60 | 21,40 |
| P ₅ kt (96-155) | 0,41 | 23,51 | 12,36 | 12,36 | 16,48 | 34,88 | 63,72 | 18,40 |

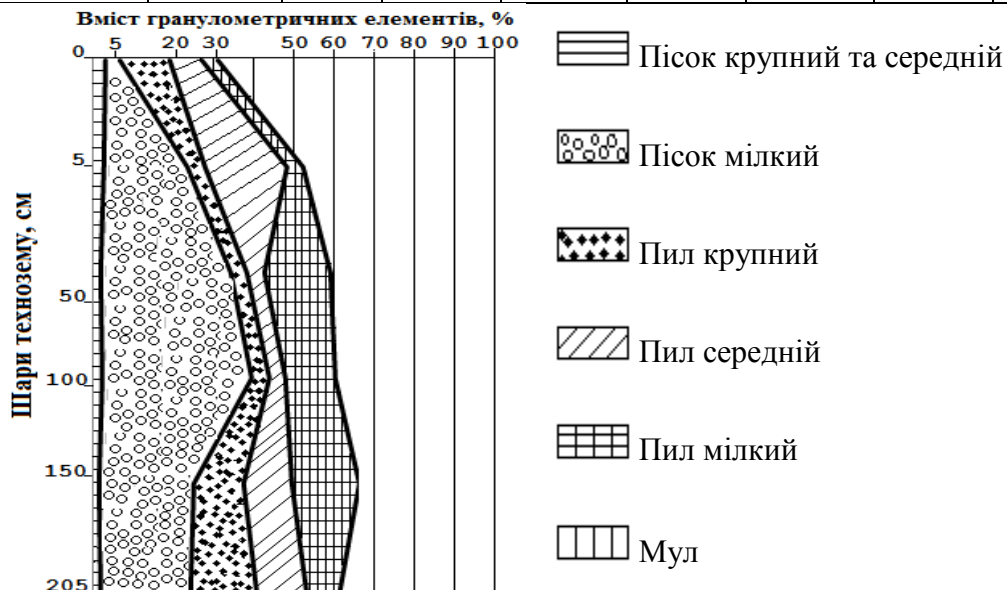


Рис. 6.2 – Профільне зображення розподілу гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах

За результатами визначення вмісту гумусу в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на червоно-бурих глинах встановлено, що техноземи відносяться до слабозвинених слабогумусованих. Розподіл вмісту гумусу за профілем наведено на рисунку 6.3.

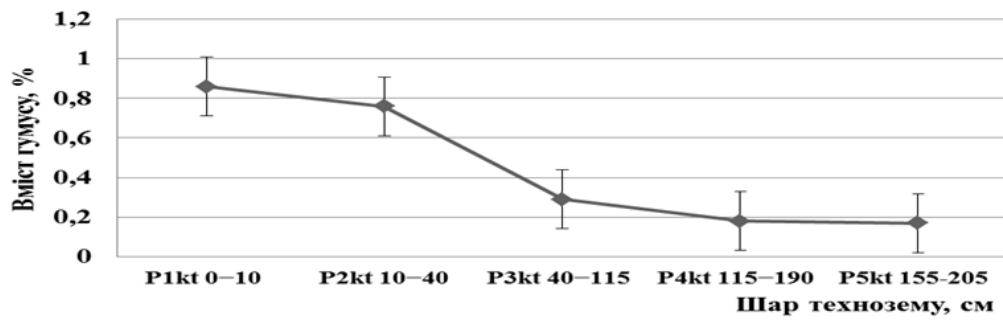


Рис. 6.3 – Профільний розподіл вмісту гумусу в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на червоно-бурих глинах

При дослідженні ЧБГ активність фосфатази за профілем поступово зменшується від 1,1 мг P_2O_5 / 10 г ґрунту за 24 години в шарі P₁kt до 0,7 мг P_2O_5 / 10 г ґрунту за 24 години в шарі P₅kt (рис. 6.4) [228, 243].

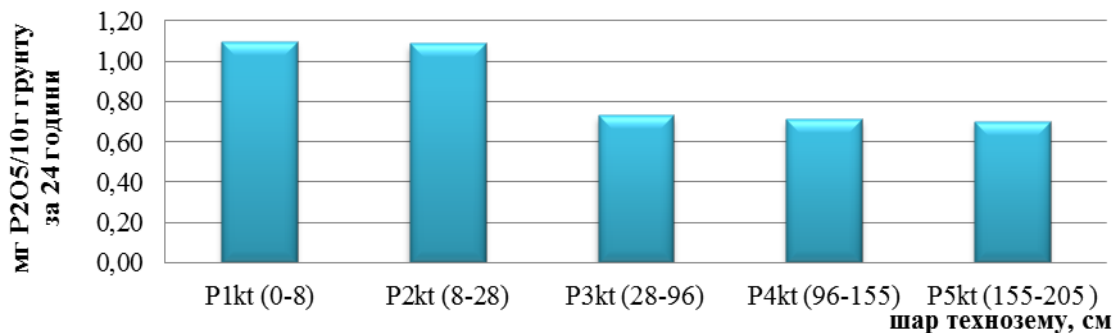


Рис. 6.4 - Активність фосфатази у профілі дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах

Фізичні властивості ґрунтів, які визначають водний, повітряний та тепловий режими тісно пов'язані з характером механічного та структурного стану. Чим більше оструктурений ґрунт, тим вища загальна пористість. Загальна пористість дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах коливається в межах 53,75 до 43,93 %, характерно знижуючись в глиб профілю (рис 6.5.б). Як відомо, чим більший вміст органічних речовин в ґрунті та краще виражена структура, а відповідно і загальна пористість, тим нижчі показники щільності ґрунту. Зміни щільності дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах за профілем наведені на рис. 6.5.а.

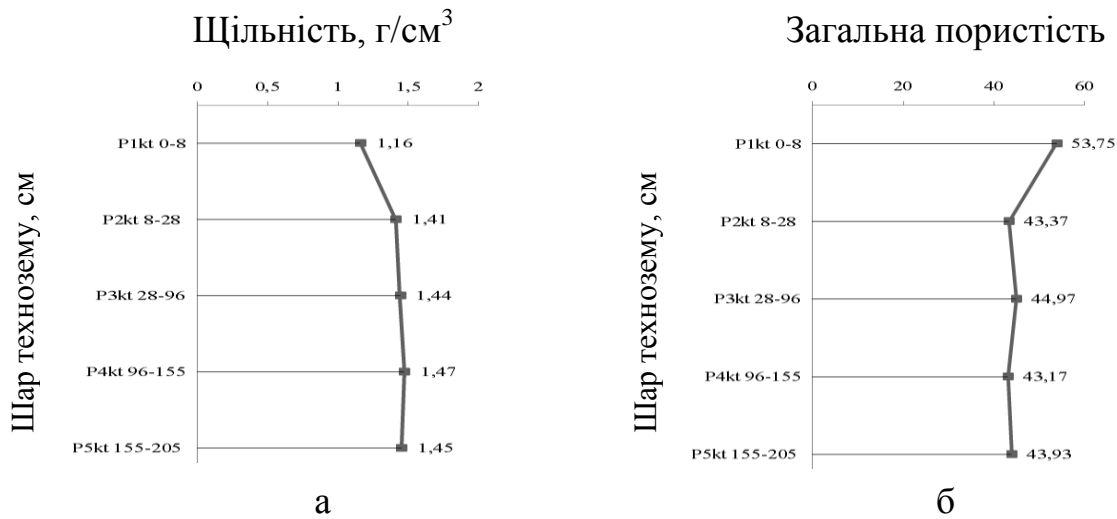


Рис. 6.5 – Профільний розподіл щільності (а) та загальної пористості (б) в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на червоно-бурих глинах

Щільність твердої фази дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах коливається в межах $2,19 \text{ г/см}^3$ до $2,45 \text{ г/см}^3$ збільшуючись з глибиною (рис.6.6.а). Відповідно з ущільненням технозему зменшується шпаруватість аерації з 34,9% в верхньому шарі P₁kt до 24,83 % в нижньому шарі P₅kt (рис. 6.6.б) [232].

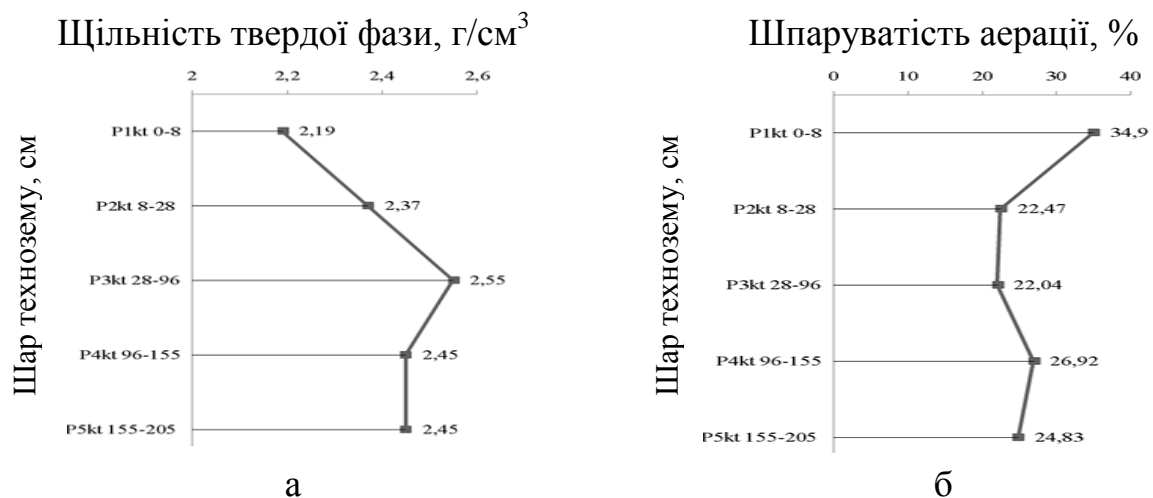


Рис. 6.6 – Профільний розподіл щільності твердої фази (а) та шпаруватості аерації (б) в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на червоно-бурих глинах

Мікроморфологічна будова розрізу технозему (ЧБГ)

P₁kt 0-8 см: Неоднорідно забарвлений горизонт, рихлий, оструктурений з розвиненою поровою системою. Мікроустрій піщано-пилувато-плазмовий. Відсоткове співвідношення мінеральної частини 30 %. Зерна скелету представлені в більшості великими, та дрібними мінералами. Фракція великих зерен мінералів представлена карбонатними утвореннями, їх форма

близька до округлої, без гострих кутів (рис. 6.7.а). Для більшості зерен характерна добра окатаність. Плазма гумусо-глинисто-карбонатна. Гумусова частина представлена чорним гумусом та рідко розсіяними в матеріалі основи гумонами. Глиниста плазма з двозаломленням, неорієнтована. Карбонатна частина представлена дрібнозернистим кальцитом, який являється основою, в яку входять інші структурні елементи плазми. В порах дрібнозернистий кальцит утворює пилюватий наліт. Органічна речовина представлена чорним гумусом і гумонами. Рослинні залишки в основному у напіврозкладеному стані, або зі збереженою клітковиною (рис. 6.7.б). Останні насичуються карбонатами. В окремому випадку біля добре розкладених залишків є викиди фітокліщів. Мікроскладення горизонту – рихле. Пори в основному представлені міжагрегатним простором. Добре оструктурений горизонт, за генезисом мікроагрегати когуляційного та біогенного походження. Більшість мікроагрегатів близькі до округлої форми та дрібні за розміром.

P₂kt 8-28 см: Більш однорідний за забарвленням, щільніший горизонт, дещо гірше оструктурений (рис. 6.7.в). Мікроустрій пилювато-плазмовий. Відсоткове співвідношення мінеральної частини 50 %. Скелет переважно представлений пилюватою фракцією. На відміну від попереднього горизонту карбонатні утворення представлені значно меншою кількістю і самі вони менші за розмірами. Плазма гумусо-карбонатно-глиниста. Гумусова частина представлена рідко розсіяними в матеріалі основи вуглеподібними частками (рис. 6.7.г). Карбонатна плазма представлена дрібнозернистим кальцитом. Глиниста плазма з двозаломленням, неорієнтована. Органічна речовина представлена невеликими за розмірами вуглеподібними частками, які рідко розсіяні у матеріалі основи. Мікроскладення горизонту порове. Поровий простір представлений міжагрегатними пустотами, він займає невелику частину, в основному форма пор залежить від того на якій відстані знаходяться мікроагрегати. В більшості випадків пори схожі на каналоподібні, які повторюють форму мікроагрегатів. В порах

дрібнозернистий кальцит виражений гірше від попереднього горизонту. Агрегований горизонт, мікроагрегати в більшості випадків коагуляційного походження, зі складною формою та великі за розмірами.

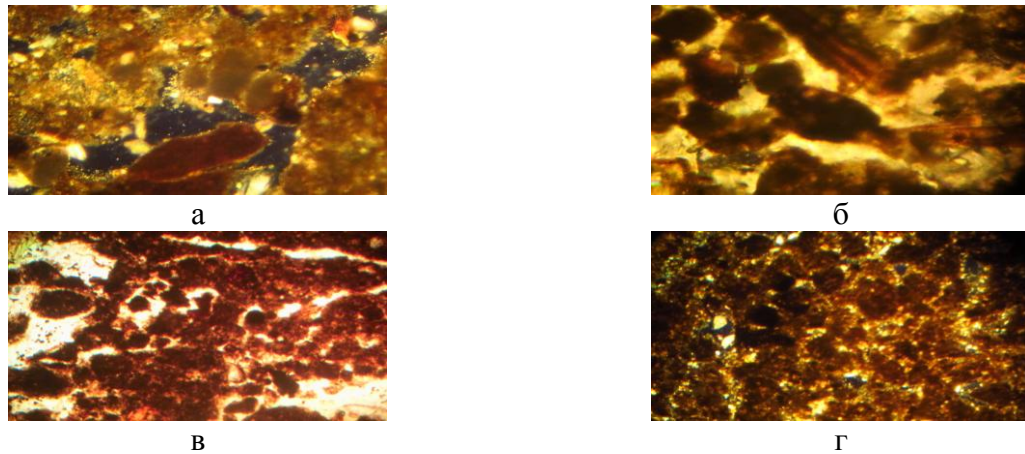


Рис. 6.7 – Мікроморфологічні особливості горизонтів P₁kt 0-6 см та P₂kt 6-20 см

a – не прозорі карбонатні утворення X 60 нік ||; *б* – рослинні залишки на різних стадіях розкладення X 60 нік ||; *в* – загальний вигляд X 60 нік ||; *г* – вуглеподібні залишки в плазмі X 100 нік ||

P₃kt 28-96 см: Забарвлення відносно однорідне. Доволі щільний горизонт, з розвиненою поровою системою. Відсоткове співвідношення мінеральної частини становить 35 %. Переважає дрібна та пилювата фракція мінеральних зерен. Середні та великі за розміром мінеральні зерна в площині шліфа зустрічаються в одиничних екземплярах, розміщені неоднорідно. Добре відсортовані зерна за розміром. Найбільш характерна для зерен форма близька до округлої, або дещо витягнута, рідше трапляються трикутної форми. Форма зерен напівокатана та окатана. Плазма гумусо-карбонатно-залізисто-глиниста. Гумусова частина плазми представлена одиничними дрібними та великими вугільними рештками рослин, які нерівномірно розміщені в площині шліфа (рис. 6.8.a). Карбонати представлені дрібнозернистим кальцитом. Залізиста частина плазми представлена бурими аморфними в згустках гідроокисами заліза. Вони представлені мікрозонами різними за розміром, краї дифузні, не чіткі. Глиниста частина плазми з двозаломленням, не орієнтована. Органічна речовина представлена одиничним зрізом кореня та невеликою кількістю вугільних часток, які

нерівномірно розміщуються у площині шліфа. Елементарне мікроскладення плазмово-пилувате. Мікроустрій губчастий, поровий простір представлений міжагрегатними пустотами, каналоподібними порами, та замкнутими зі складною формою. В деяких порах стінки встелені вицвітами дрібнозернистого кальциту. Горизонт погано агрегований, агрегати в основному прості (рис. 6.8.б). Новоутворення представлені бурими аморфними згустками гідроокисів заліза та дрібнозернистим кальцитом.

P₄kt 96-155 см: Щільний, однорідно забарвлений горизонт, не агрегований з погано розвиненим поровим простором. Елементарне мікроскладення плазмово-пилувате (рис. 6.8.в). Відсоткове співвідношення мінеральної частини 35 %. Переважає дрібна та пилувата фракція мінеральних зерен. Середні та великі за розміром мінеральні зерна в площині шліфа зустрічаються в одиничних екземплярах, розміщені неоднорідно. Добре відсортовані зерна за розміром. Найбільш характерна для зерен форма близька до округлої. Плазма карбонатно-залізисто-глиниста. Карбонати представлені дрібнозернистим кальцитом. Залізиста частина плазми представлена бурими аморфними в згустках гідроокисами заліза. Вони представлені мікронами різними за розміром, краї дифузні, не чіткі, у порівнянні з попереднім горизонтом вона гірше виражена. Глиниста частина плазми з двозаломленням, не орієнтована. Мікроскладення – компактне. Поровому простору належить незначна доля. Найбільш характерні для цього горизонту каналоподібні пори та замкнуті пори-камери. В деяких порах по їх стінках є вицвіти дрібнозернистого кальциту.

P₅kt 155-205 см: Дещо темніший за попередній горизонт за рахунок появи мікрозон просочених гумусом. Рихлий та агрегований горизонт. Збільшується площа порового простору. Елементарне мікроскладення плазмово-пилувате. Відсоткове співвідношення мінеральної частини 30 %. Переважає дрібна та пилувата фракція мінеральних зерен. Середні та великі за розміром мінеральні зерна в площині шліфа зустрічаються в одиничних екземплярах, розміщені неоднорідно. Добре відсортовані зерна за розміром.

