1661
PATRIAE DECORI CIVIBUS EDUCANDIS

Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет імені Івана Франка

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГЕНЕТИЧНОГО ҐРУНТОЗНАВСТВА

Колективна монографія
За редакцією доктора географічних наук, професора З. П. Паньківа

Львів – 2023

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ivan Franko National University of Lviv

THEORY AND PRACTICE OF GENETIC SOIL SCIENCE

Collective monograph
Edited by the Doctor of Geographical Sciences, Professor Z. P. Pankiv

Lviv – 2023

УДК 631.4(477.83)
Г 90

Рецензенти:
Михайлюк Віктор Іванович, д-р геогр. наук, професор,
Одеський національний аграрний університет;

Смага Іван Степанович, д-р біол. наук, професор,
Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича;

Кривульченко Анатолій Іванович, д-р геогр. наук,
професор, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Рекомендовано до друку Вченою радою
Львівського національного університету імені Івана Франка
(Протокол № 4 від 24.05.2023 р.)

The collective monograph summarizes the results of many years of research on the genetic nature, geographical distribution, composition and properties of soils. Considerable attention is paid to the issues of balanced use, reproduction, preservation and protection of soils. The current state of soil resources, the degradation processes in soils, the problems of soil classification in Ukraine, and the prospects for implementing a soil information system are analyzed. The measures to overcome the negative consequences of the use of soil cover are substantiated. The main aspects of ecological approach in land use are highlighted.

For scientists, students and postgraduate students, as well as anyone interested in soils and the history of soil science.

Г 90 Теорія і практика генетичного ґрунтознавства = Theory and practice of genetic soil science : колективна монографія / за ред. З. П. Паньківа. – Львів, 2023. – 242 с.
ISBN

У колективній монографії узагальнено результати багаторічних досліджень генетичної природи, географічного поширення, складу та властивостей ґрунтів. Значну увагу приділено питанням збалансованого використання, відтворення, збереження та охорони ґрунтів. Проаналізовано сучасний стан ґрунтових ресурсів, розвиток деградаційних процесів у ґрунтах, проблеми класифікації грунтів України та перспективи впровадження ґрунтової інформаційної системи. Обґрунтовано заходи подолання негативних наслідків використання ґрунтового покриву. Висвітлено основні аспекти екологізації ґрунтокористування.

Для науковців, студентів і аспірантів, а також усіх, хто цікавиться ґрунтами та історією ґрунтознавства.

УДК 631.4(477.83)

ISBN

© за ред. Паньків З. П., 2023
© Львівський національний університет імені Івана Франка, 2023

Присвячується 30-річчю
кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів
у Львівському національному університеті
імені Івана Франка

To the 30th anniversary
of the Department of Soil Science and Soil Geography
at Ivan Franko National University of Lviv

“Все ясніше стає нам значення ґрунту в біосфері – не лише як субстрату, на якому живе рослинність і тваринний світ, але і як частини біосфери, де найбільш інтенсивно відбуваються хімічні реакції, пов’язані з живою речовиною... Роль ґрунту в історії земної кори аж ніяк не відповідає тонкому шару, який він утворює на її поверхні. Поте вона цілком відповідає тій величезній активній енергії, яка зібрана в живій речовині ґрунту”.

В. І. Вернадський

Присвячується 80-річчю доктора географічних наук,
Заслуженого діяча науки і техніки України,
Заслуженого професора Львівського національного
університету імені Івана Франка,
професора кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів
ПОЗНЯКА СТЕПАНА ПАВЛОВИЧА

To the 80th anniversary of Doctor of Geographical Sciences,
Honored Science and Technology Figure of Ukraine,
Honored Professor of Ivan Franko National University of Lviv,
Professor of the Department of Soil Science and Soil Geography
STEPAN POZNIAK

СТЕПАН ПОЗНЯК

ҐРУНТ І ЖИТТЯ

Життя зароджується в ґрунті,
Ґрунт є основою буття,
Добробут людства визначає,
Його щасливе майбуття.

Життя без ґрунту неможливе,
Як без повітря і води,
Із ґрунту ми черпаєм сили,
Енергію беремо ми.

Я з ґрунту виріс дорогого,
І розвиваюсь, і живу.
Як вірний син народу мого
На ґрунті твердо я стою.

Моя надія і неспокій,
Мої ґрунти – моє життя,
Я вас люблю, вивчаю, вірю,
Ви творите моє буття.

Життя моє ти твориш, ґрунте,
Творінням Божим я живу.
І на краю шляху земного
У ґрунті спокій я знайду.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 5
Степан Позняк, Зіновій Паньків,
Оксана Бонішко, Наталія Єфімчук
ЛЬВІВСЬКА НАУКОВА ШКОЛА ГЕНЕТИЧНОГО
ҐРУНТОЗНАВСТВА: ЗДОБУТКИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ 13
Тарас Ямелинець
ҐРУНТОВА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА
ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 42
Галина Іванюк
СТАНОВЛЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН КЛАСИФІКАЦІЇ
ҐРУНТІВ УКРАЇНИ 65
Андрій Кирильчук
ЕНЕРГЕТИКА ҐРУНТОТВОРЕННЯ:
ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ 89
Володимир Гаськевич, Надія Лемега, Ярослав Вітвіцький
ЕРОЗІЙНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ
ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ 114
Зіновій Паньків ГЕНЕТИЧНИЙ СТАТУС
ПРОФІЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ ҐРУНТІВ
ПЕРЕДКАРПАТТЯ 130
Юрій Наконечний
АЛЮВІАЛЬНИЙ МОРФОГЕНЕЗ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ
УКРАЇНИ 153
Ігор Папіш
ПРОЦЕСИ ВТОРИННОГО ПЕДОГЕНЕЗУ
У ФОРМУВАННІ РЕГРАДОВАНИХ ЧОРНОЗЕМІВ
ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ 188
Олексій Телегуз, Ярослав Борис
АНТРОПОГЕННІ ҐРУНТИ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ
МІСТА ЛЬВОВА 210
Роман Семащук, Андріана Яворська
МОРФОГЕНЕЗ ІНІЦІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ 229

CONTENT

FOREWORD 5
Stepan Pozniak, Zinovii Pankiv,
Oksana Bonishko, Nataliia Yefymchuk
LVIV SCIENTIFIC SCHOOL OF GENETIC SOIL SCIENCE:
ACHIEVEMENTS AND DEVELOPMENT PROSPECTS 13
Taras Yamelynets
SOIL INFORMATION SYSTEM OF THE WESTERN REGION
OF UKRAINE 42
Halyna Ivanyuk
FORMATION AND CURRENT STATE
OF THE SOILS CLASSIFICATION OF UKRAINE 65
Andrii Kyrylchuk
ENERGY OF SOIL FORMATION: THEORETICAL
AND METHODOLOGICAL ASPECTS 89
Volodymyr Haskevych, Nadiia Lemeha, Yaroslav Vitvitskyi
EROSION DEGRADATION OF SOILS IN THE WESTERN REGION
OF UKRAINE 114
Zinovii Pankiv
GENETIC STATUS OF THE PROFILE-DIFFERENTIATED SOILS
OF THE SUB-CARPATHIANS 130
Yurii Nakonechnyi
ALLUVIAL MORPHOGENESIS IN THE WESTERN REGION
OF UKRAINE 153
Ihor Papish
PROCESSES OF SECONDARY PEDOGENESIS IN THE FORMATION
OF REGRADED CHORNOZEMS OF VOLYNO-PODILLIA REGION 188
Oleksii Telehuz, Yaroslav Borys
ANTHROPOGENIC SOILS WITHIN THE TERRITORY
OF THE CITY OF LVIV 210
Roman Semashchuk, Andriana Yavorska
MORPHOGENESIS OF INITIAL SOILS 229

ПЕРЕДМОВА

Людське суспільство, яке сформувалося на планеті Земля, повноцінно почало використовувати ґрунтові ресурси з переходом до осілого способу життя та відтворювального землекористування. Хоча ще до появи людини саме ґрунти спільно з зеленими рослинами сформували сприятливе екологічне середовище життя. Впродовж багатьох століть людство основну увагу приділяло дослідженню саме біопродуктивної функції ґрунту як основи забезпечення населення продуктами харчування та сировиною для різних галузей промисловості. Становлення ґрунтознавства як науки неминуче зумовило дослідження питань генези ґрунту як сутності та механізмів ґрунтотворних процесів, які визначають енерго- та масообмін і механізми формування ґрунтового профілю. Генеза ґрунтів є основною проблемою ґрунтознавства, а ступінь її вивченості відображає об'єктивний показник розвитку теоретичних основ сучасного вчення про ґрунти. Генетичні концепції базуються на пізнанні сукупності морфологічних ознак, складу та властивостей ґрунтів і процесів, які відбуваються в них, як основних параметрів еволюційного розвитку ґрунту. Генетичне ґрунтознавство за понад сторічний період існування сформувалося як самостійний напрям, базуючись на науковій методологічній основі, послідовному історизмі, генетичному підході до аналізу ґрунтових явищ і розгляді їх у тісному взаємозв'язку та взаємодії з компонентами природного середовища, розглядаючи ґрунт як самостійне природне тіло, що сформувалося внаслідок сукупної дії чинників ґрунтотворення: клімату, материкових порід, живих організмів, рельєфу, часу.

На кафедрі ґрунтознавства і географії ґрунтів під керівництвом професора Степана Позняка сформувалася наукова школа генетичного ґрунтознавства, яка впродовж багатьох років працювала над дослідженням ґрунтів Західного регіону України. Як результат цих досліджень 2019 року була видана колективна

монографія «Ґрунти Львівської області» за редакцією доктора географічних наук, Заслуженого діяча науки і техніки України, професора С. П. Позняка.

У колективній монографії «Теорія і практика генетичного ґрунтознавства», присвяченій 30-ти річчю кафедри та 80-ти річчю професора Степана Позняка, відображені результати досліджень генетичної природи ґрунтів Західного регіону України: чорноземів Волино-Поділля, профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття, ініціальних ґрунтів на різних типах порід, алювіальних ґрунтів заплав річок, антропогенних ґрунтів міст. Розглянуто також проблему діагностики та поширення деградаційних процесів, особливості діагностики ґрунтів. Приділено увагу важливій проблемі в сучасному українському ґрунтознавстві. – класифікаційній. У монографії висвітлено здобутки науковців кафедри у нових актуальних напрямах, зокрема формування теоретико-методологічних основ енергетики ґрунтотворення, розроблення теоретичних аспектів і практичних підходів створення ґрунтової інформаційної системи на прикладі Західного регіону України.

У наш час виникають все нові та складніші суспільні запити до ґрунтознавства. Надзвичайно важливим є усвідомлення того, що необхідно збалансовано використовувати ґрунтові ресурси не лише для забезпечення населення продуктами харчування, а й для гарантування екологічної безпеки та здоров'я населення. Продуктивні ґрунти є основою життя людини, а їхній стан адекватно відображає здоров'я кожної нації. Доки людство не усвідомить реальної цінності ґрунтів, доти постійні проблеми переслідуватимуть світ не лише в сільському господарстві, а й в інших галузях людської діяльності.

Завідувач кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів
Львівського національного університету імені Івана Франка,
доктор географічних наук,
професор Зіновій Паньків

ЛЬВІВСЬКА НАУКОВА ШКОЛА ГЕНЕТИЧНОГО ҐРУНТОЗНАВСТВА: ЗДОБУТКИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Степан Позняк, Зіновій Паньків, Оксана Бонішко, Наталія Єфімчук

На всіх етапах розвитку ґрунтознавство утверджувалось як самостійна наука і формувало уявлення про ґрунти як самостійне природно-історичне тіло. Сучасний період розвитку ґрунтознавства і географії ґрунтів характеризується підвищеною увагою до глобальних проблем. Важливим є усвідомлення природних ресурсів, в тому числі ґрунтів і ґрунтового покриву, як загального надбання людства, непричетного до яких-небудь державних і національних кордонів, які функціонують як єдина цілісна система на поверхні планети. Соціальні й екологічні проблеми, що стоять зараз перед світовою спільнотою, значною мірою сприяли утвердженню та визнанню істинності цього твердження і необхідності дотримання його в наукових розробках і практичних заходах. Протидія та запобігання забрудненню природного середовища, зокрема педосфери, глобальним кліматичним змінам, деградації ґрунтового покриву, нестачі продовольства, іншим негативним явищам вимагають знання глобальних закономірностей і відповідних дій.

Світова ґрунтознавча наука має вагомі напрацювання у напрямі вирішення низки глобальних проблем у рамках

міжнародних комплексних програм. Однак реалізація таких розробок стикається з об'єктивними труднощами, серед яких найбільш чітко виділяється недостатність знань про закономірності ґрунтового покриву, різноманіття ґрунтових і ґрунтово-географічних національних шкіл, які ускладнюють взаєморозуміння спеціалістів. На жаль, участь представників української школи ґрунтознавства у цих розробках традиційно обмежена, хоча наші науковці і мають достатньо оригінальні ідеї в галузі ґенези та географії ґрунтів.

Розвиток науки, зокрема ґрунтознавства, диктується запитами суспільства, і використання науково-практичних розробок залежить від рівня соціально-економічного розвитку. Незважаючи на безперечні досягнення ґрунтознавчої науки й очевидну значимість ґрунтознавства для задоволення потреб людства в продовольстві, підтримки оптимальних соціально-екологічних умов життя людей, затребування ґрунтознавства в суспільстві загалом є недостатнім. Така ситуація характерна для багатьох країн, у тому числі й для України. Однак якщо країна дбає про свою безпеку, то не може відмовлятися від ґрунтознавчої науки, пам'ятаючи, що ґрунт – фундамент продовольчої, а відтак економічної та національної безпеки. Окрім того, ґрунт відіграє незамінну роль в екосистемі планети, ґрунт – феномен природи, основа життя на Землі.

Нові складніші та різноманітніші запити суспільства до ґрунтознавства відображають виняткове значення ґрунтових ресурсів у житті людей. Ґрунтові ресурси, як основа сільськогосподарського розвитку, є тим «довготривалим капіталом, за допомогою якого існують і розвиваються нації». Надзвичайно важливим і актуальним є розуміння необхідності розумно користуватися цим глобальним ресурсом з метою підтримання нормальних умов життя населення. Зберегти основу благополуччя майбутніх поколінь можна лише за

умови раціонального використання ґрунтових ресурсів, які передаються від покоління до покоління. Історія зберегла факти, коли соціальні та політичні конфлікти розхитували держави, в яких склалася ситуація, коли треба було нагодувати більшу кількість людей, ніж це могли забезпечити наявні у країні ґрунти. Історія засвідчує, що тривалість життя цивілізації можна визначити тим, як люди ставляться до своїх ґрунтів.

На ставлення членів суспільства до ґрунтів впливають різноманітні чинники: від соціальних до культурних, екологічних і економічних. І в цьому аспекті актуальною є спроможність ґрунту забезпечувати життя людей, що своєю чергою впливає на рівень розвитку суспільства.

Соціальна роль ґрунту полягає в його здатності створювати комфортні умови для суспільства, тобто забезпечити його достатньою кількістю і якістю продовольства, і що не менш важливо – створити сприятливі екологічні та життєві умови людей. Суспільству необхідно подбати про високоморальні етичні норми поведінки стосовно ґрунту, не спричиняючи в ньому незворотних деградаційних змін. Необхідно сприяти виконанню ґрунтом його соціальної функції шляхом зміни форм власності на землю, формування гармонійних стосунків між різними прошарками суспільства, надання допомоги землевласникам і землекористувачам, вжиття заходів для відродження і розвитку села. Необхідно забезпечити дотримання законів про охорону ґрунтів, виховувати свідомого господаря, який турбуватиметься про ґрунт для себе і своїх нащадків. Доцільно змінити політику держави: жити не за рахунок ґрунту і землевласника, а турбуватись про ґрунт і поважати землеробську працю. Людина є головною цінністю для суспільства, а ґрунт – основою добробуту людини, забезпечення її продуктами харчування. Отож людина і ґрунт набуває пріоритетного значення у процесі формування соціального простору.

Початками науки про ґрунти у Західному регіоні України можна вважати кінець XVIII ст., коли у відновленому 1784 року Львівському університеті було створено кафедру основ природи, географії та землеробства.

На той час Австрійською монархією, до якої входила і Галичина (з 1772 року), правив імператор Йосип II. В країні розпочали великомасштабну акцію створення земельного кадастру – різнобічної (на той час) кількісної та якісної оцінки земель, так звані Йосифінські метрики. В основу було покладено природну родючість земель і, відповідно, урожайність зернових хлібних культур. Усі землі було поділено на 4 кадастрові категорії, починаючи з найвищої – першої, закінчуючи нижньою – четвертою. Така диференціація, особливо орних земель, вимагала врахування головної властивості ґрунтів – їхньої родючості, продуктивності. На основі прецензійного знімання були створені кадастрові карти земель кожного населеного пункту з великим масивом інформації про їхнє розташування, площі, кадастровий клас тощо.

Такі роботи вимагали підготовки висококваліфікованих кадрів – професіоналів у сфері аграрних відносин (головними власниками земель були польські дідичі та українські селяни; були також громадські, церковні та резервні землі). Необхідно було, щоб ці спеціалісти володіли засобами землеміряння, вміли користуватися приладами. Треба було налагодити і виробництво цих засобів.

З огляду на це у відновленому Львівському університеті, а згодом і в новоствореному Політехнічному інституті (аграрний філіал у Дублянах) були створені нові кафедри. Як уже згадувалося, в Університеті це була кафедра основ природи, географії та землеробства. Варто звернути увагу на останню складову назву кафедри – «землеробство». Вона була тісно пов’язана з головною господарсько-економічною сферою Галичини – сільським

господарством. І географія, і природа, і тим більше землеробство тут мають прямий зв'язок з аграрною сферою. Завідувати цією кафедрою запросили природодослідника Бальтазара Гакета (1739-1815 рр.), який був географом і ботаніком водночас. Вчений дотримувався гумбольтової «рослинної» парадигми у географії, тобто теплових глобальних зон і рослинної зональності. Водночас він організував низку геоботанічних експедицій в Карпатські та Кримські гори, у степову частину України, де зібрав великий гербарій рослин.

У другій половині XIX ст. гумбольтова геоботанічна парадигма в географії поступово замінювалася геологічною, точніше геолого-геоморфологічною. У фізичній географії геологічна основа ландшафтів трактувалася як визначальна у формуванні морфологічної структури ландшафтів. Аналогічно у ґрунтознавстві суттєвим чинником ґенези ґрунтів стали вважати материнську породу, її структуру, мінеральний та хімічний склад, фізичні особливості (розподіл вологи і тепла) тощо.