Найбільш характерна для зерен форма близька до округлої. Плазма карбонатно-гумусо-глиниста. Карбонати представлені дрібнозернистим кальцитом. Гумусова частина плазми представлена чорним гумусом, яких неоднорідно просочує матеріал основи та дрібними гумонами. Глиниста частина плазми з двозаломленням, не орієнтована. Мікроустрій рихлий. Основна доля порового простору припадає на міжагрегатний простір, незначну кількість складають замкнені пори складної форми (рис. 6.8.г). Агрегований горизонт. Агрегати когуальційного походження. Розміри і їх форма сильно варіюють.

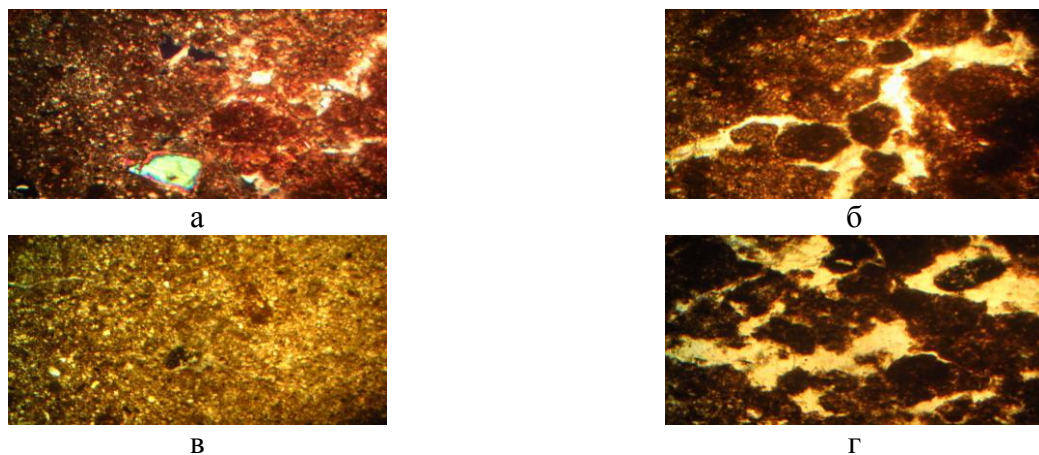


Рис. 6.8 – Мікроморфологічні особливості горизонтів P_3 kt 28-96 см, P_4 kt 96-155 см та P_5 kt 155-205 см

a – вуглеподібні залишки розсіяні в площі шліфа X 60 нік ||; *б* – прості агрегати в порі X 60 нік ||; *в* – плазмово-пилувате мікроскладення X 60 нік ||; *г* – порова система X 100 нік ||

Мікροструктура не однорідна за профілем. Переважає плазмово-пилувата у трьох нижніх горизонтах. (P_3 kt 28-96 см, P_4 kt 96-155 см, P_5 kt 155-205 см). В першому горизонті P_1 kt 0-8 см мікροструктура – піщано-пилувато-плазмозна, в другому P_2 kt 8-28 см – пилувато-плазмозна. Зерна скелету верхнього горизонту P_1 kt 0-8 см представлені в більшості великими, та дрібними мінералами. Фракція великих зерен мінералів представлена карбонатними утвореннями, їх форма близька до округлої, без гострих кутів. На відміну від попереднього горизонту скелет горизонту P_2 kt 8-28 см переважно представлений пилуватою фракцією, карбонатні утворення представлені значно меншою кількістю і самі вони менші за розмірами. В наступних горизонтах (P_3 kt 28-96 см, P_4 kt 96-155 см, P_5 kt 155-205 см) скелет

відносно однорідний. Переважає дрібна та пилювата фракція мінеральних зерен. Найбільш характерна для зерен форма близька до округлої. Плазма не однорідна по профілю (табл. 6.2). З глибиною частка гумусової частини плазми зменшується частка карбонатної плазми збільшується. Відмінністю є горизонт P_4kt 96-155 см, в якому гумусова частка плазми взагалі відсутня. Рослинні рештки зустрічаються тільки у перших трьох горизонтах (P_1kt 0-8 см, P_2kt 8-28 см та P_3kt 28-96 см). Мікроскладення не однорідне по профілю (табл. 6.2). З глибиною площа порового простору зменшується. В горизонті P_1kt 0-8 см пори в основному представлені міжагрегатним простором. В горизонті P_2kt 8-28 см в більшості випадків пори схожі на каналоподібні, які повторюють форму мікроагрегатів. В горизонті P_3kt 28-96 см поровий простір представлений міжагрегатними пустотами, каналоподібними порами, та замкнутими із складною формою. На відміну від попередніх горизонтів цей горизонт погано агрегований. Для наступного горизонту P_4kt 96-155 см найбільш характерні каналоподібні пори та замкнуті пори-камери. Поровому простору належить незначна доля. Основна доля порового простору горизонту P_5kt 155-205 см припадає на між агрегатний простір, незначну кількість складають замкнені пори складної форми.

Найбільш добре агрегований верхній горизонт P_1kt 0-8 см складений мікроагрегатами за генезисом коагуляційного та біогенного походження. Більшість мікроагрегатів близькі до округлої форми та дрібні за розміром. Мікроагрегати горизонту P_2kt 8-28 см в більшості випадків коагуляційного походження, із складною формою та великі за розмірами. Агрегати наступних горизонтів коагуляційного походження. Розміри і їх форма сильно варіюють (табл. 6.2).

Найбільш характерні новоутворення для цього профілю є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах. В горизонтах P_3kt 28-96 см та P_4kt 96-155 см відмічено бурі аморфні гідроокиси заліза. Цей тип новоутворень хемогенного походження, які утворюються внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами

розчинів та їх швидким випаровуванням. Цей тип ґрунтового профілю можна віднести до карбонатного профілю з розвиненою зоною міграції.

Таблиця 6.2

Основні мікроморфологічні особливості дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах

| Горизонт | Тип кутан та новоутворень | Мікроустрій | Плазма | Мікроструктура |
|------------------------------|---|-------------|--------------------------------------|--------------------------|
| P ₁ kt 0-8 см | дрібнозернистий кальцит | рихлий | гумусо-глинисто-карбонатна | піщано-пилувато-плазмова |
| P ₂ kt 8-28 см | дрібнозернистий кальцит | поровий | гумусо-карбонатно-глиниста | пилувато-плазмова |
| P ₃ kt 28-96 см | дрібнозернистий кальцит, гідроокис заліза | губчатий | гумусо-карбонатно-залізисто-глиниста | плазмово-пилувата |
| P ₄ kt 96-155 см | дрібнозернистий кальцит, гідроокис заліза | компактний | карбонатно-залізисто-глиниста | плазмово-пилувата |
| P ₅ kt 155-205 см | дрібнозернистий кальцит | рихлий | карбонатно-гумусо-глиниста | плазмово-пилувата |

Висновки до розділу: в ході досліджень було встановлено, що основні мікроморфологічні особливості будови профілю дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах обумовлені різними властивостями та походженням насипних шарів. Верхні горизонти найбільш піддаються трансформації нового середовища. Це проявляється у ерозії кальцієвих утворень, та дії біологічних агентів. Ознаки останніх виражаються у появі гумусової плазми, вуглеподібних рослинних залишків, появі біогенних мікроагрегатів та пор.

В розділі 6 використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела із списку літератури: 1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 226, 228, 230-232, 234, 237, 241, 243, 248-249.

РОЗДІЛ 7

МАКРО- ТА МІКРОМОРФОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ПЕДОЗЕМІВ

В моделі (конструкція) технозему, представленого дерново-літогенними ґрунтами на педоземах (П), яка досліджувалась, на технічну суміш лесоподібних і червоно-бурих суглинків нанесено 70 см шар чорнозему південного (горизонти Н та Нр). Загальна площа моделі – 2,7 га. В сільськогосподарському освоєнні – з 1973 року.

В представленій моделі технозему тривалий час (1992 – 2008 рр.) проводилися польові дослідження з багаторічними полікомпонентними агрофітоценозами: дослідними бобовими культурами були люцерна посівна (*Medicago sativa* L.), еспарцет піщаний (*Onobrychis arenaria* (Kit.) DC), буркун білий (*Melilotus albus* Medic.); злакові компоненти – стоколос безостий (*Bromopsis inermis* (Leyss.), житняк вузькоколосий (*Agropyron desertorum* Schult.) та райграс високий (*Arrhenatherum elatius* (L.) J. Et Presl). Після тривалого періоду польових досліджень розпочався період самозаростання, який триває і натеper. Встановлено, що рослинний покрив педоземів представлений двома основними асоціаціями: злаковою з перевагою стоколосу безостого (*Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub) та бобовою з перевагою буркуна жовтого (*Melilotus officinalis* (L.) Desr.). Загалом виявлено 25 видів трав'янистих рослин. Серед яких часто зустрічаються скереда покрівельна (*Crepis tectorum* L.), суріпиця звичайна (*Barbarea vulgaris* W.T. Aiton *typustypus*), люцерна хмелевидна (*Medicago lupulina* L.), берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.), пирій повзучий (*Elymus repens* (L.) Gould), вика мишачий горошок (*Vicia cracca* L.). [1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 225-226, 230-231, 234, 237, 241-242, 248-249].

Морфологічна будова розрізу технозему (II)

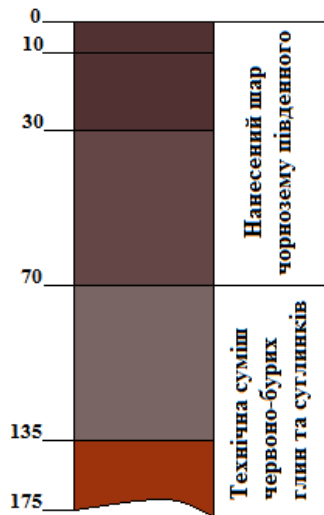


Рис. 7.1 - Схема морфологічної будови розрізу II

H_{1t} 0-10 см: Темно-сірий структурований суглинок, однорідний за складом і забарвленням, рихлий, багато корневих закінчень трав. Зустрічається білозірка. Тріщинуватість не значна. Скипання середньої інтенсивності. Перехід до наступного горизонту малопомітний за зміною щільності.

H_{2t} 10-30 см: Темно-сірий із бурим відтінком, гумусований, рихлий, пилювато-дрібнозернистої структури. Насичений домішками білозірки рихлий, відмічена незначна тріщинуватість. Зустрічається багато корневих закінчень трав. Пістрявість майже

не виражена, місцями зустрічаються примазки світло-коричневого кольору, включення середнього гранулометричного складу. Бурхливе скипання. Перехід до наступного горизонту виразний за зміною кольору.

H_{3pt} 30-70 см: Темно-сірий зі світло-бурим відтінком гумусований суглинок, досить щільний, безструктурний, значна пістрявість зумовлена механічними домішками до чорнозему світлопалевої глини, а також темно-сірої глини і ясно-сірого каміння; інколи з включенням оливково-зеленої глини, фрагментами більш виражена білозірка. Бурхливе скипання. Перехід чіткий за кольором.

H_{4pt} 70-135 см: Світло-сірий суглинок, гумусований, щільний із слабо вираженою пилювато-крупнозернистою структурою. Значна пістрявість через механічні домішки оливково-зеленої щільної глини, а також вкраплень ясно-сірої більш щільної глини. Корені дуже тонкі зустрічаються зрідка до глибини 135 см. Скипання бурхливе. Перехід до наступного горизонту чіткий за кольором.

P_{3t} 135-175 см: Червоно-бура глина, дуже щільна, безструктурна; пістрявість обумовлена домішками масної темно-сірої глини та насиченням

білозіркою. Зустрічаються окремі кореневі закінчення. Бурхливе скіпання. Перехід до наступного горизонту чіткий за кольором.

Результати визначення гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на педоземах наведено в таблиці 7.1, а профільний розподіл гранулометричних елементів наведено на рисунку 7.2. За результатами аналізу було встановлено переважання крупного пилу та мулистий фракції. Вміст крупного пилу майже однорідний за профілем і становить 37,08 %. Винятком є шари Н₂t та Р₃t, в яких вміст фракції крупного пилу становить 41,20 % та 12,36% відповідно. Вміст мулистий фракції також майже однорідний по профілю і становить близько 30%, коливаючись від 29,32% в шарі Н₃p₁t до 34,20% в шарах Н₁t та Н₄p₂t. Значні втрати від обробітку НСІ, які коливаються від 13,40 % до 16,80 % обумовлені значним вмістом карбонатів.

Таблиця 7.1

Гранулометричний склад дерново-літогенних ґрунтів на педоземах

| Горизонт | Фракції механічних елементів (мм), % | | | | | | | Втрати від НСІ% |
|--|--------------------------------------|-----------|-----------|------------|-------------|--------|-------|-----------------|
| | 1-0,25 | 0,25-0,05 | 0,05-0,01 | 0,01-0,005 | 0,005-0,001 | <0,001 | <0,01 | |
| Н ₁ t (0-10) | 3,09 | 0,91 | 37,08 | 8,24 | 16,48 | 34,20 | 58,92 | 13,60 |
| Н ₂ t (10-30) | 1,65 | 7,63 | 41,20 | 8,24 | 8,24 | 33,04 | 49,52 | 4,20 |
| Н ₃ p ₁ t (30-70) | 0,82 | 16,30 | 37,08 | 12,36 | 4,12 | 29,32 | 45,80 | 4,60 |
| Н ₄ p ₂ t (70-135) | 2,06 | 6,26 | 37,08 | 8,24 | 12,36 | 34,00 | 54,60 | 13,40 |
| Р ₃ t (135-175) | 0,62 | 12,54 | 12,36 | 4,12 | 37,08 | 33,28 | 74,48 | 16,80 |



Рис. 7.2 – Профільне зображення гранулометричного складу дерново-літогенних ґрунтів на педоземах

За результатами визначення вмісту гумусу в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на педоземах встановлено, що техноземи

відносяться до потужних слабогумусованих. Розподіл вмісту гумусу за профілем наведено на рисунку 7.3.

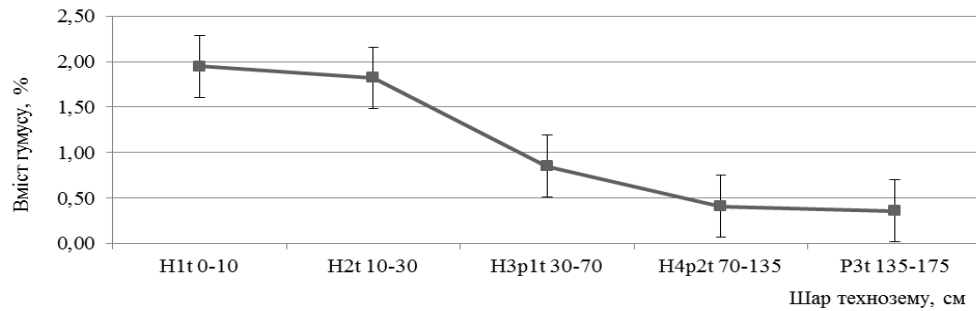


Рис. 7.3 – Профільний розподіл вмісту гумусу в техноземах представлених педоземами

У педоземах активність фосфатази поступово знижується з глибиною. Найбільші значення прослідковуються у верхніх шарах. Загалом активність фосфатази за профілем поступово зменшується від 2,1 мг P_2O_5 / 10 г ґрунту за 24 години в шарі Н₁t до 1,25 мг P_2O_5 / 10 г ґрунту за 24 години в шарі Р₃t (рис. 7.4) [228, 243].

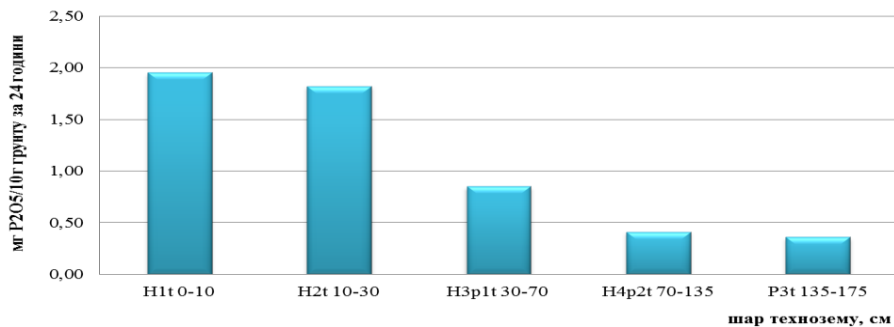


Рис. 7.4 – Активність фосфатази у профілі дерново-літогенних ґрунтів на педоземах

Щільність ґрунту сильно впливає на поглинання вологи, газообмін в ґрунті, на розвиток кореневої системи та інтенсивність мікробіологічних процесів. Щільність досліджуваних педоземів поступово збільшується в глиб профілю з 1,39 г/см³ в шарі Н₁t до 1,61 г/см³ в шарі Н₄p₂t. Деяко відрізняється шар Р₃t, де щільність становить 1,45 г/см³ (рис. 7.5.а). Зміни загальної пористості по профілю наведені на рис. 7.5.б. Пов'язані між собою показники щільності твердої фази ґрунту та шпаруватості аерації, а також їх зміна за профілем наведені на рисунку 7.6 [232].