Теорія геоботанічної основи як чинника залишилася ще на початку існування новоствореної кафедри географії у Львівському університеті. У 1882/1893 н. р. кафедру очолював запрошений професор з Кракова Антоні Реман (*Antoni Rehman*, 1840–1917) – людина німецького походження. В умовах панування Австро-Угорської монархії це було звичним явищем. Однак вже перша докторська дисертація тут мала в основі геолого-географічну парадигму, що було на часі. Першим доктором став уродженець Миколаєва (на Дністрі) українець Григорій Величко (1873–1932?). Тема дисертації була така: «Пластика польсько-українських земель з особливою увагою до Українських Карпат». Докторант Еугеніуш Ромер (1871–1954) теж не пішов гумбольтівським шляхом, його докторська дисертація була присвячена кліматові.

Важливе значення мало створення 1810 року кафедри сільського господарства у Львівському університеті. На той

час у Галичині діяли рільничі товариства. Так, Товариство Господарське у Львові об'єднувало великих землевласників, які здебільшого були зацікавлені у розвитку рослинництва, агрономії та ґрунтознавства. Рільничі товариства започаткували перші рільничі школи. Така рільнича школа була створена 1856 року в Дублянах. До початку XX ст. вона активно розвивалася і набула статусу Вищої рільничої школи, а згодом Рільничої академії (1901 рік). Навчальна та наукова діяльність сільськогосподарських установ у Дублянах залишила помітний слід у розвитку аграрної науки Європи наприкінці XIX ст.

Одним з перших дослідників чорноземів Галичини і Поділля був Леопольд Бубер (1910 рік). За дослідженнями Леопольда Бубера, галицький чорноземний край є продовженням русько-подільських чорноземів [52]. Гідрологічна структура території, а також її клімат і геологічна природа є, на думку дослідника, основними причинами утворення чорноземів Галичини та Поділля. Важливу роль відіграє ксерофітна флора.

У період 1919–1939 рр. дослідження ґрунтового і земельного фонду Галичини вплинули на аграрну та лісо-економічну сфери господарства.

Активні дослідження у галузі ґрунтознавства і географії ґрунтів розпочалися після Другої світової війни. І тут чітко виокремилися три центри Львова: Університет імені Івана Франка, сільськогосподарський інститут і лісотехнічний інститут. У двох інститутах були, відповідно, аграрний і лісогосподарський напрям дослідження ґрунтів.

Одним із відомих дослідників ґрунтового покриву західних областей України був Г. О. Андрущенко (1902–1985), який працював у Львівському сільськогосподарському інституті. Значну увагу науковець приділив вивченню торфів і боліт. У праці «Культура боліт» (1965) розглянув природні властивості боліт у геохімічному та сільськогосподарських аспектах. У продовж

1957–1961 років Г. О. Андрущенко очолював ґрунтознавчу експедицію, створено при кафедрі агрохімії та ґрунтознавства Львівського сільськогосподарського інституту. Експедиція проводила обстеження ґрунтів у Львівській, Тернопільській, Івано-Франківській, Волинській, Вінницькій, Хмельницькій, Полтавських областях України, в Казахстані та деяких областях Росії. За результатами досліджень видано навчальний посібник у двох томах «Ґрунти Західних областей України» (1970) [1]. На основі досліджень ґрунтів Українських Карпат, Г. О. Андрущенко описав різні типи буроземів і процес їхнього утворення, а також започаткував агровиробниче групування цих ґрунтів та розробив заходи з підвищення їхньої родючості. Дослідженням, що відображає невтомний 20-літній пошук автора та охоплює різноманітні важливі проблеми ґрунтознавства, стала докторська дисертація «Питання генезису, закономірності поширення та підвищення родючості ґрунтів в Західних областях УРСР» (1973 р.).

У Львівському університеті ґрунтознавство і географію ґрунтів викладали на географічному та біологічному факультетах. З 1945 року географію ґрунтів викладав професор Пилип Степанович Бучило (1892–1983). Згодом його посаду поступово опускали до доцента, а потім старшого викладача і, нарешті, до завідувача музею землезнавства. Пилип Степанович пройшов довгий і складний шлях від священника до єпископа УАПЦ на півдні України, був репресований і засланий у Сибір. Пилип Бучило був цікавою та різнобічною людиною, освіту здобув у духовній семінарії, згодом – в Духовній академії, навчався також у декількох вишах, у тому числі сільськогосподарських.

Ґрунтознавчий «вибув» у Львівському університеті стався 1956 року, коли зусиллями Львівського відділу географічного товариства на географічному факультеті була створена Ґрунтово-дослідна експедиція з лабораторією дослідже-

ння ґрунтів. Тоді дослідження ґрунтового покриву охопили тисячі гектарів України, а також російського Нечорнозем'я, Північного Казахстану, Алтаю та Сибіру. Тут слід відзначити велику роль керівництва: професора Каленика Івановича Геренчука, професора Івана Миколайовича Гоголєва, професора Мирона Григоровича Кота, професора Ярослава Софроновича Кравчука.

У 1957 році І. М. Гоголєв створив у Львівському університеті ще одну ґрунтову експедицію, яка започаткувала великомасштабні обстеження та картографування ґрунтів України (Львівська, Волинська, Закарпатська, Полтавська області), Російської Федерації (Вологодська, Тверська, Пермська, Читинська області, Красноярський край), цілинних земель Північного та Центрального Казахстану. Завдяки організаторському таланту І. М. Гоголєва ґрунтознавча експедиція стала однією з найбільших у колишньому Радянському Союзі.

Як вчений-ґрунтознавець І. М. Гоголєв проводив генетико-географічні дослідження ґрунтів Західного регіону, які розпочалися 1947 року з вивчення ґрунтового покриву території державних сортодільниць. За матеріалами обстежень Іван Гоголєв захистив кандидатську дисертацію «Темноколірні (рендзини) ґрунти Західних областей України» [11], актуальність, наукова новизна і практична значимість якої збереглися досі. Фундаментальні дослідження М. І. Гоголєв провів у Карпатському регіоні. Детальні матеріали польових, лабораторних, дослідно-експериментальних досліджень стали основою його докторської дисертації «Бурі гірсько-лісові ґрунти Українських Карпат» (1965 р.) [12].

Новий етап розвитку ґрунтознавчої науки в Львівському університеті імені Івана Франка розпочався 1993 року з організації на основі ґрунтознавчої експедиції кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів. Очолив новостворену кафедру

доктор географічних наук, професор Степан Павлович Позняк. Кафедра розгорнула широкомасштабне картографування ґрунтів України, зокрема Західного регіону. Але головне те, що кафедра стала осередком розвитку теорії ґрунтознавчої науки в Україні. Великий внесок у наукові напрацювання кафедри зробив професор Позняк С. П.

Свої наукові дослідження Степан Позняк розпочав в Одеському державному університеті імені І. І. Мечникова, виконуючи важливі науково-дослідні роботи держбюджетної та господарської тематики, пов'язані з вивченням динаміки сучасних ґрунтотворних процесів у чорноземах півдня України, зумовлених зрошенням [34]. Теоретичне значення та наукова новизна проведених досліджень полягає в тому, що вони дали змогу розробити методичні основи вивчення механізмів сучасних ґрунтотворних процесів у чорноземах, зрошуваних водами різної мінералізації та якісного складу. Комплексне вивчення динаміки сучасних ґрунтотворних процесів знесолення, декарбонатизації, підлужнення, осолонцювання, знеструктурення, ущільнення, оглеєння, іллімеризації, дезагрегації, внутрішньо-ґрунтового вивітрювання, гідрослюдизації засвідчило, що процеси знесолення, декарбонатизації і зменшення частки вбирного кальцію у складі вбирних основ відіграли істотну роль у тотальній деградації речовинного складу чорноземів, що зумовило іригаційне осолонцювання ґрунтів. Причому основна роль тут належала не властивостям чорноземів, а особливостям складу поливних вод. Виявлено радикальніші зміни ґрунту під впливом дезагрегації ґрунтової маси, знеструктурення верхньої частини ґрунтового профілю, який має брилувату структуру, зростання процесу оглинювання, збільшення кількості активного мулу і, найважливіше, трансформацію мінералогічного складу і руйнування смектитового компоненту, нагромадження гідрослюди і часткове руйнування первинних мінералів.

Степан Позняк, Микола Тортик та ін. науковці ОДУ ім. І. І. Мечникова провели комплексне дослідження ґрунтово-генетичних наслідків зрошення чорноземів південних слабо мінералізованими водами в межах Задністер'я України; дослідили механізм утворення поверхневих ірригаційних кірок, їхню ґенеза ґенезу та властивості; встановили, що процеси вторинного осолонцювання при зрошенні чорноземів південних мають імпактний характер і найбільш інтенсивно проявляються в перші роки зрошення і навіть під час перших поливів. Було розроблено меліоративні заходи для зрошуваних вод (кислування) і для зрошуваних ґрунтів (гіпсування), які частково нівелюють негативні процеси [36].

Після переїзду до Львова і очолення кафедри ґрунтознавства на географічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка Степан Позняк розгорнув активну наукову й організаційну діяльність. Новостворена кафедра розпочала підготовку фахівців за спеціальністю "Біогеографія і географія ґрунтів". Згодом освітньо-професійні програми змінювалися, однак завжди вони були пов'язані з вивченням ґрунтів.