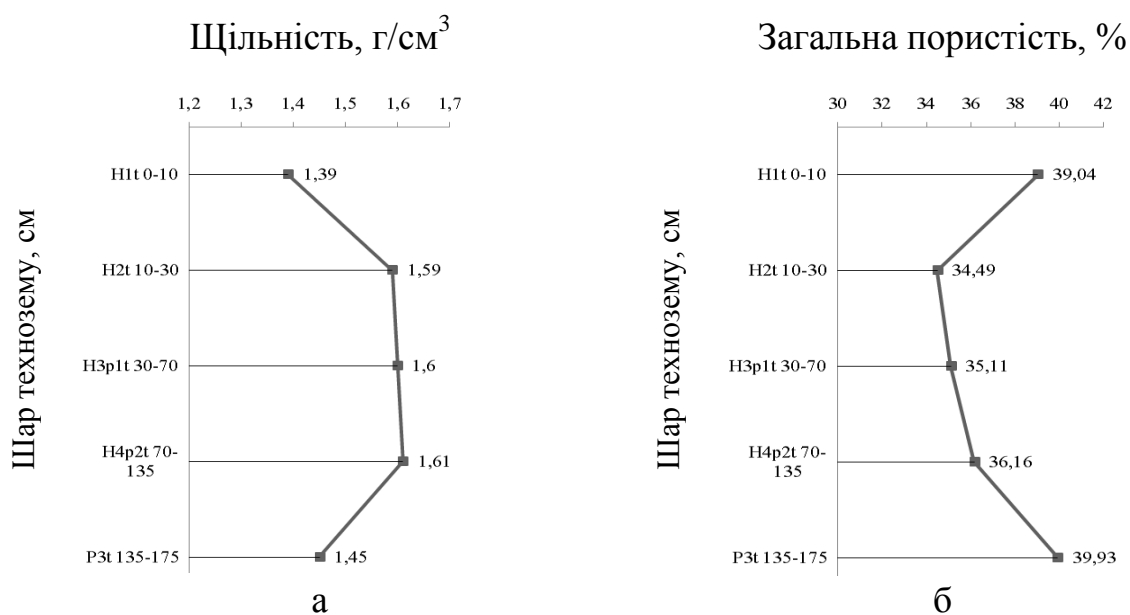


Рис. 7.5 – Профільний розподіл щільності (а) та загальної пористості (б) в техноземах представлених дерново-літогенними ґрунтами на педоземах

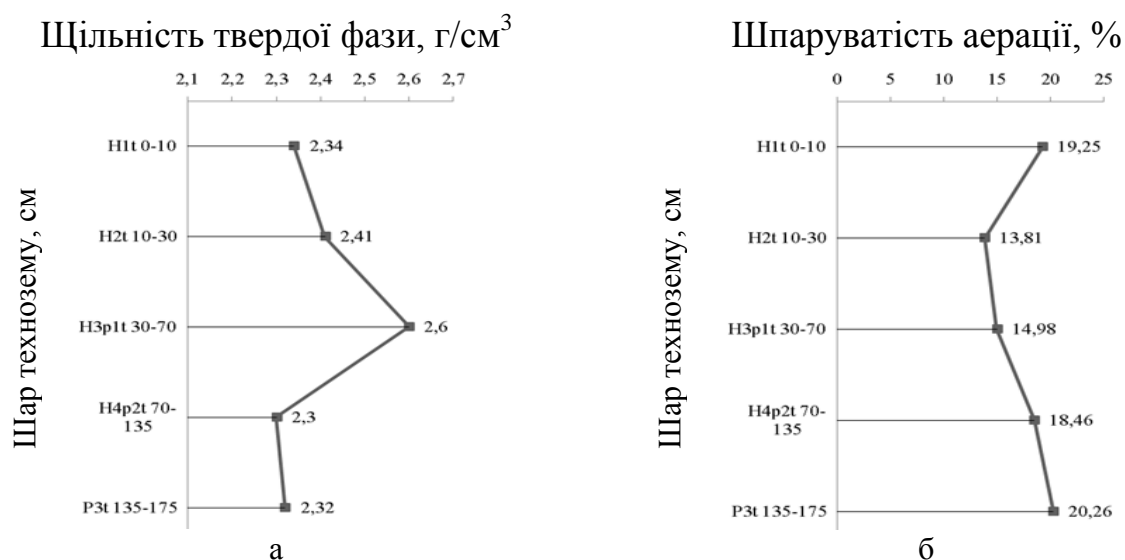


Рис. 7.6 – Профільний розподіл щільності твердої фази (а) та шпаруватості аерації (б) в техноземах представлених педоземами

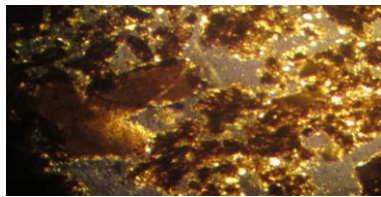
Мікроморфологічна будова розрізу технозему (II)

H₁t 0-10. Оструктурений горизонт з розвиненою поровою системою. Забарвлення коричневе, неоднорідне, з більш темними мікронами. Мінеральна частина представлена в основному пилюватою фракцією, середні та великі зерна представлені в незначній кількості. Процентне співвідношення мінеральної частини становить 36 %. В площі шліфа знаходиться непрозоре білого кольору зерно мінералу (рис. 7.7.a). Зерна

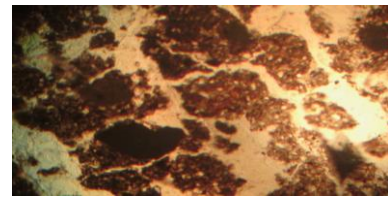
добре окатані, кородовані зі слідами вивітрення. Дрібні зерна орієнтовані по порах, краям агрегатів та великим зернам мінералів. Плазма пилувато-гумусо-глиниста. Гумусова частина складається з аморфного бурого гумусу. Пилувата частина розміщується в площині шліфа нерівномірно. Заповнює частково порожнечу та вкриває агрегати та стінки пор. Глиниста частина орієнтована, з двозаломленням, здатна до перебудови. Органічна речовина представлена рослинними залишками, в основному свіжими, не розкладеними. Переважає аморфний бурий гумус, чорний представлений одиничними гумонами рідко розсіяними в площі шліфа (рис. 7.7.б). Розвинений поровий простір, переважає рихле мікроскладення. По площі переважає міжагрегатний простір, незначна доля приходить на пори тріщини, які розташовані у мікроагрегатах. Добре структурований горизонт. Мікроагрегати представлені двома типами: прості та складні. Можна вирізнити більш характерні форми – близька до округлої, або складні. Кутани представлені скелетанами які розміщуються по поверхні пор, агрегатам і великим мінеральним зернам.

H₂t 10-30. Забарвлення шліфа неоднорідне, коричнево-темно-чорне з білими плямами. Воно обумовлене включенням в матеріал основи непрозорих, білого кольору мінералів, залізисто-марганцевих агрегатів та гумусу. Порівняно з попереднім горизонтом зменшується частка порового простору. Процентне співвідношення мінеральної частини приблизно 50%. Зерна мінералів в площині шліфа розташовуються нерівномірно. Є мікрозони з більшою концентрацією та мікрозони, в яких щільність мінеральних зерен значно менша. Спостерігається смугаста і порова орієнтація. Значна частина припадає на середню за розмірами та пилувату фракцію. Невелика кількість зерен крупної фракції, в основному вони представлені білими непрозорими мінералами, які включені у матеріал основи. Для зерен характерна кородованість і сліди вивітрення. Плазма гумусо-залізисто-глиниста, з двозаломленням, орієнтована. В площині шліфа можна виділити різні мікрозони з переважанням однієї чи іншої частини. В деяких мікрозонах

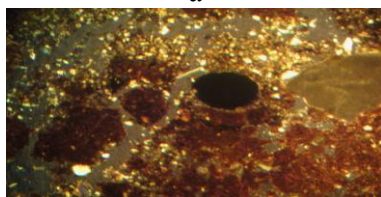
плазма однорідна, без домішок. Можна виділити ділянки залізистої плазми світло-бурого кольору, без додавання гумусової частини, яка відрізняється від інших набором іншого порового простору. Досить чіткі межі переходу в гумусо-глинисту, або глинисту плазму, яка займає значну частку від загальної площі шліфа. Може включатись в глинисту плазму або знаходитись по порах з чіткими межами (рис. 7.7.в). Органічна речовина представлена бурим і чорним гумусом, вуглеподібними рештками та поодинокими свіжими рослинними залишками (рис. 7.7.г). Глиниста частина з двозаломленням в основному неорієнтована. Гумусова плазма представлена ділянками з темним забарвленням. Займає незначний відсоток від загальної площі. Представлена бурим, аморфним гумусом і чорним. Гумони представлені округлими чорними цятками, які приурочені до темних, забарвлених гумусом ділянок. Мікроскладення горизонту – порове. Внаслідок ущільнення порова доля зменшується, значно збільшується кількість витягнутих пор, з'являються закриті пори зі складною формою. В мікронах з залізистою плазмою, внаслідок її розтріскування, з'являються тріщини з розгалуженням. Стінки пор, мікроагрегати та великі мінерали можуть вкриватись пилюватими скелетанами, глинистими або залізо-глинистими кутанами. Агрегований горизонт. Форма агрегатів в багатьох випадках обумовлюється стисканням.



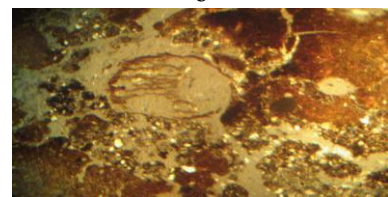
а



б



в



г

Рис. 7.7 – Мікроморфологічні особливості горизонтів H_{1t} 0-10 та H_{2t} 10-30
 а – зерна скелету, розсіяні в матеріалі основи X 60 нік ||; б – прості агрегати в порі X 60 нік||;в – плазмово-пилювате мікроскладення X 60 нік ||; г – порова система X 100 нік ||

Н_{3p1t} 30-70. Більш щільний горизонт, доля порового простору зменшується. Неоднорідно забарвлений. Скелет представлений в основному дрібною та пилюватою фракцією, середніх та великих за розміром мінеральних зерен значно менше за попередні горизонти. Для цього горизонту характерно орієнтування мінеральних зерен у порах (більш чітко це видно у мікронах де мікроагрегати внаслідок ущільнення утворюють вузькі пори) та смугасте у матеріалі основи. Процентне співвідношення мінеральної частини приблизно 20%. Більшість зерен добре окатані і їх форма в більшості випадків округла. Плазма залізо-гумусо-глиниста. Залізна частина представлена у вигляді поодиноких світло-бурих утворень. Глиниста частина представлена чорним гумусом, орієнтована. Знаходиться в основному у вигляді відокремлених мікроагрегатів, або покривів по агрегатах або порам, нерівномірно насичує матеріал основи. Глиниста частина – з двозаломленням, неорієнтована. Органічна речовина представлена чорним гумусом, який нерівномірно насичує матеріал основи та свіжими рештками – зрізами коренів, їх кількість незначна (рис. 7.8.а). Внаслідок ущільнення поровий простір зменшується, це основний фактор, який обумовлює форму пор. В залежності від щільності, можна вирізнити та мікронах мікроскладення – рихлим і поровим (рис. 7.8.б). Дещо гірше агрегований горизонт, але трапляються викиди ґрунтової мезофауни та агрегати фітогенного походження.

Н_{4p2t} 70-135. Неоднорідно забарвлений горизонт (рис. 7.8.в), агрегований з розвиненою поровою системою. Найбільше припадає кількість на дрібну та пилювату фракцію зерен. Фракція середніх за розміром зерен представлена одиничними екземплярами. Великі за розміром – представлені білими, непрозорими мінералами, які неоднорідно розміщені в ґрунтовій масі. Процентне співвідношення мінеральної частини складає 30 %. Спостерігається орієнтування дрібною та пилюватою фракції по порах. В деяких випадках присутнє смугасте орієнтування, яке виникло внаслідок заповнення вузьких пор зернами мінералів. Зерна мінералів добре окатані,

великі з тріщинами та короновані. Плазма залізисто-гумусно-глиниста. Залізиста частина представлена окремими мікрозонами світло-бурого кольору нерівномірно розміщеними в площині шліфа. Гумусна частина представлена чорним гумусом який нерівномірно промочує матеріал основи (рис. 7.8.г). В деяких випадках може огортати мікроагрегати. Глиниста частина з двозаломленням, неорієнтована. Поровий простір добре розвинений в більшості представлений міжагрегатними пустотами. В залежності від щільності – площа пустот коливається в той чи інший бік. Агрегати можна вирізнити як складні, так і прості. Незалежно від складності їх можна окремо розрізнити по речовинному складу. Виділено 3 типи: глинисті, частково насичені гумусом і насичені гумусом мікроагрегати. Для цього горизонту характерні залізисті новоутворення, які представлені світло-бурими мікрозонами в площині шліфа, та скелетани, які вкривають стінки пор, або їх повністю заповнюють.

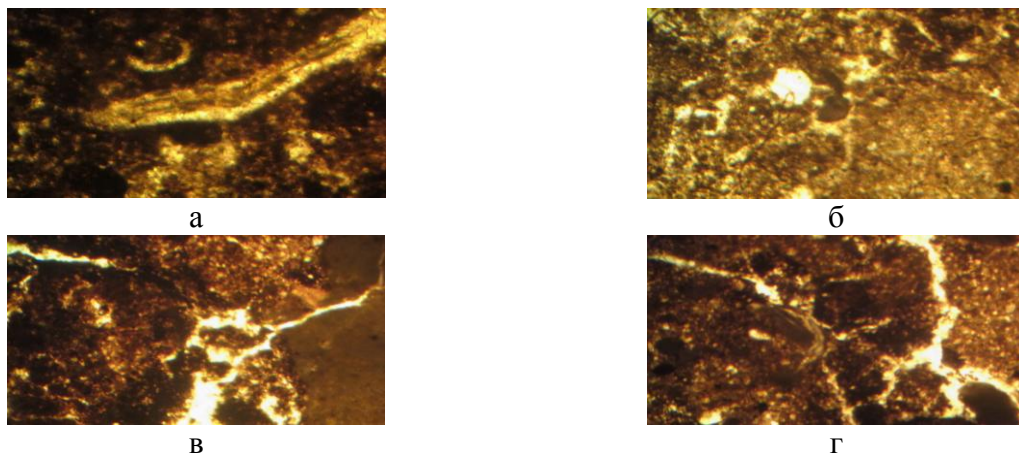
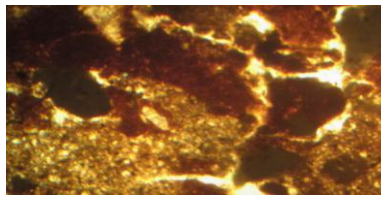


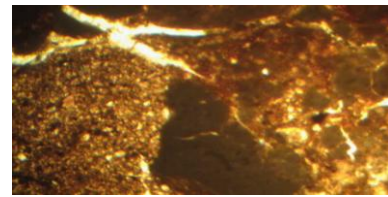
Рис. 7.8 – Мікроморфологічні особливості горизонтів Н₃p₁t 30-70 та Н₄p₂t 70-135
a – свіжий залишок кореня в порі X 60 нік ||; *б* – порова система X 60 нік ||; *в* – неоднорідний матеріал основи X 60 нік ||; *г* – неоднорідне насичення гумусом матеріалу основи X 60 нік ||

Р₃t 135-175. Світло-коричневий горизонт із вкрапленнями світло-бурого кольору. Порівняно з попередніми горизонтами – більш щільний, найгірше оструктурений та з меншим відсотком порового простору. Скелет за співвідношенням фракцій – схожий на інші горизонти. Процентне співвідношення мінеральної частини складає 30 %. Зерна не орієнтовані. Інколи присутні витягнутої форми зерна. Плазма залізисто-глиниста.

Залізиста частина представлена світло-бурими утвореннями, в основному з чіткими межами, в деяких випадках вони згладжені та переходять в глинисту плазму (рис. 7.9.а). Глиниста частина із двозаломленням, неорієнтована. Поровий простір представлений міжагрегатними пустотами, каналоподібними та замкненими порами зі складною формою. Погано агрегований горизонт, представлений здебільшого простими, округлими мікроагрегатами (рис. 7.9.б). Також їх можна розрізнити за речовинним складом на 2 типи – залізисті та глинисті. Новоутворення представлені світло-бурими залізистими формуваннями.



а



б

Рис. 7.9 – Мікроморфологічні особливості горизонту P_{3t} 135-175
 а – свіжий залишок кореня в порі X 60 нік ||; б – порова система X 60 нік ||.

Мікроструктура майже однорідна за профілем. Зерна скелету по профілю добре окатані, кородовані зі слідами вивітрення. Скелет відносно однорідний по всьому профілю, співвідношення мінеральної частини коливається від 20 до 50%. Плазма змінюється по профілю від пилувато-гумусо-глинистої до залізисто-глинистої (табл. 7.2). Мікроскладення однорідне по профілю, за винятком нижнього горизонту P_{3t} 135-175. Порівняно з попередніми горизонтами він більш щільний, найгірше оструктурений та з меншим відсотком порового простору. Поровий простір в основному представлений міжагрегатними пустотами, каналоподібними та замкненими порами зі складною формою. Найбільш характерні новоутворення для цього профілю є скелетани, та глинисті або залізо-глинисті кутани. Цей тип новоутворень хомогенного походження, які утворюються внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням. Цей тип ґрунтового профілю можна віднести до карбонатного профілю з розвиненою зоною міграції.

Основні морфологічні особливості та новоутворення дерново-літогенних ґрунтів на педоземах

| Горизонт | Тип кутан та новоутворень | Мікроустрій | Плазма | Мікроструктура |
|-----------------------------|--|------------------|----------------------------|-------------------|
| H _{1t} 0-10 см | скелетани | рихлий | пилувато-гумусо-глиниста | плазмово-пилувата |
| H _{2t} 10-30 см | скелетани, глинисті або залізо-глинисті кутани | поровий | гумусо-залізисто-глиниста | плазмово-пилувата |
| H _{3p1t} 30-70 см | скелетани, глинисті або залізо-глинисті кутани | рихлий і поровий | залізисто-гумусо-глиниста | плазмово-пилувата |
| H _{4p2t} 70-135 см | залізисті кутани та скелетани | поровий | залізисто-гумусно-глиниста | плазмово-пилувата |
| P _{3t} 135-175 см | світло-бурі залізисті формування | поровий | залізисто-глиниста | плазмово-пилувата |

Висновки до розділу: не дивлячись на неоднорідне забарвлення верхніх горизонтів, їх основні речовинні компоненти взаємно насичують один одного. Внаслідок їх неоднорідної концентрації утворюється не гомогене забарвлення. З глибиною утворення з різним речовинним складом стають більш однорідні, випадки їх взаємопроникнення стають рідше. Здебільшого у випадках коли по порах чи тріщинам гумус насичує матеріал нижніх горизонтів. Верхні горизонти піддаються найбільшому впливу рослинності. Формотворну роль коренів можна відмітити аж до горизонту H_{4p2t} 70-135.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 1, 61, 64-80, 85-97, 219-220, 225-226, 228, 230-232, 234, 237, 241-243, 248-249.

РОЗДІЛ 8

ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІКРОБУДОВИ ТЕХНОЗЕМІВ

Формування штучних едафотопів можна розділити на декілька важливих етапів: перший – технічний (формування шарів на ділянках рекультивації) з 1968 по 1972 рр. та другий – період сільськогосподарського використання з 1973 та натепер. Важливість та потреба виділення цих періодів необхідні для розуміння подальшого протікання механізмів ґрунтоутворення на ділянках рекультивації.

В перший період формування ділянок рекультивації на розкривні породи впливали антропічні та абіотичні чинники, а саме: переміщення, змішування цих порід важкою технікою, просідання під дією опадів та гравітації. По технологічному завданню ці процеси продовжувались протягом 3 років. В даний проміжок часу породи піддавалися інтенсивній механічній обробці, що значною мірою зумовило зміну фізичних характеристик цих порід (щільність, агрегованість, гранулометричний склад, пористість та ін.). При формуванні ділянок рекультивації звертаємо увагу на процеси, які відбувались при перемішуванні порід з різними фізико-хімічними властивостями. Це формує своєрідні вкраплення, нові площі взаємодії різних порід і як наслідок утворення своєрідних «гібридів». Завершальним етапом для цього періоду є утворення стратиграфічних технологічних шарів для рекультивації та площ під використання сільськогосподарських культур.

В період сільськогосподарського використання ділянок рекультивації змінюються чинники, які впливають на ґрунтоутворні процеси в розкривних породах. Зменшується потужність та глибина механічного впливу та з'являється біогенний фактор у вигляді сільськогосподарських культур, які починають вирощувати на ділянках рекультивації. Механічній дії піддаються

тільки верхні шари, при цьому нижні горизонти найменше піддаються зовнішньому впливу.

В наших дослідженнях ми зосередили свою увагу на зміні макро- та мікроморфологічних особливостей під впливом сільськогосподарської рекультивації цих ділянок. Поява ознак змін під впливом біологічних чинників – найбільш вагома діагностична ознака змін у розкривних породах.

За допомогою еколого-мікроморфологічних досліджень техноземів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ з сільськогосподарської рекультивації земель відповідно до класифікації за Б.Г. Розановим (1988) нами було виявлено ознаки перебігу наступних груп елементарних ґрунтоутворювальних процесів: біогенно-акумулятивних та метаморфічних [224-225]. Під дією біологічних факторів найбільшої трансформації, яка відображається у домінуванні гумусової частини в плазмі піддаються верхні горизонти техноземів: дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах (два верхніх горизонти h_1P_{kt} 0-6 см та h_2P_{kt} 6-20 см), дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках (P_1kt 0–10 см та P_2kt 10–40 см), дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах (P_1kt 0-8 см, P_2kt 8-28 см та P_3kt 28-96 см), педоземів (H_1t 0-10, H_2t 10-30, H_3p_1t 30-70 та H_4p_2t 70-135). До складу плазми входить бурий гумус. З перерахованих вище варіантів, найбільшого впливу має гумусова складова плазми у двох останніх типах техноземів та проникає на глибину від 96 см до 135 см.

Найбільше органічних залишків зустрічається у верхніх горизонтах, це в основному свіжі зрізи коренів, або вуглеподібні частки. З глибиною вуглеподібні частки не трапляються. Органічні рештки можуть проникати на значну глибину та представлені свіжими зрізами коренів. Така закономірність характерна для усіх типів досліджуваних техноземів.

Для технозему ЧБГ характерні два типи мікроагрегатів – біогенного та коагуляційного походження. Найбільш оструктурені два верхні горизонти (P_1kt 0-8 см та P_2kt 8-28 см), доля мікроагрегатів біогенного походження більша за коагуляційного, але з глибиною, змінюється співвідношення за

походженням, та зрештою оструктуреність погіршується та зникає. Найбільш характерна форма мікроагрегатів у верхньому горизонті – округла, за розміром вони не великі. У горизонті P_2kt 8-28 см форма мікроагрегатів ускладнюється, збільшується їх розмір.

Оструктуреність технозему СЗГ дещо відмінна від попереднього варіанту. Горизонти h_1Pkt 0-6 см та h_2Pkt 6-20 см добре агреговані, на відміну від горизонтів P_3kt 20-145 см та P_4t 145-210 см. В основному мікроагрегати прості по всьому профілю та коагуляційного походження. Горизонт P_4t 145-210 см складений блоками розтріскування.

Поровий простір має значний вплив на агрономічні властивості природних та штучних ґрунтів. У дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках та дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах схожий тип порового простору та його розміщення по профілю: верхні горизонти найкраще оструктурені, але уже з наступним горизонтом доля порового простору та його походження змінюється. У верхніх горизонтах поровий простір біогенного походження, з глибиною він змінюється на абіотичний. На відміну від попередніх типів техноземів у дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах та педоземах тип порового простору характерний для всього профілю, це міжагрегатний простір, каналоподібні пори складної форми та тільки у нижніх горизонтах він змінюється на пори тріщини та пори-камери.

Для технозему ЛС найбільш характерними новоутвореннями для досліджуваного профілю є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах. Цей тип новоутворень має хомогенне походження, формується внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням.

В механічному складі дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках домінують пилювата та середня фракції, пилювато-плазмова мікроструктура, добре окатані зерна та їх згладжені кути вказують на інтенсивні процеси вивітрювання на дослідних ділянках.

Для технозему СЗГ характерне, для кожного горизонту, домінування карбонатів. У верхніх горизонтах, внаслідок дії кліматичних та біологічних чинників, карбонатні утворення значно менші за розмірами, кількість великих новоутворень – незначна. З глибиною, зменшується ефект вивітрювання, як наслідок – карбонатні частки значно більші за розмірами.

Новоутвореннями та кутанами дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах є дрібнозернистий кальцит, який насичує матеріал основи, та його вицвіти в порах. В горизонтах Р₃kt 28-96 см та Р₄kt 96-155 см відмічено бурі аморфні гідроокиси заліза. Цей тип новоутворень хемогенного походження, які утворюються внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням. Цей тип ґрунтового профілю можна віднести до карбонатного профілю з розвиненою зоною міграції.

Для дерново-літогенних ґрунтів на педоземах найбільш характерними новоутвореннями є скелетани, та глинисті або залізо-глинисті кутани. Цей тип новоутворень хемогенного походження, які утворюються внаслідок міграційного перенесення насичених карбонатами розчинів та їх швидким випаровуванням. Цей тип ґрунтового профілю можна віднести до карбонатного профілю з розвиненою зоною міграції.

Отже, під час сільськогосподарської рекультивації найбільшому середовищепетворюючому впливу піддаються варіанти техноземів дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах (ЧБГ) та педоземах (П). Це проявляється у наявності ознак біологічного впливу на основні складові мікроморфологічних характеристик та його найбільшу формотворну роль. Порівнявши мікроморфологічні властивості техноземів, встановлено, що саме вплив рослинного покриву має найбільший позитивний вплив на ґрунотвірний процес. Зі збільшенням числа представників ґрунтової мезофауни збільшується поровий простір, та зростає структурованість ґрунтових агрегатів. Дерново-літогенні ґрунти насичені дрібнозернистим кальцитом та збагачуються рослинними рештками, що розкладаються, за

рахунок трав'янистої рослинності, що активно взаємодіє з насипними едафотопами, які реанімують свою потенційну родючість генеруючи подібний до чорноземного типу ґрунтоутворення. Показники мікробудови в непорушному стані свідчать про те, що зростання мікроструктуроутворення знаходиться в наступній послідовності: дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах → дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку → дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах → дерново-літогенні ґрунти на педоземах.

На основі отриманих результатів для уточнення класифікаційних характеристик техноземів за Л.В. Єстеревською (2008, 2012) пропонуємо ввести доповнення (рис. 8.1), які відображають ефективність сільськогосподарської рекультивації на мікроморфологічному рівні: наявність гумусової частини в плазмі, мікроагрегати біогенного походження, рослинні залишки та наявність пор біогенного походження. Їх кількість, або інтенсивність як в горизонті, так і по профілю, можуть бути діагностичними ознаками перетворення техноземів [9-10].

РЕКУЛЬТОЗЕМИ

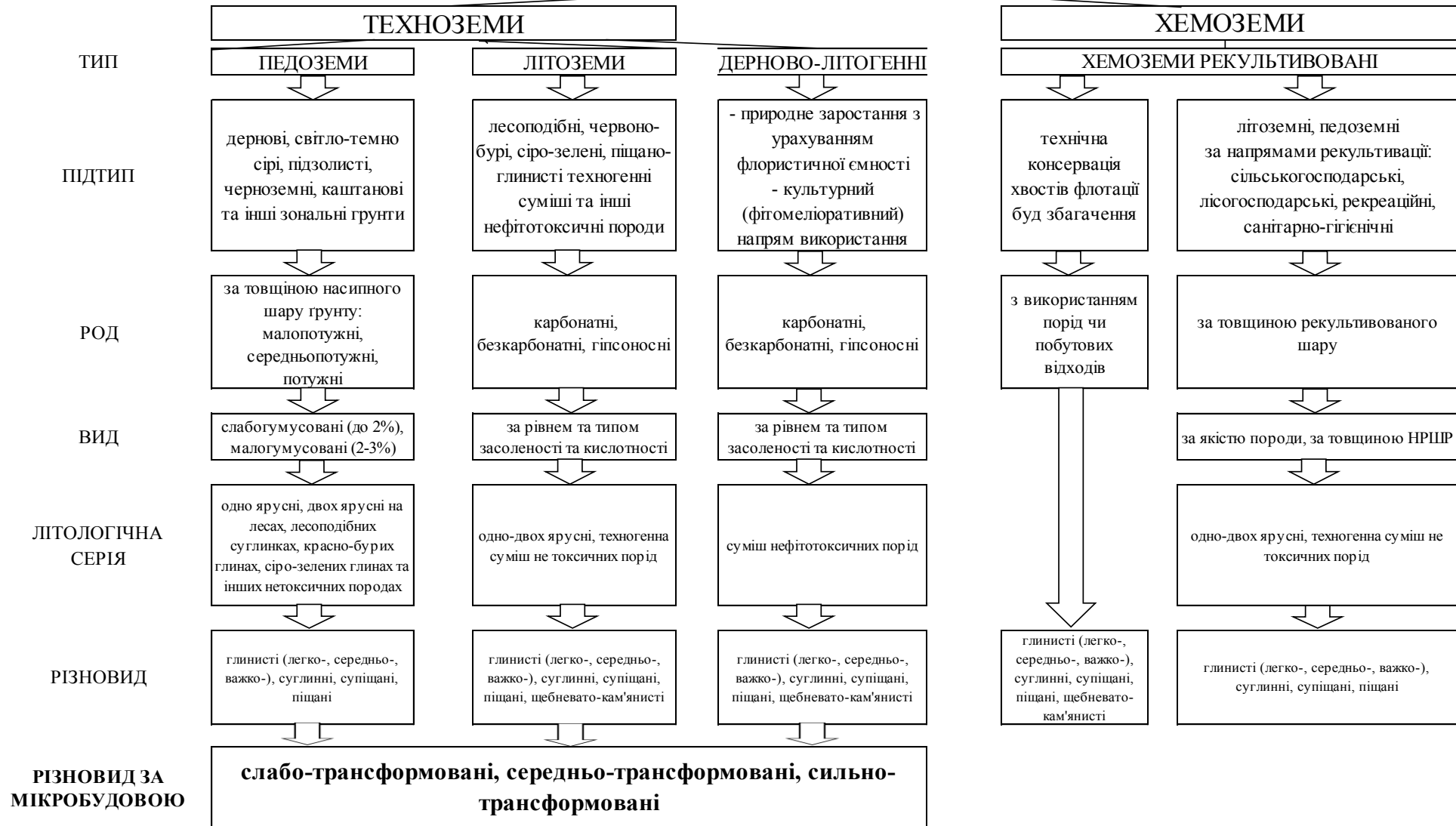


Рис. 8.1 – класифікація рекультоземів за Л.В. Єстеревською та ін. (2008, 2012) з нашими доповненнями

Таким чином техноземи варіанту дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах вважати слабо трансформованими під дією сільськогосподарської рекультивації. У цьому варіанті технозему, найбільш трансформовані два верхніх горизонти h_1P_{kt} 0–6 см та h_2P_{kt} 6–20 см. В горизонтах з'являються ознаки перетворень під дією механічної обробки та впливу сільськогосподарських культур на морфоутворення в техноземах. Інтенсивність цього впливу незначна, сягає лише близько 20 сантиметрів углиб профілю, при цьому у верхніх горизонтах чиниться сильніший вплив покривних порід.

Техноземи варіанту дерново-літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках вважати середньо трансформованими. Перетворенню піддаються два верхніх горизонти (P_1k 0–10 см та P_2k 10–40 см), але в цьому варіанті, останні більш потужні ніж попередній варіант технозему, а вплив сільськогосподарських культур призвів до збільшення органічної частини, біогенних агрегатів та пор.

Техноземи варіанту дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах та педоземи вважати сильно трансформованими. У цих варіантах, впливу сільськогосподарської рекультивації піддаються три верхніх горизонти (P_1kt 0–8 см, P_2kt 8–28 см та P_3kt 28–96 см) та (H_1t 0–10 см, H_2t 10–30 см, H_3p_1t 30–70 см та H_4p_2t 70–135 см), при цьому дія розкривної породи на формоутворення не велика.

Висновки до розділу: отже, використання методів еколого-мікроморфологічних досліджень дозволили встановити особливості сільськогосподарської рекультивації, які відображаються в інтенсивності змін техноземів під дією сільськогосподарських культур. Вони характеризуються появою нових характеристик для цих розкривних порід, а саме: появою в плазмі гумусової компоненти, утворенням порового простору біогенного походження, появою мікроагрегатів завдяки впливу на ці породи живих організмів та рослинні залишки на різних стадіях розкладання.

В розділі використано матеріали з відповідними посиланнями на такі наукові джерела зі списку літератури: 9-10, 224-225, 227, 229-236, 238-242.

ВИСНОВКИ

Використання еколого-мікроморфологічних методів дослідження дозволило виявити початкові етапи ґрунтоутворення на техноземах та встановити, що при сільськогосподарській рекультивації формотворними факторами є механічна та біологічна дія на техноземи, при цьому тип технозему визначає характер та інтенсивність сільськогосподарської рекультивації.

1. Рівень фосфатазної активності складних біогеоценотичних систем є чутливим кількісним показником на зміни екологічних умов техногенного середовища і надає реальне уявлення про процеси, що відбуваються в товщі едафотопів. Встановлено, що за ступенем активності фосфатази усі досліджувані дерново-літогенні ґрунти класифікуються як бідні, а педоземи як середні. Активність фосфатази у педоземах — середня до глибини 50 см, у дерново-літогенних ґрунтах — слабка за всією глибиною та найбільша у верхніх шарах техноземів.

2. Досліджувані техноземи характеризуються низьким вмістом гумусу та відносяться до слаборозвинених слабогумусованих. Аналіз вмісту гранулометричних елементів показали, що в техноземах переважає мулиста та пилувата фракції з незначними коливаннями по профілю. Відмічено, що фізичні властивості, які тісно пов'язані з гранулометричним складом, також мають певну закономірність зміни за профілем. Зі зменшенням дії біотичного фактора відбувається ущільнення досліджуваних техноземів в глиб профілю. Відповідно зі збільшенням щільності зменшується поровий простір та погіршуються умови аерації.

3. Виявлено, що найефективнішими показниками трансформації техноземів є поява органічної частини в плазмі, наявність біогенних мікроагрегатів, пор, які свідчать про різний ступінь середовищеперетворюючого впливу екосистеми, що формується.

4. Найбільший перетворювальний вплив біологічних факторів характерний для верхніх горизонтів педоземів (H_{1t} 0–10, H_{2t} 10–30, H_{3p1t} 30–70 та H_{4p2t} 70–

135). При цьому мікроагрегати біогенного походження поширені у верхніх горизонтах, а мікроагрегати нижніх горизонтів мають коагуляційне походження.

5. За зростаючим ступенем трансформації мікробудови техноземів при сільськогосподарській рекультивації можна розташувати в такій послідовності: дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах → дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку → дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах → педоземи.

6. Встановлено, що внаслідок насиченості дрібнозернистим кальцитом дерново-літогенних ґрунтів та активної взаємодії з трав'янистою рослинністю, яка збагачує їх рослинними рештками, що розкладаються, техноземи реанімують свою потенційну родючість, генеруючи близький до чорноземного типу ґрунтоутворення.