Під керівництвом професора Позняка С. П. розпочалася активна наукова діяльність кафедри, спрямована на вивчення ґрунтово-екологічних проблем Західного регіону, розв'язання актуальних теоретичних і практичних питань ґрунтознавства і географії ґрунтів, екології землекористування, використання, відтворення та охорони ґрунтів. Дослідження Степана Позняка та його учнів зробили вагомий внесок у розвиток генетичного ґрунтознавства, географії, меліорації, екології та класифікації ґрунтів, зокрема:

- з'ясовано закономірності географічного розподілу та просторово-часові зміни головних елементів клімату ґрунтів західних областей України (проф. Кіт М. Г. [15], к. геогр. н. Тарасюк М. Ф. [44]);

- з'ясовано внутрішню фаціальну деформацію чорноземоутворення і властивостей чорноземів (проф. Папіш І. Я. [30], к. геогр. н. Лісовський А. С. [21]);

- встановлено параметри змін властивостей чорноземів помірної та холодної фації (доц. Свидницький Б. П. [41]);

- проведено оцінку сучасного стану меліорованих ґрунтів Малого Полісся (проф. Гаськевич В. Г., к. геогр. н. Нецик М. М. [25]);

- досліджено антропогенну трансформацію ґрунтів Сокальського пасма (доц. Пшевлоцький М. І. [37]);

- досліджено характер і оцінено інтенсивність та спрямованість ґрунтотворних процесів у рендзинних ґрунтах (проф. Кирильчук А. А. [16]),

- охарактеризовано процеси ініціального ґрунтотворення на карбонатних породах (к. геогр. н. Семащук Р. Б. [42]);

- досліджено особливості структури ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір'я (доц. Гаськевич О. В. [10]) та Волинської височини (доц. Радзій В. Ф. [38]);

- досліджено причини виникнення та розвитку процесів фізичної деградації ґрунтів Передкарпаття (доц. Романів П. В. [35]);

- всебічно досліджено буроземи пралісів Українських Карпат (доц. Войтків П. С. [5]);

- проведено комплексне дослідження алювіальних ґрунтів заплави Західного Бугу (доц. Наконечний Ю. І. [26]);

- досліджено трансформацію природних властивостей дерново-підзолистих ґрунтів легкого гранулометричного складу Західного Полісся (доц. Ковалець Ю. М. [18]);

- досліджено ієрархічні рівні структурної організації ґрунту та їхні функціональні особливості (к. геогр. н. Денис В. В. [13]);

- з'ясовано характерні процеси та ознаки антропогенної трансформації рендзин Подільських Товтр (доц. Гарбар В. В. [8]);

- розроблено нові методологічні підходи до оцінки кислотно-основної буферності буроземів Чорногірського масиву Українських Карпат (доц. Гамкало М. З. [7]);

- досліджено особливості гумусового стану опідзолених ґрунтів Пасмового Побужжя (доц. Іванюк Г. С. [32]);

- досліджено динаміку фтору ґрунтів південного заходу України (доц. Тригуб В. І. [47]);

- проведено комплексне дослідження ґрунтів Передкарпаття та обґрунтовано діагностичні критерії елементарних ґрунтових процесів, подана детальна характеристика морфогенетичних, фізичних і фізико-хімічних властивостей дерново-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів північно-західного Передкарпаття (проф. Паньків З. П. [28]);

- досліджено морфогенез буроземно-підзолистих ґрунтів Пригорганського Передкарпаття (доктор філософії наук про Землю Малик С. З., проф. Паньків З. П. [24]);

- детально охарактеризовано процеси ініціального ґрунтотворення на щільних пісковиках Верховинського вододільного хребта Українських Карпат (доктор філософії наук про Землю Яворська А. М., проф. Паньків З. П. [49]);

- вивчено конкреційні Fe-Mn новоутворення в ґрунтах Прибескидського Передкарпаття (доктор філософії наук про Землю Калинич О. Р., проф. Паньків З. П.);

- досліджено особливості процесу онтоґенезу ґрунтів антропогенно-порушених ландшафтів у різноманітних поєднаннях субстратно-літоценотичних і біохімічних умов ґрунтотворення на Кримському півострові (проф. Єргіна О. І. [14]);

- досліджено особливості та головні закономірності ландшафтно-диференційованих концентрацій водорозчинних солей ґрунто-підґрунття і тенденції ландшафтно-гало-геохімічних змін Причорноморсько-Приазовського сухостепового краю (проф. Кривульченко А. І. [19]);

- розроблена концепція ґрунтотворення та формування структури ґрунтового покриву в заплавах малих і середніх річок північно-західного Причорномор‘я, яка відображає взаємопов’язаність функціонування основних елементарних ґрунтових і ландшафтно-геохімічних процесів в умовах просторово-часової неоднорідності природних і антропогенних чинників (проф. Михайлюк В. І. [24а]);

- дано теоретичне обґрунтування агроекологічного моніторингу щодо системи ґрунт-рослина-сільськогосподарська продукція в умовах західного лісостепу України як інструменту дослідження динаміки якості сірих лісових ґрунтів (проф. Гамкало З. Г. [6]);

- розроблено новий теоретико-методологічний підхід у дослідженні землекористування, класифікацію землекористування з використанням двох рівнів і типів, а в їхніх межах – форм землекористування; для характеристики просторових показників землекористування використано показник забезпеченості земельними угіддями на одного користувача (проф. Паньків З. П. [29]);

- досліджено характер та особливості трансформації морфогенетичних, фізичних і фізико-хімічних властивостей техногенно-порушених ґрунтів трас магістральних трубопроводів. Запропоновано методику вивчення ґрунтів вздовж лінійних споруд з використанням методу трансект і ключових ділянок. Вдосконалено класифікаційну схему техногенно-порушених ґрунтів, проведено бонітетну оцінку техногенно-порушених ґрунтів, подано метод розрахунку втрат сільськогосподарського виробництва під час будівництва магістральних трубопроводів (доц. Телегуз О. Г. [45]);

- застосовано новий метод оцінки ступеня еродованості за забарвленням орних горизонтів ґрунту; проведено просторовий аналіз деградаційних процесів у сірих лісових

ґрунтах Західного лісостепу України (проф. Ямелинець Т. С. [49]);

- вивчено просторові зміни властивостей ясно-сірих і сірих лісових ґрунтів Опілля; з'ясовано, що фаціальні особливості чинників ґрунтотворення зумовили просторові зміни властивостей ґрунтів, а тривале сільськогосподарське використання сірих лісових ґрунтів Опілля – трансформацію будови профілю та зміну властивостей ґрунтів (доц. Павлюк Н. М.[27]);

- проведено комплексне еколого-географічне дослідження ґрунтів Надсянської рівнини, проаналізовано деградаційні процеси в ґрунтах, на регіональному рівні здійснено групування ґрунтів за ґрунтово-екологічним індексом, розраховано бал бонітету ґрунтів за придатністю для вирощування сільськогосподарських культур (к. геогр. н. Луцишин О. З. [22]);

- проведено комплексне ґрунтово-географічне дослідження сірих лісових, темно-сірих опідзолених ґрунтів і чорноземів опідзолених Сянсько-Дністерської височини, охарактеризовано просторові особливості ґрунтотворення в межах Сянсько-Дністерської височини (к. геогр. н. Сова О. С. [43]);

- вивчено явище літогенної дивергенції ґрунтотворення, обґрунтовано генетико-літологічну зумовленість формування ґрунтів на різних таксономічних рівнях, проведено оцінку диференціації ґрунтового профілю на основі розрахунку фактора вилуговування й елювіально-акумулятивних коефіцієнтів з використанням результатів валового хімічного аналізів (доц. Підкова О. М. [33]);

- вперше на території Малого Полісся проведено комплексне вивчення дерново-підзолистих ґрунти, підстелених щільними карбонатними породами, здійснено оцінку диференціації ґрунтового профілю на основі обчислення фактора вилуговування, елювіально-акумулятивних коефіцієнтів і балансу речовин з використанням результатів валового хімічного аналізу,

обґрунтовано карбонатність як класифікаційно-діагностичний критерій (доц. Салюк М. Р. [40]);

- вперше проведено агроекологічну оцінку особливо цінних ґрунтів, запропоновано методику розрахунків географічного поширення та цінності ґрунтів; складено структурні формули ґрунтового покриву природно-сільськогосподарських районів Львівської області; оцінено сучасний стан еродованості ґрунтів у природно-сільськогосподарських районах, проведено агроекологічне районування Львівської області (к. геогр. н. Телегуз О. В. [46]);

- досліджено трансформацію органічної речовини ґрунту внаслідок рубок у грабових дібровах басейну Верхнього Дністра; з'ясовано, що рубки різної інтенсивності у цих дібровах зумовлюють зміни якості органічної речовини ґрунту, зокрема зменшення вмісту лабільних (водорозчинних чи легкоокиснювальних) фракцій; з'ясовано, що карбон-секвеструвальна здатність та енергоємність едафотопів вологих грабових дібров басейну Верхнього Дністра зменшуються зі збільшенням ступеня антропогенного впливу на них; виявлено існування компенсаторних механізмів підтримки балансу Карбону в лісових екосистемах, що функціонують за принципом від'ємного зворотного зв'язку (к. с.-г. н. Бедернічек Т. Ю., проф. Гамкало З. Г. [3]);

- дано кількісну і якісну оцінку лабільного пулу органічних речовин органогенних ґрунтів Верхньо-Дністровської елювіальної рівнини; обґрунтовано можливість використання диференціальних кривих кінетики окислювальної деструкції органічної речовини ґрунту для оцінки і прогнозування її хімічної стійкості та оцінено вплив гранулометричних елементів і структурних агрегатів ґрунтів на фізичну стабілізацію лабільної органічної речовини, з'ясовано літологічну зумовленість формування органопрофілю мінеральних ґрунтів (к. б. н. Т. З. Партика, проф. З. Г. Гамкало [30]);