7. Діагностування у шліфах змін властивостей порід під впливом культур фітоценозу, який існує свідчить про високий ступінь впливу заходів сільськогосподарської рекультивації на ґрунтогенез досліджуваних техноземів.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Отримані результати досліджень щодо ступеня та швидкості трансформації техноземів, сформованих з плейстоцен-міоценових потенційно родючих розкритих гірських порід (лесоподібних суглинків, суміші червоно-бурих глин і суглинків та сіро-зелених мергелястих глинах) без покриття та з покриттям їх родючим шаром ґрунтової маси на етапі сільськогосподарської рекультивації надають змогу вносити зміни як на технічному етапі рекультивації, так і на біологічному, корегуючи час, тривалість та способи відсипки в залежності від гірських порід та технічних сумішей, які використовуються. Під час технічного етапу рекультивації виробництву рекомендовано використовувати техноземи за ефектом середовищеутворення: педоземи → дерново-літогенні ґрунти на червоно-бурих глинах → дерново-літогенні ґрунти на лесоподібному суглинку → дерново-літогенні ґрунти на сіро-зелених глинах, що визначається наявними ресурсами та економічною складовою технічного етапу рекультивації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Просторова агроекологія та рекультивация земель: монографія / О. А. Демидов, А. С. Кобець, Ю. І. Грицан, О. В. Жуков. – Дніпропетровськ: «Свідлер А.Л.», 2013. – 560 с.
2. Kubiena W. L. The soils of Europe / Kubiena. – London: Thomas Murby, 1953. – 298 p.
3. Белова Н. А. Экология, микроморфология, антропогенез лесных почв степной зоны Украины / Н. А. Белова. – Днепропетровск: ДНУ, 1997. – 264 с.
4. Белова Н. А. Естественные леса и степные почвы / Н. А. Белова, А. П. Травлеев. – Дніпропетровськ: ДНУ, 1999. – 348 с.
5. Парфенов Е. И. Руководство к микроморфологическим исследованиям в почвоведении / Е. И. Парфенов, Е. А. Ярилова. – Москва: Наука, 1977. – 198 с.
6. Gagarina E. I. Micromorphological method for studying soil / Gagarina. – St. Petersburg: St. Petersburg University Press, 2004. – 201 p.
7. Докучаев В. В. Русский чернозём / В. В. Докучаев. – М.–Л: Огиз" – "Сельхозгиз", 136. – 550 с.
8. Бронникова М. А. Кутанный комплекс текстурно-дифференцированных почв / М. А. Бронникова, В. О. Таргульян. – М: Академкнига, 2005. – 198 с.
9. Єстеревська Л. В. Рекультивовані ґрунти підходи до класифікації і систематики / Л. В. Єстеревська, Г. Ф. Момот, Л. В. Лехцієр. // 9. – 2008. – №3. – С. 147–150.
10. Єстеревська Л.В. Класифікація рекультивованих ґрунтів, систематика та генетико-виробнича діагностика / Л.В. Єстеревська, Г.Ф. Момот, А.П. Канаш. – Харків: Міськдрук, 2012. – 68 с.
11. Рекультивация техногенно порушенных территорий: досвід сільськогосподарського використання / В. О. Забалуєв, І. П. Чабан, Г. Ф. Момот, В. В. Кулініч. // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Книга 3. Охорона

грунтів від ерозії і техногенного забруднення, рекультивація, агрохімія, біологія ґрунтів – Харків: ТОВ «Смуґаста типографія». – 2014. – С. 27–29.

12. Концепція рекультивації земель, порушених за відкритого та підземного видобутку корисних копалин / С. А. Балюк, Л. В. Єстеревська, А. П. Травлєєв, В. М. Зверковський. – Харків: Міськдрук, 2012. – 50 с.

13. Концептуальные основы устойчивого развития нарушенных природных экосистем / [А. С. Кобец, П. В. Волох, И. Х. Узбек та ін.]. – Дніпропетровськ: «Свидлер А.Л.», 2012. – 293 с.

14. Демидов А. А. Пространственная вариабельность агрегатного состава техноземов / А. А. Демидов, Ю. И. Грицан, А. В. Жуков. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – №2. – С. 11–19.

15. Бекаревич Н. Е. Эколого-биологические предпосылки сельскохозяйственного освоения участков открытых разработок в Никопольском марганцеворудном бассейне / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк. // Почвы Днепропетровской области и пути их рационального использования – Д: Промінь. – 1966. – С. 69–7

16. Бекаревич Н. Е. Рекомендации по биологической рекультивации земель в Днепропетровской области / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк, И. Х. Узбек. – Дніпропетровськ, 1969. – 36 с.

17. Бекаревич Н. Е. Породы надрудной толщи и их агробиологическая оценка / Н. Е. Бекаревич. // Рекультивация земель в степи Украины. – Д. – 1971. – С. 20–37.

18. Природные условия Никопольского марганцеворудного бассейна / [Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк, Н. Д. Горобец та ін.]. // О рекультивации земель в Степи Украины. – Днепропетровск: Промінь. – 1971. – С. 11–20.

19. Бекаревич Н. Е. Итоги научных исследований по рекультивации и перспективы создания высокопродуктивных рекультивированных участков / Н. Е. Бекаревич, А. А. Колбасин. // Рекультивация земель, нарушенных открытыми горными разработками. – Орджоникидзе: Губкин. – 1974. – С. 3–5.

20. Бекаревич Н. Е. Техногенні екосистеми та основні напрямки їх оптимізації / Н. Е. Бекаревич, М. Т. Масюк. // Біогеоценологічні дослідження на Україні – Львів. – 1975. – С. 166–167.

21. Бекаревич Н.Е. Рациональное использование насыпного слоя почвы на участках рекультивации в черноземной зоне / Н.Е. Бекаревич, Н.Т. Масюк // Освоение нарушенных земель. – М.: Наука, 1976. – С. 112–150.

22. Бекаревич Н. Е. К вопросу о плодородии почв и пород / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк. // Освоение нарушенных земель: Сб. статей. – М.. – 1976. – С. 5–26.

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

24. Бекаревич Н. Е. Возможность создания на рекультивированных землях в степи и сухой степи почв высокого плодородия / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк. // Земельные ресурсы мира, их использование. – М.: Наука. – 1978. – С. 108–116.

25. Бекаревич Н. Е. Возможность создания в черноземной зоне рекультивированных почв высокого плодородия / Н. Е. Бекаревич, А. А. Колбасин. // Мелиорация, борьба с эрозией, рекультивация почв: Тезисы докладов 1 делегатского съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР, 8–11 июня, 1982 г. – Харьков. – 1982. – С. 77–78.

26. Бекаревич Н. Е. О системном подходе к созданию рекультивированных земель в Степной зоне и рациональном использовании при этом плодородного почвенного слоя / Н. Е. Бекаревич, Н. Т. Масюк. // Рекультивация земель в СССР / тез. Всесоюзной научно-технической конференции. – Москва. – 1982. – С. 7–9.

27. Бекаревич Н. Е. Биологическая консервация и сельскохозяйственное использование железорудных шламохранилищ Кривбасса / Н. Е. Бекаревич, В. А. Забалуев. // Земельні ресурси України: рекультивація, раціональне використання та збереження. Матер. міжнарод. наук. конф., присвяченої 90-річчю з дня

народження проф. М.О. Бекаревича. – Дніпропетровський держ. аграрн. ун-т. – Дніпропетровськ. – 1996. – С. 54–56.

28. Узбек І. Х. Еколого-біологічна оцінка едафотопів техногенних ландшафтів степової зони України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.16 "«Екологія»" / Узбек І. Х. – Дніпропетровськ, ДНУ, 2001. – 36 с.

29. Узбек И. Х. Начальный почвообразовательный процесс в толще техногенных ландшафтов степной зоны Украины / И. Х. Узбек. // Грунтознавство. Т. 2. – 2002. – №1. – С. 66–71.

30. Узбек И. Х. Фізико-хімічні властивості едафотопів техногенних ландшафтів і їх еколого-економічне значення / И. Х. Узбек, Т. І. Галаган. // Грунтознавство. – К.; Дніпропетровськ. – 2004. – С. 102–106.

31. Панас Р. М. Агроэкологические основы рекультивации земель / Р. М. Панас. – Львов: Изд. Львов. гос. ун-те, 1989. – 160 с.

32. Панас Р. М. Рекультивация земель: Навчальний посібник. / Р. М. Панас. – Львів: Новий Світ, 2007. – 224 с. – (2-ге, стереотипн).

33. Чабан И. П. Водно-физические свойства и агрохимическая характеристика рекультивированных земель под плодовыми насаждениями / И. П. Чабан. // Тезисы докладов I-го делегатского съезда почвоведов и агрохимиков Украинской ССР. – Харьков. – 1982. – С. 63–65.

34. Чабан І. П. Модели рекультивированных земель под плодово-ягодные насаждения / І. П. Чабан, І. Б. Зленко. // Рациональне використання рекультивованих та еродованих земель: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 29–31 травня 2001.– Дніпропетровськ. – 2002. – С. 13–17.

35. Чабан І. П. Вибір моделей техногенних ґрунтів під плодово-ягідні насадження в місцях видобутку корисних копалин / І. П. Чабан, І. Б. Зленко. // Наукове видання “Агрохімія, ґрунтознавство”. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. — Грунтознавство і агрохімія на шляху до сталого розвитку України. – Харків. – С. 158–160.

36. Чабан І. П. Основні напрямки рекультивації земель і раціонального їх використання в чорноземній зоні України / І. П. Чабан, В. О. Забалуев. // Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство». – 2008. – С. 9–12.

37. Кабаненко В. П. Влияние удобрений на урожайность и качество ярового ячменя, кукурузы и люцерны, возделываемых на различных вариантах рекультивированных земель / В. П. Кабаненко. // Рекультивация земель: Сб. науч. тр. / ДСХИ. – Днепропетровск. – 1987. – С. 148–156.

38. 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. – Дн-ск. – 1987. – С. 54–61.

39. Волох П. В. Оценка качества рекультивированных земель / П. В. Волох. – Днепропетровск: Земельные ресурсы Украины: рекультивация, рациональное использование и охрана, 1996. – С. 72 – (Материалы международной научной конференции, посвященной 90-летию со дня рождения Н.Е. Бекаревича).

40. Волох П. В. Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони степу України / П. В. Волох, І. Х. Узбек. // Сучасний ґрунтогенез на рекультивованих літоземах зони степу України. – 2010. – С. 39–47

41. Вопросы оптимизации техногенных ландшафтов Западного Донбасса путем создания мелиоративных и рекреационных лесных насаждений / А. П. Травлеев, М. А. Альбицкая, А. Г. Лындя, В. Н. Зверковский. // Биогеоэкологические основы лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса. – Днепропетровск: ДГУ. – 1980. – С. 21–38.

42. Зверковский В. Н. Адаптация древесных пород к техногенным условиям Западного Донбасса / В. Н. Зверковский. // Механизмы адаптации растений и животных к экстремальным факторам среды. – Тез. Ростовского областного научного семинара. – Ростов–на–Дону. – 1987. – С. 219.

43. Зверковский В. Н. Участки лесной рекреации на нарушенных землях Западного Донбасса / В. Н. Зверковский. // Мониторинговые исследования

биогеоценологических систем степной зоны. – Днепропетровск: ДГУ. – 1995. – С. 104–110.

44. Зверковский В. Н. Тотально-катастрофические сукцессии лесной растительности долины реки Самары в районе Западного Донбасса / В. Н. Зверковский. // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДДУ. – 1997. – С. 65–70.

45. Зверковский В. Н. Биогеоценологическое обоснование лесной рекультивации земель, нарушенных угольной промышленностью в степной зоне Украины : дис. докт. биол. наук : 03.00.16 / Зверковский В. Н. – Дніпропетровськ, 1999. – 566 с.

46. Зверковский В. Н. Биоэкологическое обоснование лесной рекультивации нарушенных земель / В. Н. Зверковский, Н. П. Тупика. // Биологическая рекультивация нарушенных земель: Матер. Междунар. совещ. – Екатеринбург: УрО РАН. – 2003. – С. 112–114.

47. Зверковский В. Н. Вплив меліорацій на ефективність освоєння порушених земель / В. Н. Зверковский. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2010. – С. 20–25.

48. Лесная рекультивация нарушенных земель Западного Донбасса / В. Н. Зверковский, Н. Н. Цветкова, А. Ф. Кулик, Ю. І. Грицан. // Охорона довкілля. – Матеріали Всеукраїнської конференції. – Кривий Ріг. – КДПШ. – 1997. – С. 17–21.

49. Таргульян В. О. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / В. О. Таргульян, С. В. Горячкин. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 692 с.

50. Таргульян В. О. Специфика почвы как поверхностно-планетарной оболочки биосферной планеты / В. О. Таргульян. // Экология и почвы: Избранные лекции VIII – IX Всероссийских школ (1998–1999 гг.). – Т. III. – М.: ПОЛТЕКС. – 1999. – С. 9–23.

51. Травлеев А.П. Физико-химические особенности шахтных пород и почво-грунтов участков лесной рекультивации в Западном Донбассе / А.П.

Травлеев, А.Г. Лындя, В.Н. Зверковский // Биогеоценологические особенности лесов Присамаоья и их охрана. – Д.: ДГУ, 1981. – С. 12–18.

52. Травлеев А. П. Восстановление деструктивных почв техногенных ландшафтов Западного Донбасса / А. П. Травлеев, В. Н. Зверковский, Л. П. Травлеев. // Тезисы докладов VII всесоюзного съезда почвоведов. – Ташкент. – 1985. – С. 198–199.

53. Травлеев А.П. Биоэкологическое обоснование и создание защитных лесных насаждений на шахтных отвалах Западного Донбасса / А.П. Травлеев, В.Н. Зверковский // Тезисы конференции «Повышение эффективности природоохранных работ в угольной промышленности». – Пермь, 1986.– С. 83.

54. Травлеев А. П. Научные основы техногенной биогеоценологии и основы техногенной биогеоценологии / А. П. Травлеев. // Биогеоценологические исследования техногенных ландшафтов степной Украины. – Д.: ДГУ. – 1989. – С. 4–9.

55. Травлеев А. П. Мониторинг элементарных почвенных процессов, их влияние на микроморфологическое состояние лесных почв в степи / А. П. Травлеев, Н. А. Белова. // Мониторинговые исследования биогеоценологических катен степной зоны. – Днепропетровск. – 1995. – С. 4–12.

56. Травлеев А. П. Теоретичні основи лісової рекультивації порушених земель у Західному Донбасі на Дніпропетровщині / А. П. Травлеев, Н. А. Белова, В. М. Зверковський. // Ґрунтознавство. – 2005. – С. 19–29.

57. Забалуєв В. О. Едафо-фітоценотичне обґрунтування формування та функціонування стійких агроєкосистем на рекультивованих землях Степу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Забалуєв В. О. – Національний агроуніверситет. – К., 2005. – 40 с.

58. Харитонов М. М. Агроєкологічні основи відновлення техногенно порушених земель в гірничовидобувних регіонах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Харитонов М. М. – Дніпропетровськ, 2009. – 38 с.

59. Зленко І. Б. Агроекологічні чинники формування мікробоценозів на початкових етапах біологічного освоєння рекультивованих земель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Зленко І. Б. – Дніпропетровськ, 2012. – 20 с.

60. Бабенко М. Г. Фітоіндикація початкових етапів ґрунтогенезу на рекультивованих землях Нікопольського марганцеворудного басейну : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Бабенко М. Г. – Дніпропетровськ, 2011. – 20 с.

61. Гаврюшенко О. О. Агроекологічне обґрунтування динаміки едафічних характеристик рекультивованих земель при їх сільськогосподарському освоєнні в нікопольському марганцеворудному басейні : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Гаврюшенко О. О. – Дніпропетровськ, 2017. – 28 с.

62. Андрусевич К. В. Екоморфічні основи зоологічної діагностики техноземів (на прикладі рекультивованих ландшафтів Нікопольського марганцеворудного басейну : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Андрусевич К. В. – Дніпропетровськ, 2015. – 20 с.

63. Лядська І. В. Екологічне значення фізичних властивостей техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.16 «Екологія» / Лядська І. В. – Дніпропетровськ, 2015. – 24 с.

64. Забалуев В. А. Исследование возможности сельскохозяйственного освоения серо-зеленых мергелистых глин в Никопольском марганцеворудном бассейне / В. А. Забалуев. // Эколого-биологические и социально-экономические основы сельскохозяйственной рекультивации в степной черноземной зоне УССР. – Тр. ДСХИ. – 1984. – С. 118–124.

65. Забалуев В. А. Направленный фитомелиоративный сингенез на серо-зеленых мергелистых глинах / В. А. Забалуев. // Экологические проблемы аграрного производства. Симпозиум 1. Биологические и горнотехнические

проблемы рекультивации нарушенных земель и повышение их продуктивности / Материалы межрегиональной науч.-практич. конференции. – Днепропетровский гос. аграрный уни. – 1992. – С. 104.

66. Забалуев В. А. Изменение плодородия вскрышных горных пород в процессе их сельскохозяйственного освоения / В. А. Забалуев. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 1999. – №1. – С. 48–50.

67. Забалуев В. А. Продуктивність та структура травостою багаторічних складних агрофітоценозів в залежності від покривного та безпокривного посіву на рекультивованих землях / В. А. Забалуев. // Вісник Львівського державного аграрного університету. Агрономія. – 2001. – №5. – С. 600–606.

68. Забалуев В. А. Фитоиндикация плодородия вскрышных горных пород в процессе их биологического освоения / В. А. Забалуев. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2001. – №1. – С. 12–15.