- досліджено енергетичні та термодинамічні показники гірсько-лучно-буроземних ґрунтів і оцінено ґрунтотворний потенціал породи; встановлено характерні ознаки номадної трансформації, обґрунтовано роль субальпійських високогірних фітоценозів у формуванні фізико-хімічних властивостей гірсько-лучно-буроземних ґрунтів, обґрунтовано необхідність субстативно-генетичної класифікації ґрунтів України в класі постлітогенні ґрунти, гірсько-лучно-буроземні ґрунти зачислити до самостійного типу перегнійно-буроземних ґрунтів (к. геогр. н. А. В. Баранник, проф. С. П. Позняк [2]);

- проведено комплексне дослідження генетико-географічних особливостей деградації ґрунтів Львівської області; встановлено типи і види деградації ґрунтів; охарактеризовано їхню географію, розроблено теоретико-методичні та методологічні основи дослідження генетико-географічної деградації ґрунтів (к. геогр. н. Н. М. Лемега, проф. В. Г. Гаськевич [20]);

- досліджено термічну деградацію темно-сірого опідзоленого ґрунту Малехівського пасма Пасмового Побужжя; встановлено, що посттермічний процес в ґрунті зумовлює ущільнення, зростання агрономічно цінних агрегатів через деградацію та втрату води, зсув актуальної кислотності в нейтральну область, зміну співвідношення обмінних і необмінних катіонів; у ґрунтовому розчині переважають одновалентні іони, а в ґрунтово-поглинальному комплексі іони кальцію; оцінено сумарний показник забруднення ґрунтів важкими металами за їхнім валовим рухомим вмістом (Zn, Pb, Cd, Ni, Cu, Sr) у ґрунтах придорожніх смуг міжнародної траси М11 Броди-Львів-Мостиська; встановлено, що депоноване навантаження на грунти є допустимим та спостерігається лише в містах з високою локалізацією автотранспорту, а на території автозаправних станцій забрудненність ґрунтів органічними вуглеводнями спричинила послаблення ферментативної активності та

пригнічення активності каталази (к. х. н. О. С. Бонішко [4]);

- багаторічні дослідження доцента Климовича П. В. були присвячені природним комплексам Волинського Полісся, зокрема досліджував генетичні характеристики природних комплексів, їхню класифікацію, структуру ландшафтів, меліоративні заходи, що забезпечують планування і проектування осушувальних меліорацій; розробив концепцію інтеграції ландшафтотворення і структури ландшафтів Волинського Полісся. Виявлено, що в західно-поліських районах України елювіальні процеси не є домінуючими в ландшафтотворенні. Важливий елемент наукової основи осушувальних меліорацій – пізнання суті природних процесів, які формують природно-територіальні комплекси. Запропонована схема аналізу природних умов великих неоднорідних меліоративних об'єктів ґрунтується на інтегральному вивченні природно-територіальних комплексів і структури ландшафтів, що забезпечує виділення природних систем (комбінацій природно-територіальних комплексів), в яких внутрішні зв'язки між компонентами однієї системи сильніші від зв'язків між сусідніми системами. ПТК є одиницями універсального природного районування, об'єктами раціонального використання земель в умовах ефективного сільськогосподарського виробництва. Визначення природного потенціалу сільськогосподарського використання комбінацій ПТК дає змогу уточнити обсяги і характер меліорацій, необхідних для максимальної інтенсифікації сільськогосподарського виробництва за мінімального порушення природної рівноваги. Математична модель комбінацій природно-територіальних комплексів, складена на підставі виявлених закономірностей взаємозв'язків між зволоженістю ґрунтів і глибиною рівня ґрунтових вод, забезпечує прогнозування впливу осушення як на окремі природно-територіальні комплекси, так і на комбінацію загалом. Матеріали досліджень Климовича П. В. використані у розробці науково-технічних прогнозів з проблем

меліоративної оцінки природних комплексів і впливу осушувальних меліорацій на динаміку водного режиму території (доцент Климович П. В. [14а]);

- на основі досліджень деградації чорноземів Придністерської височини встановлено, що чорноземи більш схильні порівняно з іншими ґрунтами до фізичної деградації через низьку щільність складення, домінування молодих, відносно нестійких фракцій органічної речовини і смектитового комплексу мінералогічного складу тонкодисперсної мінеральної частини; це зумовлює зниження здатності чорноземів до відновлення властивих йому модальних характеристик структурного складу та щільності складення, спричиняючи розвиток деградаційних процесів: знеструктурення, ущільнення, кіркоутворення, утворення плужної підошви, знебарвлення тощо (доктор філософії наук про Землю Я. Й. Вітвіцький [4а]);

- розроблено концептуальні підходи та обґрунтовано теоретико-методологічні основи інформаційного ґрунтознавства, запропоновано визначення інформаційного ґрунтознавства як нового напряму науки про ґрунти, яке містить систему впорядкування, збору, збереження й аналізу даних про ґрунти на різних ієрархічних рівнях, отримання безперервної в просторі і часі інформації про стан ґрунтового покриву для моделювання та збалансованого використання, відтворення й управління ґрунтовими ресурсами на основі природоохоронних, соціальних, економічних, екологічних і правових вимог; розроблена регіональна ґрунтова інформаційна система, яка містить дані про ґрунти Львівської області, впорядковані архівні дані обстежень і забезпечує можливість внесення, зберігання та опрацювання великої кількості фактичних ґрунтових даних (проф. Т. С. Ямелинець [51]);

- вивчено і систематизовано спадщину ґрунтознавців Західних областей України (к. геогр. н. Л. В. Мазник [23]);

- розроблено основи нового напрямку науки – соціального ґрунтознавства, яке є тією галуззю міждисциплінарного дослідження, в якій розкривається нова властивість ґрунтової сфери, пов'язана з набуттям нею соціальних рис суспільства: його соціологізації, екологізації, економізації, правових (юридичних) відносин. Зокрема, ґрунт став об'єктом приватної власності, її соціального розподілу та перерозподілу, створення і діяльності різних організаційних форм володіння ним (великі підприємства – латифундії, фермерські та кооперативні господарства), ринки землі тощо. Використання даних про ґрунт у повсякденному соціально-економічному житті є засобом передбачення ймовірності впливу короткочасних змін ландшафту на наступні стани ґрунту з метою уникнення негативних наслідків на обсяги продуктивності та ін. (проф. С. П. Позняк, проф. Н. С. Гавриш [35]).

За 30-річний період функціонування кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка досягла значних успіхів у навчальній, науково-дослідній, суспільно-громадській роботі. Вона є провідним навчально-науковим центром ґрунтознавчої науки в Західному регіоні України.

На кафедрі підготовлено багато висококваліфікованих спеціалістів: 9 докторів, 45 кандидатів географічних, біологічних і сільськогосподарських наук. У нинішньому 2022/2023 навчальному році на кафедрі працюють 6 докторів наук, професорів; 4 кандидати наук, доценти; завідувач та інженери І категорії навчально-наукової лабораторії аналізу ґрунтів і природних вод; 1 інженер І категорії, кандидат географічних наук.

Підготовка фахівців відбувається за спеціальністю 103 Науки про Землю, бакалаврів – за ОПП «Ґрунтознавство і експертна оцінка земель», магістрів – за ОПП «Прикладне ґрунтознавство та оцінка земель».

Успішно функціонує докторантура і аспірантура. Захищено 9 докторських дисертацій, із них 5 – викладачами кафедри (Гаськевич В. Г., Паньків З. П., Кирильчук А. А., Папіш І. Я., Ямелинець Т. С.), 2 – докторантами (Гамкало З. Г., Кривульченко А. І.), 2 – здобувачами наукового ступеня доктора наук (Михайлюк В. І., Єргіна О. І.).

Випускники кафедри, здобувачі інших навчальних закладів і організацій захистили 40 дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидатів географічних, а також біологічних і сільськогосподарських, наук; 5 дисертантів отримали науковий ступінь доктора філософії спеціальності 103 Науки про Землю (Малик С. З., Калинич О. Р., Яворська А. М., Малик Р. Г., Вітвіцький Я. Й.). Кандидатами наук стали 28 випускників кафедри.

Упродовж 30-ти років на кафедрі захищено 420 дипломних і магістерських робіт. Захист перших магістерських робіт випускників кафедри відбувся 2003 року.

На географічному факультеті функціонує єдина в Україні спеціалізована вчена рада з захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук спеціальності 11.00.05 – біогеографія і географія ґрунтів, а також діють одноразові спеціалізовані ради спеціальності 103 Науки про Землю.

Головним завданням методичної роботи кафедри є впровадження новітніх методів викладання, ефективне використання дидактичного матеріалу, забезпечення лекційних, лабораторних і практичних занять підручниками, навчальними посібниками, методичними вказівками та рекомендаціями, словниками тощо. Викладачі кафедри видали 32 навчальні посібники, 10 навчально-методичних вказівок. Завідувач кафедри, професор Позняк С. П. 2010 року видав перший в Україні україномовний підручник «Ґрунтознавство і географія ґрунтів» (у двох частинах).

Науково-дослідна робота кафедри спрямована на проведення ґрунтових досліджень у різних природних зонах України, розробку основ раціонального використання ґрунтів, організації і функціонування природоохоронної інфраструктури, розв'язання ґрунтово-географічних проблем Західного регіону України, дослідження генези і генетико-виробничої характеристики ґрунтів тощо. Науковці кафедри провели дослідження генези, екології, особливостей класифікації, картування і оцінки ґрунтів Західного регіону України, окрему увагу приділили малопродуктивним і деградованим ґрунтам регіону, зокрема проблемам поліпшення їхнього стану й оптимізації використання. Досліджено особливості географії, екології та використання антропогенно-змінених ґрунтів міста Львова. Викладачі кафедри вивчали проблеми деградації та охорони ґрунтів Західноукраїнського краю, розробили обґрунтування методологічних засад агроекологічного моніторингу, зробили вагомий внесок у створення бази даних і цифрової карти ґрунтового покриву України.

Науковий доробок кафедри за 30-річний період функціонування: 12 монографій, 26 монографій серії «Ґрунти України», численні публікації в періодичних фахових виданнях України і зарубіжжя.

На кафедрі функціонує сертифікована навчально-наукова лабораторія аналізу ґрунтів і природних вод, яка виконує широкий спектр фізичних та фізико-хімічних аналізів ґрунтів і природних вод із використанням сучасних приладів і обладнання, застосовуючи методики Держстандарту України.

В лабораторії кафедри представлено галерею монолітів зональних типів ґрунтів, демонструються експонати настінних монолітів унікальних ґрунтів України, які не мають аналогів. Представлено оригінальний стенд «Ґрунти в пам'яті народів світу», де зображено пам'ятні знаки і пам'ятники ґрунтам, споруджені в різних країнах світу.

Колектив авторів (Семащук Р. Б, Позняк С. П., Паньків З. П., Єфімчук Н. М.) отримав патент на корисну модель «Спосіб виготовлення плівкового моноліту некам'янистого ґрунту», № 151937, 05.10.2022 року.

В листопаді 2022 року відкрито кабінет ґрунтознавства (116 авдиторія), в якому демонструються однометрові моноліти різних типів ґрунтів, зразки ґрунтотворних порід, оригінальні новоутворення, зразки лишайників, мохів, грибів, ґрунтових організмів, включень тощо. На окремому стенді представлені монографічні видання кафедри, зокрема серії «Ґрунти України». У кабінеті ґрунтознавства представлена також велика настінна карта ґрунтів України з QR-кодом, за яким можна знайти інформацію про виділені на карті ґрунти.

На основі значного наукового потенціалу, великої кількості публікацій, широкої участі викладачів кафедри в наукових конференціях, симпозіумах і з'їздах, організації власних наукових конференцій і семінарів, за змістом науково-практичних досліджень кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів поступово переросла в Львівську наукову школу генетичного ґрунтознавства, яка зайняла вагоме місце в розвитку ґрунтознавчої науки в Україні і світі.

Міжнародна співпраця співробітників кафедри відбувається в рамках виконання міжнародних дослідницьких проектів, грантів, стажування, спільних публікацій, проведення та участі у міжнародних конференціях тощо. Так, викладачі кафедри брали участь у розробці проекту Глобального екологічного фонду (ГЕФ) і Міжнародного банку реконструкції та розвитку Світового банку (МБРР/СБ) «Збереження різноманіття дельти Дунаю», «Картографування ґрунтів і ґрунтово-екологічна оцінка земель Стенцівсько-Жебриянівських плавнів і Жебриянівської коси», 1995–1996 рр. (професор С. П. Позняк, доцент М. Г. Кіт), у проекті ГЕФ та МБРР/СБ «Збереження біорізноманіття Східних

Карпат», «Структура ґрунтового покриву та ґрунтово-екологічна оцінка земель Карпатського біосферного заповідника", 1994–1996 рр. (професор С. П. Позняк, доценти М. Г. Кіт і І. Я. Папіш), Українсько-німецькому дослідному проекті під патронатом ЮНЕСКО «Трансформаційні процеси в регіоні Дністра», 1997–2004 рр. (професор С. П. Позняк, доцент М. Г. Кіт), Міжнародному екологічному проекті *WWF*-Норвегія «Збереження та стале використання природних ресурсів Українських Карпат» (доцент Т. С. Ямелинець), у спільному Українсько-німецькому дослідному проекті *IWAS* – Міжнародний Водний Альянс Саксонія, Німеччина (к.г.н. Ю. І. Наконечний).

Перспективними напрямками наукових досліджень кафедри є створення інформаційної системи ґрунтових ресурсів України, її адаптація та приєднання до міжнародних баз даних; удосконалення діагностики, класифікації та картографії ґрунтів; розроблення технологій точного (процесійного) землеробства, яке передбачає детальне обстеження неоднорідності ґрунтового покриву робочого поля (земельної ділянки) для диференціації агротехнічних операцій; визначення масштабів і регіонів із найбільш розвинутими фактичними і прогнозованими проявами фізичної деградації ґрунтів; розроблення меліоративних заходів як засобу, що пришвидшує окультурювання та поліпшення режимів функціонування ґрунтів в умовах сучасних кліматичних змін і аномалій; вдосконалення нових методів нормативного прогнозування розвитку ерозійних процесів; ідентифікація ґрунтових мікробіомів і діагностика супресивної здатності ґрунтів; оцінка екологічного стану ґрунтів, вибір шляхів їхнього оздоровлення; дослідження родючості та унормування біосферних функцій ґрунтів, що сприятиме вирішенню низки питань у загальній системі управління продуктивною здатністю агроекосистем в умовах різноманітних напрямів землекористування; відновлення

забутих сторінок історії українського ґрунтознавства.

Наукові здобутки і науковий потенціал Львівської наукової школи генетичного ґрунтознавства є основою для поступального розвитку ґрунтознавчої науки не лише в західному регіоні України, а й у межах всієї України. Науковці школи мають потенціал для вирішення проблемних питань і впровадження рішень у сферу соціального розвитку країни. Завдання львівської школи генетичного ґрунтознавства полягають у дослідженні таких питань у найближчій і віддаленій перспективі:

1. Поглиблення теоретичних і практичних основ ґенези і географії ґрунтів Західного регіону України;
2. Створення карти ґрунтово-географічного районування України;
3. Видання підручника «Географія ґрунтів України»;
4. Розвиток теорії і практики інформаційного ґрунтознавства;
5. Видання підручника «Інформаційне ґрунтознавство»;
6. Розробка карт властивостей ґрунтів Західного регіону України;
7. Видання атласу властивостей ґрунтів Західного регіону України;
8. Енергетичний потенціал ґрунтів Західного регіону України;
9. Географія деградацій в ґрунтах Західного регіону України.
10. Географія новоутворень в ґрунтах Західного регіону України;
11. Географія ініціальних ґрунтів Західного регіону України;
12. Алювіальні ґрунти Передкарпаття;
13. Ґрунти міських систем;
14. Платиніди в ґрунтах;
15. Розвиток соціального ґрунтознавства як нового напряму науки про ґрунти;

16. Розроблення естетичних основ ґрунтознавчої науки;
17. Удосконалення термінології ґрунтознавчої науки;
18. Видання тлумачного словника з ґрунтознавства;
19. Розвиток наукового напряму чорноземознавство;
20. Видання монографії «Чорноземознавство»;
21. Функціонування сертифікованої навчально-наукової лабораторії аналізу ґрунтів і природних вод, забезпечення її сучасними приладами та устаткуванням.

Кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка є динамічною структурою, для якої, як і для будь якої динамічної структури, характерні процеси зростання і спаду, зумовлені станом розвитку науки, широтою проблемно-тематичного, географічного та хронологічного діапазонів функціонування. Підтримання традицій і здобутків, наявність атмосфери творчості, відкритості для дискусій, комунікацій з вітчизняними і зарубіжними науковцями; активна педагогічна діяльність, наявність вмілого керівника, здатного скеровувати роботу всіх у загальне русло, водночас підтримуючи самостійність та ініціативність, – все це живить колектив новими науковими ідеями і визначає його працездатність, творчий науковий пошук, і в цьому полягає невичерпна сила сформованого колективу і його вагомий внесок у розвиток українського ґрунтознавства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрущенко А. Г. Ґрунти Західних областей УРСР. Львів-Дубляни, 1970. Ч. 1. 184 с.

2. Баранник А. В., Позняк С. П. Гірсько-лучно-буроземні ґрунти Свидовецького та Чорногірського масивів Українських Карпат: монографія. Кам’янець-Подільський. 2019. 187 с.

3. Бедернічек Т. Ю. Трансформація органічної речовини ґрунту внаслідок рубок у грабових дібровах басейну Верхнього Дністра. Автореф. дис. к. біол. н. Київ, 2013. 24 с.

4. Бонішко О. С. та ін. Спектрофотометрія платинідів / За заг. ред. Врублевської Т. Я. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 398 с.

4а. Вітвіцький Я. Й., Палій О. Зміна властивостей чорноземів Придністерської височини внаслідок деградаційних процесів. Збірник матеріалів наукової інтернет-конференції студентів і аспірантів "Горизонти ґрунтознавства". Львів, 2021. С. 14-21.

5. Войтків П. С., Позняк С. П. Буроземи пралісів Українських Карпат : Монографія. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 244 с.

6. Гамкало З. Г. Екологічна якість ґрунту. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 232 с.

7. Гамкало М. З. Кислотно-основна буферність ґрунтів Чорногірського масиву Українських Карпат. Автореф. дис. к. геог. н. Львів, 2002. 19 с.

8. Гарбар В. В., Позняк С. П. Рендзини Подільських Товтр: монографія. Кам'янець-Подільський. 2017, 192 с.

9. Гаськевич В. Г., Позняк С. П. Осушені мінеральні ґрунти Малого Полісся: монографія. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 256 с.

10. Гаськевич О. В., Позняк С. П. Структура ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір'я. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 207 с.