69. Забалуєв В. О. Ефективність азотних підживлень багаторічних злаково-бобових агроценозів при вирощуванні на рекультивованих землях / В. О. Забалуєв. // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – 2001. – №17. – С. 29–31.

70. Забалуєв В. О. Продуктивність, динаміка та структура складних агроценозів, створених на розкривних гірських породах Нікопольського марганцеворудного басейну / В. О. Забалуєв. // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – 2001. – №15. – С. 41–44.

71. Біоенергетичні і термодинамічні характеристики геологічних відкладень як передумова оцінки їх придатності для біологічного освоєння / [В. О. Забалуєв, М. М. Харитонов, Н. А. Торхова та ін.]. // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. Спеціальний випуск. – 2002. – С. 65.

72. Забалуев В. А. Приемы создания высокопродуктивных многолетних агрофитоценозов при сельскохозяйственной рекультивации вскрышных горных пород / В. А. Забалуев. // Збірник наукових праць Луганського державного аграрного університету. – 2002. – С. 25–32.

73. Забалуєв В. О. Енергетика гумусонакопичення в штучних едафотопах при сільськогосподарській рекультивації / В. О. Забалуєв. // Бюлетень Інституту зернового господарства УААН. – 2002. – №18. – С. 38–40.

74. Забалуєв В. О. Роль едафотопу в створенні стійких агроєкосистем на рекультивованих землях / В. О. Забалуєв. // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2002. – №58. – С. 197–202.

75. Забалуєв В. О. Изменение плодородия искусственных эдафотопов в процессе их биологического освоения / В. О. Забалуєв, О. Г. Таріка, Р. І. Надтока. // Агрохімія і ґрунтознавство: Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – 2002. – С. 66.

76. Забалуєв В. О. Умови, що визначають стійкість і стабільну продуктивність багаторічних культурфітоценозів на штучних едафотопах рекультивованих земель / В. О. Забалуєв, О. Г. Таріка, Р. І. Надтока. // Вісник Харківського національного аграрного університету. – 2002. – №1. – С. 211–213.

77. Macphail R. I. Soils and microstratigraphy: a soil micromorphological and micro-chemical approach. In A.J. Lawson / Macphail. // Salisbury: Wessex Archaeology. – 2000. – С. 47–70.

78. Забалуєв В. О. Технологія створення продуктивних багаторічних агрофітоценозів для рекультивованих земель / В. О. Забалуєв. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2003. – №3. – С. 12–15.

79. Забалуєв В. О. Необхідність введення в технологію сільськогосподарської рекультивації стабілізаційно-фітомеліоративного періоду / В. О. Забалуєв. // Оптимізація агроландшафтів: раціональне використання, рекультивація, охорона / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. Дніпропетровський держ. аграрний університет. – 20023. – С. 139–141.

80. Забалуєв В. О. Термодинамічні характеристики гірських порід як показники сприятливості ґрунтоутворенню / В. О. Забалуєв. // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2005. – №81. – С. 73–77.

81. Забалуєв В. А. Формирование агроэкосистем рекультивированных земель в Степи Украины: эдафическое обоснование / В. А. Забалуєв. – К., 2010. – 261 с.

82. Забалуєв В. О. Моделі техноземів для сільськогосподарської рекультивації порушених земель / В. О. Забалуєв, М. В. Дітковська. // Збірник наукових праць Національного наукового центру “Інститут землеробства НААН” – К.: ВП “Едельвейс”. – 2011. – С. 23–29.

83. Додатко Э. Л. Состав, свойства и пригодность вскрышных пород буроугольных и марганцеворудных карьеров Украины для сельскохозяйственного использования : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / Додатко Э. Л. – Симферополь, 1974. – 21 с.

84. Фіторекультивація і стартовий ґрунтогенез на літоземах / [В. О. Забалуєв, Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін та ін.]. // Вісник ХНАУ. Серія «Ґрунтознавство». – 2004. – №6. – С. 19–30.

85. Харитонов М. М. Визначальна роль фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунту у процесі оцінки стану рекультивованих земель / М. М. Харитонов. // Рекультивація складних техноекосистем в новому тисячолітті: ноосферний аспект: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. – Дніпропетровськ, ДДАУ. – 2012. – С. 121–124.

86. Біогеохімічна оцінка гірських порід Нікопольського марганцеворудного родовища після їх фітомеліорації / М. М. Харитонов, М. Г. Бабенко, Н. А. Торхова, О. О. Гаврюшенко. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – №2. – С. 6–9.

87. Масюк Н. Т. Особенности формирования естественных и культурных фитоценозов на вскрышных горных породах в местах производственной добычи полезных ископаемых / Н. Т. Масюк. // Рекультивация земель: к X Междунар. конгрессу почвоведов: Тр. / ДСХИ. – Днепропетровск. – 1974. – С. 62–106.

88. Масюк Н. Т. Растительные ресурсы естественных травостоев, формируемых на вскрышных горных породах и возможные пути их

использования / Н. Т. Масюк. // Пути рационального использования земель: Тез. докл. науч.-практ. конф. – Днепропетровск. – 1974. – С. 43–46.

89. Масюк Н. Т. Вскрышные горные породы как объект исследования, особенности его познания, методические трудности и некоторые пути их преодоления / Н. Т. Масюк. // Создание высокопродуктивных агробиоценозов в техногенном ландшафте: Тр. / ДСХИ. – Днепропетровск. – 1975. – С. 3–54.

90. Масюк Н. Т. Использование механического состава для агробиологической оценки вскрышных горных пород / Н. Т. Масюк. // Новое в биологии, селекции и агротехнике полевых и плодовых культур: Тр. ДСХИ. – Днепропетровск. – 1975. – С. 3–11.

91. Масюк Н. Т. Проблема органического вещества в почвах техногенных ландшафтов / Н. Т. Масюк. // Рекультивация земель: Сб. науч. тр./ Днепропетровский СХИ. Днепропетровск. – 1987. – С. 4–37.

92. Масюк Н. Т. Экология нарушенных горных пород: состав, свойства, ресурсы, классификация / Н. Т. Масюк. // Проблемы охраны, рационального использования и рекультивации черноземов. – М.: Наука. – 1989. – С. 139–166.

93. Масюк Н. Т. Введение в сельскохозяйственную экологию: Учебное пособие / Н. Т. Масюк. – Дніпропетровськ: Днепропетр. с.-х. ин-т, 1989. – 192 с.

94. Масюк Н. Т. Эколого-биологическая классификация горных пород / Н. Т. Масюк. // Экологические проблемы аграрного производства. Симпозиум 1. Биологические и горнотехнические проблемы рекультивации нарушенных земель и повышение их продуктивности. – 1992. – С. 33–43.

95. Масюк Н. Т. Формирование биогеогоризонтов на первичных эдафотобах в Никопольском марганцеворудном бассейне / Н. Т. Масюк, М. Г. Бабенко. // Экологические проблемы аграрного производства. Симпозиум 1. Биологические и горнотехнические проблемы рекультивации нарушенных земель и повышение их продуктивности. – 1992. – С. 50–52.

96. Масюк Н. Т. Эколого-биологические особенности создания и функционирования самофитомелиорирующихся агроценозов при биологической

рекультивации вскрышных горных пород / Н. Т. Масюк, В. А. Забалуев. // Земельні ресурси України: рекультивація, раціональне використання та збереження. Матер. міжнарод. наук. конф., присвяченої 90-річчю з дня народження проф. М.О.Бекаревича. – Дніпропетровськ: Дніпропетровський держ. аграрн. ун-т. – 1996. – С. 58–59.

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

98. Лядська І. В. Визначення середовище перетворюючої ролі агроєкосистем на біологічному етапі рекультивації земель / І. В. Лядська. // Екологічні питання співіснування: людина-рослина: матеріали всеукр. наук.-практ. конф., 22 травня 2009 р. – Дніпропетровськ. – 2009. – С. 260.

99. Лядська І. В. Ентропія вертикального розподілу агрегатної структури техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну / І. В. Лядська. // Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів і молодих вчених, 3 жовтня 2013 р. – Харків. – 2013. – С. 50.

100. Лядська І. В. Фізичні властивості техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну / І. В. Лядська. // Напрями розвитку сучасних систем землеробства: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конференція, присвяченої 110-річчю від дня народження професора С. Д. Лисогорова, 11 грудня 2013 р. – Херсон. – 2013. – С. 535–537.

101. Лядська І. В. Особливості змін агрегатної структури техноземів за профілем / І. В. Лядська. // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Біологія. Екологія. – 2014. – С. 77–82.

102. Лядська І. В. Динаміка фізичних властивостей дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах за профілем / І. В. Лядська, К. В. Андрусевич. // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія. – 2014. – С. 75–79.

103. Лядская И. В. Влажность устойчивого завядания растений на дерново-літогенних почвах на серо-зелених глинах / И. В. Лядская, О. Н. Ющенко. // Международная научная конференция «Экология и биология почв», 17–19 ноября 2014 г. – Ростов на Дону. – 2014. – С. 123–124.

104. Лядська І. В. Динаміка фізичних та водно-фізичних властивостей педоземів за профілем / І. В. Лядська. // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. – 2014. – С. 131–133.

105. Лядська І. В. Особливості змін агрегатної структури техноземів за профілем / І. В. Лядська. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2014. – С. 77–82.

106. Лядська І. В. Динаміка фізичних властивостей дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах за профілем / І. В. Лядська, К. В. Андрусевич. // Вісник Львівського національного університету. Агрономія. – Львів. – 2014. – С. 75–79.

107. Лядська І. В. Статистичні характеристики оцінок профільного розподілу вологості в'янення рослин на педоземах за профілем / І. В. Лядська. // Екологічний інтелект – 2015: матеріали XX міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, 14–15 трав. 2015 р. – Дніпропетровськ. – 2015. – С. 54–57.

108. Гаврюшенко О. О. Вивчення особливостей агрохімічних показників моделей техноземів при рекультивації земель сільськогосподарського призначення (Нікопольський марганцеворудний басейн) / О. О. Гаврюшенко. // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. Спеціальний випуск. Кам'янець - Подільський. – 2013. – С. 310–313.

109. Гаврюшенко О. О. Вивчення та обґрунтування динаміки деяких едафічних характеристик рекультивованих земель при довготривалій фітомеліорації на прикладі Нікопольського марганцеворудного басейну / О. О. Гаврюшенко. // Таврійський науковий вісник. Херсон. – 2013. – С. 37–41.

110. Гаврюшенко О. О. Обґрунтування динаміки щільності складання моделей техноземів при сільськогосподарському освоєнні в умовах Нікопольського марганцеворудного басейну / О. О. Гаврюшенко. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Миколаїв. – 2013. – С. 149–154.

111. Гаврюшенко О. О. Особливості біоіндикації моделей техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну при їх сільськогосподарському освоєнні / О. О. Гаврюшенко. // Таврійський науковий вісник. Херсон. – 2014. – С. 136–139.

112. Горбань В. А. Фізичний стан ґрунтів як екологічний фактор / В. А. Горбань. // Ґрунтознавство. – 2006. – С. 102–111.

113. Горбань В. О. Зв'язок водопроникності ґрунтів з іншими їхніми фізичними властивостями у лісових угрупованнях Присамар'я / В. О. Горбань. // Вісник Львівського ун-ту. Серія біологічна. – 2007. – С. 161–165.

114. Горбань В. А. Співвідношення екологічних функцій ґрунтів та їх екологічних властивостей / В. А. Горбань. // Ґрунтознавство. – 2008. – С. 124–127.

115. Андрусевич К. В. Екоморфічна характеристика ґрунтової мезофауни дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах ділянки рекультивациі Нікопольського марганцеворудного басейну / К. В. Андрусевич. // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк. – 2013. – С. 66–73.

116. Андрусевич К. В. Зоологический метод диагностики техноземов / К. В. Андрусевич. // Природнотехногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование: Сборник материалов международной научной конференции (10 – 15 июня 2013 г.) / Под ред. В.А. Андроханова (отв. ред.). – Новосибирск: издательство Окарина. – 2013. – С. 55–57.

117. Андрусевич К. В. Характеристика усадки дерново-літогенних почв на лессах по профілю / К. В. Андрусевич, В. Г. Лагунина. // Від заповідання до збалансованого природокористування: Матеріали Міжнародної наукової конференції (20-22 березня 2013 р., м. Донецьк) /. – Донецьк: Донецький національний університет. – 2013. – С. 101–103.

118. Андрусевич Е. В. Малакофауна участка рекультивации Никопольского марганцево-рудного бассейна / Е. В. Андрусевич. // Материалы VI Международной конференции молодых ученых «Биоразнообразие. Экология. Адаптация. Эволюция», посвященная 150-летию со дня рождения ботаника В.И. Липского (Одесса, 13–17 мая 2013 г.). – Одесса: Печатный дом. – 2013. – С. 71–72.

119. Андрусевич Е. В. Экоморфическая организация сообществ мезопедобионтов как основа зоологической диагностики антропогенных почв / Е. В. Андрусевич, А. В. Жуков, О. Н. Кунах. // Вестник Харьковского национального университета. – 2014. – С. 86–97.

120. Андрусевич К. В. Динаміка фізичних властивостей дерново-літогенних ґрунтів на червоно-бурих глинах за профілем / К. В. Андрусевич, І. В. Лядська. // Вісник Львівського національного університету. Агронімія. – Львів. – 2014. – С. 75–79.

121. Андрусевич Е. В. Экологическое разнообразие растительного покрова техноземов участка рекультивации Никопольского марганцево-рудного бассейна / Е. В. Андрусевич, Ю. А. Штирц. // Промислова ботаніка. Збірка наукових праць. – Донецьк: Донецький ботанічний сад НАН України. – 2014. – С. 115–127.

122. Андрусевич Е. В. Экоморфическая характеристика мезофауны дерново-літогенних почв на лессовидных суглинках участка рекультивации Никопольского марганцево-рудного бассейна / Е. В. Андрусевич. // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Днепропетровск. – 2014. – С. 121–127.

123. Андрусевич Е. В. Экологическое пространство животного населения дерново-літогенних почв на красно-бурих глинах / Е. В. Андрусевич. // Ґрунтознавство. – Днепропетровск. – 2014. – С. 120–134.

124. Андрусевич Е. В. Экоморфическая характеристика мезофауны дерново-літогенних почв на серо-зеленых глинах участка рекультивации Никопольского марганцево-рудного бассейна / Е. В. Андрусевич. // Ученые

записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. – Симферополь. – 2014. – С. 11–20.

125. Андрусевич К. В. Екоморфична характеристика мезофауни педоземів ділянки рекультивації Нікопольського марганцеворудного басейну / К. В. Андрусевич. // // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя. – 2014. – С. 132–142.

126. Андрусевич К. В. Різноманіття тваринного населення (мезофауна) техноземів Нікопольського марганцеворудного басейну / К. В. Андрусевич. // Вісник Львівського університету. – Львів. – 2014. – С. 273–287.

127. Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 03.00.27 "«Почвоведение»" / Андроханов В. А. – Новосибирск, 2005. – 32 с.

128. Андроханов В. А. Почвенно-экологическое состояние техногенных ландшафтов: динамика и оценка / В. А. Андроханов, В. М. Курачев. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2010. – 224 с.

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

130. Андроханов В. А. Некоторые аспекты проблемы рекультивации нарушенных земель / В. А. Андроханов. // Природно-техногенные комплексы: рекультивация и устойчивое функционирование. – 2013. – С. 53–55.

140. Пономарева В. В. Теория подзолообразовательного процесса / В. В. Пономарева. – М.- Л: Наук, 1964. – 375 с.

141. Герасимов И. П. А Основы почвоведения и географии почв / И. П. Герасимов, М. А. Глазовская. – М.: МГУ, 1960. – 482 с.

142. Герасимов И. П. Понятие «почва - природное тело» и его производные (почва-режим, почва-воспроизводство) / И. П. Герасимов. // Почвоведение. – 1983. – №4. – С. 12–22.

143. Герасимов И. П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира / И. П. Герасимов. – М.: Наука, 1985. – 248 с.

144. Ромашкевич А. И. Микроморфология и диагностика почвообразования / А. И. Ромашкевич, М. И. Герасимова. – М.: Наука, 1982. – 124 с.

145. Белова Н. А. Некоторые вопросы фиторекультивации нарушенных территорий Западного Донбасса / Н. А. Белова, В. Н. Зверковский, Н. П. Тупика. // Рекультивация земель, нарушенных при добыче полезных ископаемых.— Тез. докл. конф. - М.: АН СССР. – 1977. – С. 208–210.

146. Белова Н. А. О диагностике структурно-функциональных особенностей почвогрунтов лесных культурбиогенезов методом микроморфологического анализа / Н. А. Белова. // Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогенезов: тез. докл. Всесозн. совещ.— Днепропетровск: ДГУ. – 1978. – С. 222–224.

147. Белова Н. А. Об использовании микроморфологического метода в исследовании почв искусственных дубрав на плакоре Присамарья / Н. А. Белова, Е. А. Ярилова. // Структурно-функциональные особенности естественных и искусственных биогенезов: тез. докл. Всесозн. совещ.— Днепропетровск: ДГУ. – 1978. – С. 161–163.

148. Белова Н. А. К вопросу о химических особенностях шахтных пород Западного Донбасса как своеобразных местообитаний для создания лесных культурбиогенезов / Н. А. Белова. // Биогенезология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование: Тез. докл. 2-го Республ. совещ.— К.: Наук, думка. – 1978. – С. 153.

149. Белова Н. А. Некоторые вопросы создания лесных культурбиогенезов на рекультивируемых землях Западного Донбасса / Н. А. Белова, В. Н. Зверковский, Н. П. Тупика. // Биогенезология, антропогенные изменения растительного покрова и их прогнозирование: Тез. докл. 2-го Республ. совещ.— К.: Наук, думк. – 1978. – С. 165.