11. Гоголев И. Н. Темно-цветные (рендзины) западных областей Украины. Дис. канд. с.-х. н. Москва, 1951. 203 с.

12. Гоголев И. Н. Бурые горно-лесные почвы Советских Карпат. Дис. д-ра с.-х. н. Львов, 1965. 484 с.

13. Денис В. В. Структурно-фаціальні властивості лісових ґрунтів Пасмового Побужжя. Автореф. дис. к. геог. н. Львів, 2013. 20 с.

14. Єргіна О. І. Просторово-часові закономірності процесів сучасного ґрунтотворення на Кримському півострові. Автореф. дис. д-ра геог. н. Львів, 2013. 38 с.

15. Кіт М. Г. Клімат ґрунтів Західних областей України. Автореф. дис. к. геог. н. Львів, 1995. 25 с.

16. Кирильчук А. А., Позняк С. П. Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 198 с.

17. Кирильчук А. А. Онтогенез і географія рендзин Західного регіону України. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 446 с.

17а. Климович П. В. Еколого-меліоративний аналіз природних комплексів Волинського Полісся: монографія. Львів, 2000. 253 с.

18. Ковалець Ю. М., Позняк С. П. Агрогенна трансформація ґрунтів легкого гранулометричного складу Західного Полісся України. Львів, 2010. 220 с.

19. Кривульченко А. І. Сухі степи Причорномор'я та Приазов'я: ландшафти, галогеохімія, ґрунто-підґрунтя. Київ, 2005. 345 с.

20. Лемега Н. М. Генетико-географічні особливості деградації ґрунтів Львівської області. Автореф. дис. к. геогр. н. Львів, 2020. 20 с.

21. Лісовський А. С. Чорноземи типові Придністерського Поділля. Автореф. дис. к. геогр. н. Львів, 2014. 20 с.

22. Луцишин О. З., Гаськевич В. Г. Ґрунти Надсянської рівнини. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. 368 с.

23. Мазник Л. В., Позняк С. П. Генетико-географічні дослідження ґрунтів Західних областей України. Монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 244 с.

24. Малик С. З., Паньків З. П. Морфогенез буроземно-підзолистих ґрунтів Пригорганського Передкарпаття. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 210 с.

24а. Михайлюк В. І. Ґрунти долин річок північно-західного Причорномор'я: екологія, генеза, систематика, властивості, проблеми використання. Одеса, 2001. 340 с.

25. Нецик М. В., Гаськевич В. Г. Торфові ґрунти Малого Полісся. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015. 198 с.

26. Наконечний Ю. І., Позняк С. П. Ґрунти заплави ріки Західний Буг: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 220 с.

27. Павлюк Н. М., Гаськевич В. Г. Сірі лісові ґрунти Опілля. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 322 с.

28. Паньків З. П., Позняк С. П. Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти північно-західного Передкарпаття. Монографія. Львів, 1998. 132 с.

29. Паньків З. П. Землекористування в Карпатському регіоні України: теорія, історія та сучасний стан. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2015. 340 с.

30. Папіш І. Я. Чорноземи на лесових породах Західноукраїнського краю. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 404 с.

31. Партика Т. З. Лабільна органічна речовина ґрунту та її індикаторна роль. Автореф. дис. к. біол. н. Чернівці, 2016. 24 с.

32. Підвальна Г. С., Позняк С. П. Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя. Монографія. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 192 с.

33. Підкова О. М., Кіт М. Г. Літолого-генетична зумовленість формування ґрунтового покриву Розточчя. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 246 с.

34. Позняк С. П. Орошаемые чорноземы юго-запада Украины. Монография. ВНТЛ. Львов, 1997. 240с.

35. Позняк С. П., Гавриш Н. С. Соціальне ґрунтознавство. Навч. посібник. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 240 с.

36. Позняк С. П., Тортик М. И. Орошаемые черноземы Дунай-Днестровской оросительной системы и пути их мелиорации. Тр. Почв. ин-та им. В. В. Докучаєва. Москва, 1989. С. 83-90.

37. Пшевлоцький М. І., Гаськевич В. Г. Ґрунти Сокальського пасма і їх агротехнічна трансформація. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2002. 180 с.

38. Радзій В. Ф., Позняк С. П. Структура ґрунтового покриву Волинської височини. Луцьк: Волин. ун-т ім. Лесі Українки, 2009. 206 с.

39. Романів П. В., Позняк С. П. Географо-генетичні особливості фізичного стану ґрунтів Передкарпаття Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 200 с.

40. Салюк М. Р. Морфогенетичні особливості дерново-підзолистих ґрунтів, підстелених щільними карбонатними породами у межах Малого Полісся. Автореф. дис. к. геогр. н. Львів, 2008. 19 с.

41. Свидницький Б. П. Сучасні процеси у чорноземах південних зрошуваних помірної та холодної фацій. Автореф. дис. к. геогр. н. Львів, 1999. 19 с.

42. Семащук Р. Б., Кирильчук А. А. Ініціальне ґрунтотворення та рендзинні ґрунти Західного Поділля. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2012. 164 с.

43. Сова О. С., Гаськевич В. Г. Ґрунти Сянсько-Дністерської височини. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 248 с.

44. Тарасюк М. Ф. Клімат ґрунтів Волинського Полісся. Автореф. дис. к. геогр. н. Львів, 2014. 19 с.

45. Телегуз О. Г., Кіт М. Г. Техногенні ґрунти магістральних трубопроводів. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 184 с.

46. Телегуз О. В., Кіт М. Г. Агроекологічна оцінка ґрунтів: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 260 с.

47. Тригуб В. І., Позняк С. П. Фтор у чорноземах південного заходу України: монографія . Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 148 с.

48. Шаблій О. І. Ґрунтознавство – завжди молода наука. Суспільна географія. Книга четверта. У пошуках істини. Львів, 2019. С. 503–507.

49. Яворська А. М., Паньків З. П. Ініціальні органогенні ґрунти Українських Карпат: монографія. Львів, 2023. 124 с.

50. Ямелинець Т. С., Кіт М. Г. Просторовий аналіз деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів Західного лісостепу України: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 204 с.

51. Ямелинець Т. С. Інформаційне ґрунтознавство: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 392 с.

52. Buber L. Die Galizisch-Podoliche Schwarzerde, intre Entstehung und natьrliche Beschaffenheit und die gegen wьtigen gelind Wirts haptischen Betriebs – Verhдltnisse des Nordwestens dieser Baten Zone Galiziens. Leopold Buber. Berlin, 1910.

ҐРУНТОВА ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Тарас Ямелинець

Розглянуто теоретичні аспекти та практичні підходи створення ґрунтової інформаційної системи на прикладі Західного регіону України. За основу взято методи створення найбільш актуальних і ефективних ґрунтових інформаційних систем третього покоління, в яких присутні три компоненти: (1) геоінформаційні системи, що дають можливість працювати з просторовими даними; (2) реляційні бази даних, що забезпечують функціональність роботи з великою кількістю морфологічних, фізичних і фізико-хімічних показників властивостей ґрунтів; (3) використання методів дистанційного аналізу, зокрема мереж інтернет і мобільних пристроїв, що забезпечує мобільний доступ до системи. Подібні системи використовують для прогнозування, моделювання та інших прикладних ґрунтових досліджень, наприклад, прогноз ерозійної небезпеки, різних видів хімічної, біологічної і фізичної деградації ґрунтів, контроль за врожаями та продуктивністю ґрунтів, зонування території тощо.

Актуальність проведеної роботи зумовлена гострою необхідністю створення ефективної ґрунтової інформаційної системи, яка стала б результатом систематизації та узагальнення великої кількості ґрунтових даних на різних рівнях структурної організації в поєднанні з усіма природними чинниками.

Теоретичною основою наукового дослідження стали праці вітчизняних і закордонних учених-ґрунтознавців у напрямі нагромадження та формалізації регіональних ґрунтових даних: В. Г. Гаськевича, І. М. Гоголєва, Г. В. Добровольського, Г. С. Іванюк, О. П. Канаша, М. Г. Кіта, А. А. Кирильчука, І. А. Крупенікова, В. В. Медведєва, З. П. Паньківа, І. Я. Папіша, С. П. Позняка та інших, а також у напрямку розробки і функціонування інформаційних систем, в тому числі і ґрунтових: К. Д. Глінки, Р. Дудала, В. А. Ковди, К. Омуто, Д. Пападакіса, І. В. Пліско, Т. Н. Лактіонової, С. А. Балюка, М. М. Мірошниченко, П. Санчеза, В. Ф. Ситника, П. Темпель та інших.

Емпіричну основу дослідження становлять результати власних досліджень, проведених протягом останніх 20 років на базі кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка, експериментальні дані, виконані в науково-дослідній лабораторії НДЛ-50 цього ж університету за участю автора і працівників лабораторії протягом 2000–2022 років, картографічні матеріали з фондів державного підприємства «Львівський науково-дослідний та проектний інститут землеустрою».