150. Белова Н. А. Особенности микроморфологического строения искусственных почвогрунтов на участках лесной рекультивации Западного Донбасса / Н. А. Белова, Е. А. Глебова, Е. А. Ярилова. // Вопросы степного лесоведения, биогеоценология и охрана природы. — Днепропетровск: ДГУ. — 1979. — С. 28–34.

151. Белова Н. А. Вопросы оптимизации техногенных ландшафтов Западного Донбасса путём создания мелиоративных и рекреационных лесных насаждений / Н. А. Белова, М. А. Альбицкая, В. Н. Зверковский. // Биогеоценологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса.-Днепропетровск: ДГУ. — 1980. — С. 21–38.

152. О развитии корневых систем акации белой и ивы вавилонской на насыпных участках лесной рекультивации Западного Донбасса / Н. А.Белова, В. Н. Зверковский, И. Е. Олег, Н. П. Тупика. // Биогеоценологические аспекты лесной рекультивации нарушенных земель Западного Донбасса.-Днепропетровск: ДГУ. — 1980. — С. 77–95.

153. Ультраморфологические особенности и экологическое значение взаимодействия между почвами / Д. Г.Рэй, А. П. Травлеев, Н. А. Белова, С. А. Шоба. // Український ботанічний журнал. — 1994. — №1. — С. 11–18.

154. Роль элементарных почвенных процессов во взаимодействии лесной растительности с почвами в степной зоне / Н. А.Белова, С. В. Зонн, А. П. Травлеев, Д. Г. Емшанов. // Ботаника и микология на пути в третье тысячелетие. — Межд. сб. научн работ поев. 70 летию акад. К. М.Сытника. — 1996. — С. 103–114.

155. Белова Н. А. Антропо-техногенная деформация лесных биомов рек степной Украины / Н. А. Белова, А. П. Травлеев, Д. Г. Емшанов. // Биологическое разнообразие лесных экосистем. Институт лесоведения РАН. — М. — 1995. — С. 23.

156. Белова Н. А. Мікрморфолопчна діагностика ґрунтотворних процесів в лесопокращених ґрунтах степової зони / Н. А. Белова. // Проблеми

фундаментальної екології: матеріали Всеукраїнської конференції 9-10 грудня 1997р. Кривий Ріг. – 1997.

157. Белова Н. А. Микроморфологическая диагностика почвообразовательных процессов в лесоулучшенных почвах степной зоны / Н. А. Белова. // Проблемы фундаментальной экологии: Материалы 3-ей Всеукраинской конференции 8-9 декабря 1998 г. — Кривой Рог. – 1998. – С. 14–18.

158. Белова Н. А. Экологическая микроморфология как отрасль лесного почвоведения / Н. А. Белова. // Проблемы индустриальных регионов: менеджмент и экология: материалы 3-ей международной конференции по устойчивому развитию. — Запорожье, 23—27 марта. – 1998. – С. 111–112.

159. Белова Н. А. Микроморфология деструктивных почв Западного Донбасса / Н. А. Белова. // Современные методы рекультивации земель и производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции. — Днепропетровск: УЭАН, Институт проблем природопользования и экологии НАНУ. – 1998. – С. 25–26.

160. Белова Н. А. Эколого-биологические основы сельскохозяйственного районирования территорий / Н. А. Белова, К. М. Сытник, А. П. Травлев. // Экология та ноосферологія. – 1996. – №3. – С. 189–191.

161. Александрова Т. С. Ферментативная активность почв / Т. С. Александрова, Э. М. Шмурова // Почвоведение и агрохимия. – Т. 1. – М.: ВИНТИ АН СССР, 1974. – С. 5-69.

162. Кононова М. М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения. – М.: АН СССР, 1951. – 392 с.

163. Назаренко І. І. Екологічні функції гумусу / І. І. Назаренко, М. А. Бербець, В. Р. Черлінка, Б. П. Том'юк // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 1-2. – С. 5-15.

164. Яковенко В. М. Біогенне мікроструктурутворення лісових ґрунтів степової зони України / В. М. Яковенко, Н. А. Белова. – Дніпро: Монографія. – Дніпро: Середняк Т. К, 2018. – 204 с.

165. Brewer R. Fabric and mineral analysis of soils / Brewer. – N.Y.: John Wiley, 1964. – 470 p.
166. Brewer R. The basis of interpretation of soil micromorphological data / Brewer. // *Geoderma*. – 1972. – №8. – С. 81–94.
167. Dumanski J. A micropedological study of eluviated horizons / Dumanski. – Univ. Saskatchewan: Master Thesis, 1964. – 124 p.
168. Русанова Г. В. Микроморфология антропогенно- измененных почв (на примере тундровых и таежных почв Русской равнины и Северного Урала) / Г. В. Русанова. – Екатеринбург: УрО РАН, 1998. – 161 с. 169. Кармазиненко С. П. Мікрморфологічний аналіз при дослідженні сучасних чорноземів України / С. П. Кармазиненко. // *Агрохімія і ґрунтознавство*. – Х. – 2008. – С. 171–177.
170. Кармазиненко С. П. Мікрморфологічні дослідження викопних і сучасних ґрунтів України / С. П. Кармазиненко. – К.: Наук. думка, 2010. – 120 с.
171. Gagarina E. I. Micromorphological method for studying soil / E. I. Gagarina. – St. Petersburg: St. Petersburg University Press, 2004. – 201 p.
172. Матвишина Ж. Н. Микроморфология плейстоценовых почв Украины / Ж. Н. Матвишина. – К.: Наук. думка, 1982. – 39 с.
173. Медведев В. В. Особенности макро- и микроструктуры черноземных и темно-каштановых почв УССР в связи с их микростроением и водно-физическими свойствами: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук / Медведев В. В. – Харьков: Харьковский ордена трудового красного зна, 1969. – 22 с.
174. Медведев В. В. Использование микроморфологического метода при изучении уплотнения и разрушения почв // Труды конф. «Микроморфология генетическому и прикладному почвоведению». — Тарту, 1983. — С. 14-15.
175. Соколовский А. Я. Курс сельскохозяйственного почвоведения / А. Я. Соколовский. – М. — Л: Гос. изд-во совх. и колх. литературы, 1934. – 268 с.
176. Горбунов Н. И. Минералогия и коллоидная химия почв: Учебное пособие / Н. И. Горбунов. – М.: Наука, 1974. – 307 с.

177. Горбунов Н. И. Минералогия и физическая химия почв / Н. И. Горбунов. – М.: Наука, 1976. – 290 с.

178. Поляков А.Н. Методика приготовления шлифов из почвообразующих пород для микроморфологических измерений / М.Н. Польский // Почвоведение. – 1965. – № 9. – С. 86 – 90.

179. Поляков А.Н. Микроморфологическое исследование и морфометрия карбонатных черноземов Предкавказья / А.Н. Поляков, Е.А. Ярилова, Ю.Е. Кизяков // Почвоведение. – 1972. – № 11. – С. 91 – 100.

180. Поляков А.Н. Микроморфология карбонатных черноземов Кабардино-Балкарской АССР / А.Н. Поляков, Е.А. Ярилова, Ю.Е. Кизяков // Науч. докл. высш. школы. Биол. науки. – 1969. – № 12. – С. 101 – 106.

181. Поляков А. Н. Микроморфология черноземов европейской части СССР : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. біол. наук : спец. 06.01.03 / Поляков А. Н. – Московский гос. унив. - М., 1984. – 38 с.

182. Стрижак О.В. Еколого-мікроморфологічні дослідження ґрунтів центральної заплави р. Самари / О.В. Стрижак // Ґрунтознавство. – 2014. – Т. 15, № 3-4. – С. 90 – 99.

183. Стрижак О.В. Мікроморфологічні особливості ґрунтів степових біогеоценозів / О.В. Стрижак // Ґрунтознавство. – 2012. – Т. 13, № 3-4. – С. 52 – 64.

184. Яковенко В.М. Вплив делювіальних процесів на макро- та мікроморфологію байрачних лісових ґрунтів / В.М. Яковенко // Ґрунтознавство. – 2014. – Т. 15, № 3-4. – С. 74 – 88.

185. Яковенко В.М. Вплив лісової рослинності на мікробудову ґрунтів південного сходу України / В.Н. Яковенко, О.В. Стрижак, О.М. Нурулліна // Матеріали XII з'їзду Українського ботанічного товариства. – Одеса, 15-18 травня 2006. – С. 182.

186. Яковенко В.М. Макро- та мікроструктурний стан чорноземних ґрунтів Присамар'я Дніпровського // Типологія лісів степової зони, їх біорізноманіття та

охорона / В.М. Яковенко // Тези доповідей міжнародної наукової конференції. – Д., 2005. – С. 64 – 67.

187. Яковенко В.М. Мікроморфологія основних процесів чорноземоутворення лісових ґрунтів Присамар'я Дніпровського // Охороні ґрунтів – державну підтримку. Книга друга / В.М. Яковенко // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. тематич. наук. зб. Спец. випуск до VIII з'їзду УТГА (5–9 липня 2010 р. Житомир). – Х., 2010. – С. 77 – 78.

188. Яковенко В.М. Мікробудова чорноземів під штучними лісовими насадженнями // Охорона ґрунтів – основа сталого розвитку України. Книга друга / В.М. Яковенко // Міжвідомч. тематич. наук. зб. «Агрохімія і ґрунтознавство». Спец. випуск до IX з'їзду УТГА (30 червня – 4 липня 2014 р. Миколаїв). – Х., 2014. – С. 174 – 175.

189. Яковенко В.М. Мікроморфометрія водостійких структурних агрегатів ґрунтів лісових біогеоценозів південного сходу України / В.М. Яковенко // Матеріали міжнародної наукової конференції з проблем екологічної мікроморфології ґрунтів. – Ґрунтознавство. – 2007. – Т. 8, № 1-2. – С. 145.

190. Яковенко В.М. Мікроморфологічна діагностика чорноземів Присамар'я Дніпровського / В.М. Яковенко // Ґрунтознавство. – 2008. – Т. 9, № 3-4. – С. 119 – 127.

191. Яковенко В.М. Мікроструктура ґрунтів лісових екосистем Присамар'я Дніпровського / В.М. Яковенко // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. – 2004. – Вип. 194. – С. 170 – 177.

192. Яковенко В.М. Моніторингові дослідження мікроморфології байрачних чорноземів Присамар'я / В.М. Яковенко // Ґрунтознавство. – 2009. – Т. 10, № 3-4. – С. 29 – 36.

193. Яковенко В.М. Особливості мікробудови як показник екологічного стану лесових ґрунтоутворюючих порід // Екологічний інтелект – 2013 / В.М. Яковенко, Є.Є. Сальник // Збірник матеріалів доповідей VIII Міжнародної науково-практичної конференції. – Д., 2013. – С. 43 – 44.

194. Яковенко В.М. Особливості мікроморфології байрачних ґрунтів Присамар'я Дніпровського // Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах / В.М. Яковенко, В.Б. Дзюба // Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції. – Д.: Ліра, 2015. – С. 62 – 63.

195. Яковенко В.М. Просторові зміни мікробудови чорноземів лісопокращених / В.М. Яковенко // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологічні системи. – 2012. – Т. 4, Вип.1. – С. 121 – 124

196. Яковенко В.Н. Влияние искусственных насаждений на микроморфологию зональных черноземных почв / В.Н. Яковенко // Матеріали XI з'їзду Українського ботан. товариства. – Х., 2001. – С. 143.

197. Яковенко В.Н. Влияние лессиважа на дифференциацию профиля байрачных почв Присамарья Днепровского // Научная дискуссия: вопросы математики, физики, химии, биологии / В.М. Яковенко, А.А. Ревва // Матеріали V Международной заочной научно-практической конференции. – М.: Изд. «Международный центр науки и образования», 2013. – С. 161 – 168.

198. Яковенко В.Н. Вопросы методики изготовления прозрачных шлифов структурных агрегатов почв / В.Н. Яковенко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДГУ, 2000. – Вип. 4. – С. 148 – 152.

199. Яковенко В.Н. Дождевые черви как структурообразователи ненарушенных почв степного Приднепровья // Современные методы рекультивации земель и производство экологически чистой сельскохозяйственной продукции / В.Н. Яковенко // Сб. тез. – Д., 1998. – С. 26 – 27.

200. Яковенко В.Н. Дождевые черви как структурообразователи почв искусственных лесов юго-восточной Украины // Агрохімія і ґрунтознавство // Міжвідомч. тематич. наук. зб. Спец. випуск до V з'їзду УТГА. – Х., 1998. – Ч. 2. – С. 82 – 83.

201. Яковенко В.Н. Зоогенное структурообразование почв в степных лесах юго-восточной Украины // Проблеми фундаментальної екології / В.Н. Яковенко // Матеріали II Всеукраїнської конференції. – Кривий Ріг, 1997. – Ч. 2. – С. 25 – 29.

202. Яковенко В.Н. Микроморфологическая дифференциация профиля пойменных лугово-лесных почв Самары Днепровской // Проблеми лісової рекультивації порушених земель України / В.Н. Яковенко // Тези допов. міжнар. конф. – Д., 2006. – С. 35.

203. Яковенко В.Н. Микроморфологические исследования копролитовой структуры почв степных лесов Украины // Экология и молодежь / В.Н. Яковенко // Материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель, 1998. – Т. 2. – С. 196.

204. Яковенко В.Н. Микроморфология биогенного микроструктурообразования байрачных лесов Присамарья // Екологія кризових регіонів України / В.Н. Яковенко // Матеріали міжнар. конф. – Д.: ДНУ, 2001. – С. 39 – 40.

205. Яковенко В.Н. Микроморфология водопрочных агрегатов лесных почв в степи / В.Н. Яковенко // Екологія та ноосферологія. – 1999. – Т. 6, № 1-2. – С. 212 – 215.

206. Яковенко В.Н. Микроморфология и компьютерная микроморфометрия почв искусственных дубовых насаждений Присамарья // Проблеми фундаментальної та прикладної екології / В.Н. Яковенко, А.К. Балалаев // Матеріали II Міжнар. конф. – Кривий Ріг, 2000. – С. 111 – 112.

207. Яковенко В.Н. Микроморфология лесных и лесоулучшенных черноземов Присамарья Днепровского // Грунтознавство та агрохімія на шляху до сталого розвитку України / В.Н. Яковенко // Матеріали VI з'їзду УТГА. – Х., 2002. – Т. 3. – С. 221 – 222.

208. Яковенко В.Н. Микроморфология структурных агрегатов почв лесных культурбиогеноценозов / В.Н. Яковенко // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДНУ, 2001. – Вип. 3. – С. 112 – 116.

209. Яковенко В. Н. Микроструктура и микроморфология черноземов лесоулучшенных Присамарья Днепровского / В. Н. Яковенко. // Екологія та ноосферологія. – 2000. – С. 98–107.

210. Яковенко В.Н. Микроструктура почв лесных биогеоценозов Присамарья / В. Н. Яковенко. // Проблемы фундаментальной та прикладной экологии Материали II Міжнар. конф. – Кривий Ріг. – 2000. – С.165 – 167.

211. Яковенко В. Н. Неоднородность микростроения водопрочных структурных отдельностей почв Старобердянского лесного массива / В. Н. Яковенко. // Проблемы фундаментальной та прикладной экологии Материали II Міжнар. конф. – Кривий Ріг. – 2000. – С. 84–85.

212. Яковенко В. Н. Основные характеристики структурного состояния почв лесных байрачных экосистем Присамарья / В. Н. Яковенко. // Проблемы фундаментальной та прикладной экологии Материали II Міжнар. конф. – Кривий Ріг. – 2000. – С. 111–112.

213. Яковенко В. Н. Особенности зоогенного структурообразования лесных черноземов байрачных лесов Присамарья / В. Н. Яковенко. // Экология та ноосферология. – 1999. – С. 77–82.

214. Яковенко В. Н. Особенности микроморфологии черноземов Присамарья / В. Н. Яковенко, О. В. Стрижак. // Материали Міжнародной наукової конференції з проблем екологічної мікроморфології ґрунтів. – Ґрунтознавство. – 2007. – С. 133–134.

215. Яковенко В. Н. Особенности микроморфологической дифференциации профиля пойменных лугово-лесных почв Самары Днепровской / В. Н. Яковенко. // Ґрунтознавство. – 2007. – С. 41–48. 216. Яковенко В. Н. Микроморфология зоогенных агрегатов почв лесных биогеоценозов юго-востока Украины / В. Н. Яковенко, О. В. Стрижак. // Ґрунти – основа добробуту держави, турбота кожного. Книга друга Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. тематич. наук. зб. Спец. випуск до VII з'їзду УТГА (липень 2006 року, м. Київ). – X. – 2006. – С. 195–197.

217. Яковенко В. Н. Характер образования зоогенной структуры в степных лесах юго-востока Украины / В. Н. Яковенко. // Франція та Україна, науково-

практичний досвід у контексті діалогу національних культур. -Матеріали V Міжнародної конференції. – Д.. – 1998. – С. 18–19.

218. Яковенко В. Н. Характеристика макроструктурного состояния черноземов Присамарья / В. Н. Яковенко, О. В. Стрижак. // Питання 201 степового лісознавства та лісової рекультивациі земель. – Д.: ДНУ. – 2011. – С. 59–65.

219. Екологія техноземів: монографія / [О. В. Жуков, Г. О. Задорожна, К. П. Маслікова та ін.]. – Дніпро, 2017. – 442 с

220. Кацевич В.В. Вивчення ґрунтоутворних процесів на дослідних ділянках рекультивациі Орджонікідзевського ГЗК / В.В. Кацевич, Д.А. Єлфімов // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Рекультивациа складних техноекосистем в новому тисячолітті: ноосферний аспект», 29-30 травня 2012 р. – Дніпропетровськ, 2012. – С. 164.

221. Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей / В. В. Тарасов. – Дніпропетровськ: Вид-во ДДУ, 2005. – 276 с.

222. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Птахи: Негоробцеподібні (Aves: Non-Passeriformes) : моногр. / В. Л.Булахов, А. А. Губкін, О. Л. Пономаренко, О. Є. Пахомов. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2009. – 624 с.

223. Біологічне різноманіття України. Дніпропетровська область. Птахи: Горобцеподібні (Aves: Passeriformes) : моногр. / В. Л.Булахов, А. А. Губкін, О. Л. Пономаренко, О. Є. Пахомов. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2013. – 520 с.

224. Розанов Б. Г. Морфология почв: Учебник для высшей школы / Б. Г. Розанов. – М.: Академический Проект, 2004. – 432 с.

225. Кацевич В. В. Агроекологічні особливості мікроморфології педоземів / В. В. Кацевич. // Агроекологічний журнал. – 2020. – С. 38–47.

226. Кунах О. В. Отображение техноземов в географическом и экологическом пространствах / О. В. Кунах, В. В. Коляда. // Вісник ДДАУ. – 2010. – С. 56–60.

227. Кацевич В. В. Едафічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах на засадах екологічної мікроморфології / В. В. Кацевич, Ю. І. Грицан. // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2018. – С. 131–136.

228. Чорна В. І. Екологічні особливості ферментативної активності едафотопів техногенних ландшафтів / В. І. Чорна, В. В. Кацевич, І. В. Вагнер. // Ecology and Noospherology. – 2018. – №29. – С. 71–75.

229. Кацевич В.В. Виділення одиниць управління у просторовій структурі техногенних ґрунтів — Сучасний стан та проблеми розвитку сільськогосподарських меліорацій – Матеріали між народ. науково-практичної конференції. – Дніпропетровськ, ДДАУ, С. 109-111.

230. Кацевич В.В. Визначення ґрунтовірних процесів на дослідних ділянках рекультивації Орджонікідзевського ГЗК. – Міжнародна науково-практична конференція «Рекультивація складних техноекосистем у новому тисячолітті: ноосферний аспект» - Д.: ДДАУ. С. 164-166.

231. Кацевич В.В. Стрижак О. В. Едафічна характеристика літо генних ґрунтів на лесоподібних суглинках. - Агроекологічний журнал. – № 1.- С.33-39.

232. Кацевич В.В. Водно-фізичні властивості дерново-літогенних ґрунтів на суро-зелених глинах X mezinárodní vědecko-praktická konference “Vědecký průmysl evropského kontinentu – 2014,, – Dil. 18. Ekologie- Zeměpis a geologie- Zemědělství. Výstavba a architektura.: Praha. Publishing House «Education and Science» s.r.o – С. 3-5

233. Патент на корисну модель № 105698. Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами. Кобець А.С., Пугач А.М., Чорна В.І., Кацевич В.В.; Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 201511273; заявл.: 16.11.2015; опубл.: 25.03.2016. Бюл. № 6.

234. Кацевич В.В. Еколого-мікроморфологічний аналіз оцінки техноземів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ. - Друга Міжнар. наук.-практ. конф. «Відновлення біотичного потенціалу агроекосистем» : матеріали конф. - М-во

освіти і науки України, Дніпропетр. держ. аграр.-економ. ун-т [та ін.] ; за ред. В. І. Чорної. – Дніпропетровськ : Арбуз, С.

235. Кацевич В.В. Мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на лесах. - Третя Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих учених "Молодь: наука та інновації", м. Дніпропетровськ, ДВНЗ "НГУ". – Т. 10.

236. Патент на корисну модель № 112313 Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами. Кацевич В.В.; Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 201606443; заявл.: 13.06.2016; опубл.: 12.12.2016. Бюл. № 23.

237. Г.В. Басенко, В.В. Кацевич Биотестирование как перспективный метод оценки качества почвы при разных агротехнологиях. - Матеріали Міжнародної науково-практ. конф. «Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур». – Дніпро: ДДАЕУ. – С. 14-17.

238. Кацевич В.В. Еколого-мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах. - Матеріали наукової підсумкової конференції викладачів факультету водогосподарської інженерії та екології за підсумками 2016 року. – Дніпро: ДДАЕУ, 2017. – С. 10-12.

239. Кацевич В.В. Еколого-мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах науково-дослідної станції з сільськогосподарської рекультивації земель ДДАЕУ. - Новітні системи землеробства та шляхи підвищення еколого-біологічної ефективності використання земель в сучасному агрокомплексі: матеріали Міжнар. науково-практ. конф. – Дніпро: ДДАЕУ. – С.41-43

240. Кацевич В.В. Едафічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах на засадах екологічної мікроморфології / Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали III Міжнародної конференції / за ред. Чорної В.І. – Дніпро: видавництво «Роял Принт». – С. 204-205.

241. Грицан Ю.І., Кацевич В.В., Геворгян К.А. Вивчення ґрунтотвірних процесів на дослідних ділянках рекультивації покровського ГЗК Глобальні та локальні екологічні проблеми. Шляхи їх вирішення. Збірник матеріалів Всеукраїнської Інтернет-конференції / Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування України «Немішаївський агротехнічний коледж» / Немішаєве: ВП НУБіП України НАК. – 171-174 с.

242. Кацевич В.В. Еколого-мікроморфологічний аналіз педоземів науково-дослідного стаціонару Дніпровського державного аграрно-економічного університету / Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали IV Міжнародної конференції / за ред. Чорної В.І. – Дніпро: Середняк Т. К. – С. 80-82.

243. В.І. Чорна, В.В. Кацевич, Д. Р. Лисенко, Т.О. Коновалова Екологічні особливості розподілу ферментативної активності в едафотобах / Відновлення біотичного потенціалу агроєкосистем: матеріали IV Міжнародної конференції / за ред. Чорної В.І. – Дніпро: Середняк Т. К. – С. 40-42.

244. Мочалова Э. Ф. Изготовление шлифов из почв с ненарушенным строением / Э. Ф. Мочалова. // Почвоведение. – 1956. – С. 98–100.

245. Качинский Н. А. Физика почвы. Часть 2 / Н. А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1970. – 358 с.

246. Качинский Н. А. Физика почвы / Н. А. Качинский. – М.: Высшая школа, 1970. – 358 с.

247. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Ф. Х. Хазиев. – М.: Наука, 2005. – 252 с.

248. Бондарь Г. А. О процессах естественного зарастания отвальных пород бурогольных и железорудных карьеров / Г. А. Бондарь. // Растения и промышленная среда. – К.: Наукова думка. – 1971. – С. 149–153.

249. Бондарь Г. А. Экологическая структура растительного покрова, сформированного в результате самозарастания дерново-літогенных почв на

лессовидных суглинках / Г. А. Бондарь, А. В. Жуков. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – С. 54–62.

250. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

251. ДСТУ Б В.2.1–19:2009. Методи лабораторного визначення гранулометричного (зернового) та мікроагрегатного складу. – [Чинний від: 28.12.2001]. К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 15 с. – (Національний стандарт України)

252. ДСТУ Б В.2.1–16:2009. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 8 с. (Національний стандарт України)

253. ДСТУ Б В.2.1–21:2009. Ґрунти. Визначення щільності ґрунтів методом заміщення об'єму. – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 8 с. – (Національний стандарт України).

254. Mahmoud. Micromorphological study of pedological soil features: a review / [G. W. Ageeb, A. S. Taalb, S. Hanan та ін.]. // Plant Archives. – 2019 — PP. 2368–2372.

255. Bilova N.A. Micromorphological characteristic of artificial soils in forest ecosystems of destructive areas of Ukraine // Environment workshops 2010 “Environmental situation in East-Europe: scientific development, current problems and future actions” / N.A. Bilova, V.M. Yakovenko, O.V. Strizhak // “FUNDACION E-U” Fundacion Universitaria de Proyectos Internacionales de Espana y Ucrania. – Baeza, Spain. – 7th to 9th October 2010.

256. Bilova N.A. Micromorphological characteristic of artificial soils in ecosystems of destructive areas of Ukraine // ENVIRONMENTAL AND FOOD SECURITY AND SAFETY IN SOUTHEAST EUROPE AND UKRAINE / N.A. Bilova, A.P. Travleev, V.M. Yakovenko // NATO Advanced Research Workshop (ARW). – Dnipropetrovs'k, Ukraine. – 16–19 May. 2011.

257. FitzPatrick E. A. Soil microscopy and micromorphology / E. A. FitzPatrick. – Chichester: New York: J. Wiley, 1993. – 304 p.

258. Handbook for Soil Thin Section Description / [P. Bullock, N. Fedorof, A. Jongerius та ін.]. – Wolverhampton (U.K.): Waine Research Publication, 1985. – 152 p.

259. Jongrius A. Einige mikromorphologische Bemerkungen fiber den Vererdungsvorgang im niederlandischen Moor / A. Jongrius, L. J. Pons. // Z. Pflanzenern, Düngung, Bodenk Weinheim-Berlin. – 1962. – №97. – P. 243–255.

260. Jongerius A. Micromorphology of organic matter formed under the influence of soil organisms, espesially Soil fauna / A. Jongerius, J. Schelling. // In: Trans. 7-th Intern. Congr. Soil Sci. – Madison Wisc. – 1960. – С. 702–710.

261. Jongerius A. Soil micromorphology / A. Jongerius. – Amsterdam: Elsevier, 1964. – 540 p.

262. Kubiena W. L. Animal activity in soils as a decisive factor in establischment of humus forms / Kubiena. // Soil Zoology London: Butterworths. – 1955. – P. 73–82.

263. Яковенко В.Н. Микростроение зоогенных агрегатов лесных почв юго-востока Украины / В.Н. Яковенко // Питання степового 200 лісознавства та лісової рекультивації земель. – Д.: ДНУ, 2004. – Вип. 8 (33). – С. 37 – 46.

264. Lee K. E. Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use / K. E. Lee. – Sydney: Acad. Press, 1985. – 412 p.

265. Phillips D. H. Biological influences on the morphology and micromorphology of selected Podzols (Spodosols) and Cambisols from the eastern United States and north-east Scotland / D. H. Phillips, E. A. FitzPatric. // Geoderma. – 1999. – P. 327–364.

266. Poier K. R. Earthworm burrows as a structural element of intensivety used arable loess soils / K. R. Poier, J. Richter. // In: Hartge K.H., Stewart 204 B.A. (Eds.) Soil Structure – its Development and Function. – Lewis Publichers, Boca Raton. – 1995. – P. 175–195.

267. Zachariae G. Der Einsatz mikromorphologischer Methoden bei bodenzoologischen Arbeiten / Zachariae. // *Geoderma*. – 1967. – P. 175–196.

268. Zaiets O. Micromorphology of organic matter and humus in Mediterranean mountain soils / O. Zaiets, M. P. Rosa. // *Geoderma*. – 2016. – P. 83–92.

269. Zaiets A. Earthworm ecology in deciduous forests in central and southeast Europe / A. Zaiets. // *Earthworm ecology: from Darwin to Vermiculture*. – London: Chapman and Hall. – 1983. – P. 171–177.

270. Алексеев В.Е. Микроморфологическое исследование черноземов севера Молдавии / В кн. «Вопросы исследования и использования почв Молдавии» // Сб. 5. Кишинев.

271. Лактионов Н.И. Закономерности трансформации коллоидов при их сельскохозяйственном использовании: автореф. дис. на соиск. ученой степени док. с.-х. наук / Н.И. Лактионов. – Харьков, 1974. – 35 с.

272. Соколов И. А. Взаимодействие почвы и среды: почва-память и почва-момент / И. А. Соколов, В. О. Таргульян // *Изучение и освоение природной среды*. – М.: Наука, 1976. – С. 150-164.

273. Gonzalez R. C., Woods R. E. *Digital image processing*. Prentice Hall, New Jersey, 2002. 982 p.

274. Pagliai M., La Mace, M. & Lucamante G. Micromorphometric and micromorphological investigations of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. *J. Soil Sci.* 34: 1983. P. 391–403.

275. Donald A. D. Bioturbation in Old Arable Soils: Quantitative Evidence from Soil Micromorphology / A. Davidson Donald. // *Journal of Archaeological Science*. – 2002. – №29. – С. 1247–1253.

ДОДАТКИ

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях України, які індексуються в міжнародних наукометричних базах

1. **Кацевич В. В.**, Стрижак О. В. Едафічна характеристика літогенних ґрунтів на лесоподібних суглинках. *Агроекологічний журнал*. 2018. № 1. С. 33-39. (Особистий внесок: опрацювання літератури, збирання фактичного матеріалу, написання статті).

2. Кацевич В. В. Агроекологічні особливості мікроморфології педоземів. *Агроекологічний журнал*. 2020. № 4. С. 38-47.

Статті в наукових фахових виданнях України

3. Кунах О. В., **Коляда В. В.** Отображение техноземов в географическом и экологическом пространствах. *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. 2010. № 1. С. 56-60. (Особистий внесок: опрацювання літератури, виконання експериментальних досліджень).

4. **Кацевич В.В.**, Грицан Ю.І. Едафічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах на засадах екологічної мікроморфології. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 4. С. 131-136. <https://doi.org/10.31210/visnyk2018.04.19> (Особистий внесок: опрацювання літератури, збирання та обробка фактичного матеріалу, написання статті).

5. Чорна В. І., **Кацевич В. В.**, Вагнер І. В. Екологічні особливості ферментативної активності едафотопів техногенних ландшафтів. *Ecology and Noospherology*. 2018. 29 (2), С. 71-75. <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/031812> (Особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).

Матеріали наукових конференцій

6. **Кацевич В. В.**, Єлфімов Д. А. Вивчення ґрунтовірних процесів на дослідних ділянках рекультивації Орджонікідзевського ГЗК. *Рекультивація складних техноекосистем у новому тисячолітті: ноосферний аспект*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (29-30 травня 2012 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2012. С. 164-166. (*Особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел, інтерпретація отриманих результатів, написання статті*).

7. Кацевич В. В. Водно-фізичні властивості дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах. *Vědecký průmysl evropského kontinentu. Ekologie-Zeměpis a geologie- Zemědělství. Výstavba a architektura: materials X mezinárodní vědecko-praktická konference* (27 november-5 december 2014 у., Praha). Praha, 2014. С. 3-5.

8. Кацевич В. В. Еколого-мікроморфологічний аналіз оцінки техноземів науково-дослідного стаціонару ДДАЕУ. *Відновлення біотичного потенціалу агроекосистем*: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (9 жовтня 2015 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2015. С. 138-140.

9. Кацевич В. В. Мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на лесах. *Молодь: наука та інновації*: матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих учених, (2-3 грудня 2015 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2015. Т. 10. С. 27-28.

10. Басенко Г. В., **Кацевич В. В.** Биотестирование как перспективный метод оценки качества почвы при разных агротехнологиях. *Стан і перспективи розробки та впровадження ресурсоощадних, енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (22–23 листопада 2016 р., м. Дніпропетровськ). Дніпропетровськ, 2016. С. 14-17. (*особистий внесок: проведено постановку задачі дослідження, виконання практичних досліджень та аналіз результатів*).

11. Кацевич В. В. Еколого-мікроморфологічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах науково-дослідної станції з сільськогосподарської рекультивації земель ДДАЕУ. *Новітні системи*

землеробства та шляхи підвищення еколого-біологічної ефективності використання земель в сучасному агрокомплексі: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (25–26 травня 2017 р., м. Дніпро). Дніпро, 2017. С.41-43.

12. Кацевич В. В. Едафічна характеристика дерново-літогенних ґрунтів на сіро-зелених глинах на засадах екологічної мікроморфології. *Відновлення біотичного потенціалу агроecosистем: матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (11 жовтня 2018 р., м. Дніпро). Дніпро, 2018. С. 204-205.*

13. Грицан Ю. І., **Кацевич В. В.**, Геворгян К. А. Вивчення ґрунтовірних процесів на дослідних ділянках рекультивації покровського ГЗК. *Глобальні та локальні екологічні проблеми. Шляхи їх вирішення: матеріали Всеукраїнської Інтернет-конференції (29 листопада 2019 р., с. Немішаєве). Немішаєве, 2019. С.171-174. (особистий внесок: проведено постановку задачі дослідження, виконання практичних досліджень та аналіз результатів, написання статті).*

14. Кацевич В. В. Еколого-мікроморфологічний аналіз педоземів науково-дослідного стаціонару Дніпровського державного аграрно-економічного університету. *Відновлення біотичного потенціалу агроecosистем: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (8-9 жовтня, 2020 р., м. Дніпро). Дніпро, 2020. С. 80-82.*

15. Чорна В. І., **Кацевич В. В.**, Лисенко Д. Р., Коновалова Т. О. Екологічні особливості розподілу ферментативної активності в едафотобах. *Відновлення біотичного потенціалу агроecosистем: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції (8-9 жовтня, 2020 р., м. Дніпро). Дніпро, 2020. С. 40-42. (особистий внесок: проведено аналіз літературних джерел, інтерпретація отриманих результатів, написання статті).*

Патенти на корисну модель

16. Патент на корисну модель № 105698. Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами. Кобець А.С., Пугач А.М., Чорна В.І., **Кацевич В.В.**; Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 201511273; заявл.: 16.11.2015; опубл.: 25.03.2016. Бюл. № 6. *(Патентний пошук, аналіз експериментальних даних, підготовка матеріалів).*

17. Патент на корисну модель № 112313 Спосіб рекультивації земель, порушених відкритими гірничими роботами. Кацевич В.В.; Дніпровський державний аграрно-економічний університет. 201606443; заявл.: 13.06.2016; опубл.: 12.12.2016. Бюл. № 23.