Ґрунтові інформаційні системи є сучасним засобом організації та аналізу даних з метою отримання інформації про ґрунти і ґрунтовий покрив певної території. Дані в ґрунтознавстві (опис розрізів, результати аналітичних досліджень) мають формалізований вигляд, що дає змогу передавати або опрацьовувати їх з допомогою сучасних технологічних процесів [1; 5]. Для того, щоб збільшити швидкість оброблення даних і отримання інформації, використовують різні системи. Під системою розуміють впорядкований набір методів і процедур, які прискорюють досягнення встановлених цілей [2]. Отже, будь-яка система, яка перетворює дані в інформацію, може називатися інформаційною системою. У ґрунтознавстві інформаційну

систему визначають як «систему, що включає методи аналізу, апаратне та програмне забезпечення, носії інформації і дані про ґрунти і ґрунтовий покрив, які можуть бути використані для виконання необхідних інформаційних процесів» [13]. Від звичайних ГІС ґрунтова інформаційна система відрізняється інтеграцією двох типів цифрового кодування інформації – просторових ґрунтових об'єктів і атрибутивних ґрунтових баз даних. Комп'ютерні мережі та інтернет дають можливість створювати принципово нові глобальні ґрунтові інформаційні системи, які ґрунтуються на використанні мережевого протоколу http: // для доступу та відображення інформації.

Подібні системи використовують для прогнозування і моделювання ґрунтових процесів, застосовують під час проведення ґрунтових досліджень, таких як прогноз ерозійної небезпеки, вивчення хімічної, біологічної та фізичної деградації ґрунтів; оцінка ґрунтових ресурсів; контроль за врожаями; контроль за продуктивністю лісів; дослідження глобальних змін ґрунту; моніторинг за зрошенням і осушенням; агроекологічне та інші районування; розрахунок ризиків посухи тощо.

Більшість зарубіжних ґрунтових інформаційних систем створені з використанням трьох взаємопов'язаних технологій: (1) інтернет-технологій для забезпечення багаторівневого доступу до даних; (2) технологій зберігання і представлення семантичних даних у вигляді ґрунтових баз даних; (3) технологій зберігання і представлення просторових даних засобами ГІС.

Ґрунтуючись на аналізі найбільш поширених ґрунтових інформаційних систем, можна стверджувати, що міжнародне співтовариство ґрунтознавців як еталон сучасних ґрунтових інформаційних систем використовує декілька відомих систем, таких як SOTER, CanSIS, NASIS тощо [7-9; 15; 16].

Підходи цих еталонних систем використані під час створення ґрунтової інформаційної системи Західного регіону

України, зокрема першим кроком передбачене інформаційно-картографічне перетворення просторової інформації. Опрацювання просторової інформації передбачає декілька етапів і здійснюється за допомогою комплексу методів ГІС, а також характеризується певним набором властивостей отриманих даних, методами та формами зберігання і подання даних, можливим прикладним застосуванням, а також виконуваними соціальними функціями отриманих даних.

На першому етапі, в результаті поєднання просторових і субстанціональних геоданих об'єктів в ГІС, виконується локалізація просторових геоданих за допомогою методів ГІС з використанням спеціальних інструментів і визначенням картографічної проекції. Йдеться про визначення місцерозташування об'єкта в просторі та присвоєння відповідних географічних координат. На цьому етапі відбувається формалізація геоданих, тобто процес перетворення їхніх метричних і субстанціональних властивостей у цифрову форму [12]. У польових умовах реєстрація просторових властивостей об'єктів здійснюється за допомогою топографічної зйомки, лазерного сканування, зйомки безпілотним літальним апаратом, засобами глобального позиціонування тощо. Найпоширенішою процедурою формалізації геоданих є векторизація з подальшим створенням топологічної моделі просторових об'єктів. У результаті експорту векторних даних формуються цифрові тематичні шари просторових об'єктів.

Другий етап інформаційно-картографічного перетворення просторової інформації ґрунтується на принципах картографічної комунікації як інформаційного процесу кодування [12]. Йдеться про трансформацію геоданих з використанням мови картографічних знаків. Основне завдання кодування полягає у відповідному відтворенні географічних об'єктів і процесів за допомогою способів картографічного відображення. Кодування

геоданих просторових об'єктів – це процес візуалізації їхніх якісно-кількісних параметрів умовними знаками з метою зрозумілого відображення певних процесів чи явищ.

Третій етап інформаційно-картографічного перетворення просторової інформації полягає в маніпулюванні ГІС-шарами за допомогою аналітичних операцій [12]. Насамперед йдеться про маніпулювання цифровими картографічними шарами, а також картографічними моделями (або уявними картами) з метою отримання нової просторово-часової інформації про просторові об'єкти, процеси і явища. Такий підхід у моделюванні оптимізує рішення традиційних завдань, пов'язаних з вибором математичної основи і компонування карт, дозволяє оперативну зміну проекції, вільне масштабування, використання алгоритмів автоматичної генералізації тощо. Крім того, розроблення математичної основи, складання й оформлення карт, підготовка до видання реалізуються на одному робочому місці в інтерактивному режимі за допомогою єдиної системи логіко-математичних моделей. Запропонований підхід використання сховища векторних даних завдяки використанню сукупності послідовних операцій програмного ГІС-середовища дає змогу створювати безліч нових картографічних даних і тематичних шарів, в яких змінюються лише елементи змісту і способи картографічного зображення об'єктів, а цілісність масивів даних зберігається та не залежить від їх комбінування. Для кожного атрибута бази даних сховища створюється avl-легенда, що дозволяє швидке формування візуального представлення геоданих [12]. Принципи побудови такого сховища даних дозволяють внесення різночасової цифрової картографічної інформації про будь-який просторовий об'єкт. Залежно від цілей і завдань дослідження сховище даних дає змогустворювати похідні ГІС-шари відповідно до визначених просторових критеріїв, наприклад, площа об'єктів землекористування в межах ґрунтових виділів.

База даних є важливою складовою ґрунтових інформаційних систем. Усі ґрунтові та інші тематичні дані створюють і використовують з допомогою систем управління базами даних (СУБД), під якими розуміють сукупність програмних засобів, необхідних для створення, роботи і підтримки бази даних, а також пошуку необхідної інформації [6]. Загальноприйнятим є уявлення про бази даних як взаємопов'язану сукупність таблиць. Кожна таблиця складається з рядків (записів) і стовпців (полів). Кожен запис містить інформацію про об'єкт, а поле – значення певної властивості цього об'єкта. У найпростішому випадку вся база даних складається з однієї таблиці. Як приклад можна розглянути список ґрунтових одиниць адміністративного утворення, де кожен рядок містить дані про ґрунт, а значеннями полів є назва ґрунту, гранулометричний склад, вміст гумусу, кислотно-основні властивості тощо. Такі дані прийнято називати атрибутивними, або фактографічними, або ще простіше – табличними.

Крім того, СУБД дозволяє виконувати операції зі створення і модифікації баз даних: додавання і видалення записів, редагування (зміна значень) полів, зміна структури записів (додавання і видалення полів тощо).

База даних, спроектована для зберігання інформації про просторові ґрунтові об'єкти, називається ґрунтовою геоінформаційною базою даних [3].

Основою розуміння структури та можливостей баз даних слугує архітектура СУБД, що передбачає розгляд структури даних одночасно з декількох позицій (рівнів), які ототожнюються з різними уявленнями або моделями баз даних (рис. 1).

Зовнішній рівень відображає індивідуальні уявлення про набір тематичних даних різними користувачами і може бути описаний кількома моделями баз даних, кожна з яких відображає абстрактне (логічне) уявлення певної частини бази даних одним користувачем.

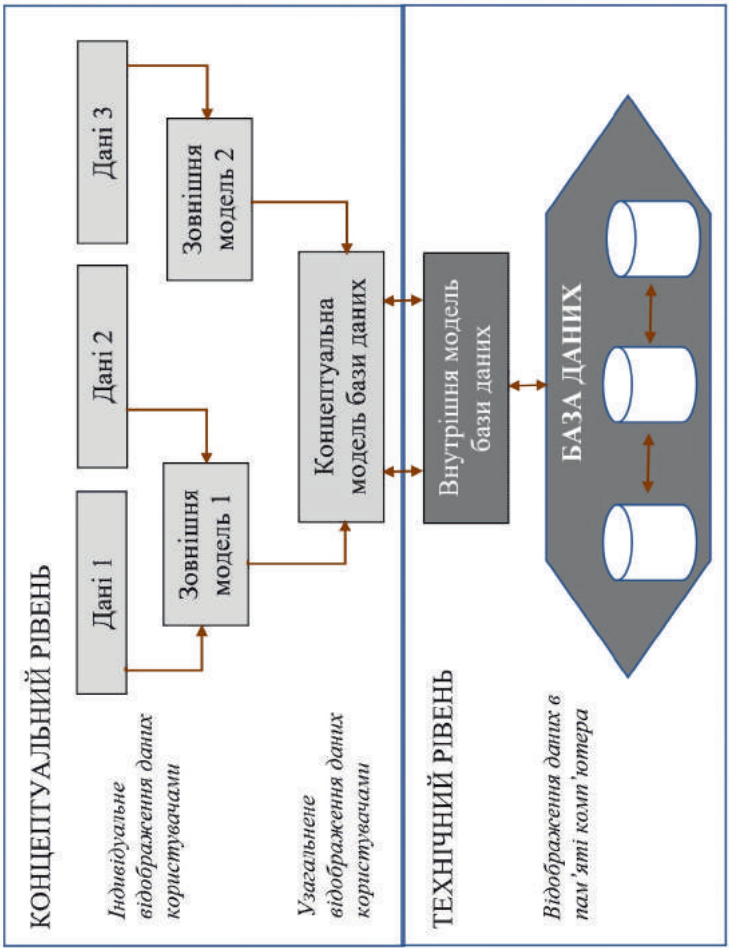

Рис. 1. Різнорівнева структура бази даних.

Внутрішній рівень близький до фізичного представлення даних у пам'яті комп'ютера і описує структуру файлів, в яких зберігаються дані [4].

Отже, необхідність відображення в ґрунтовій базі даних просторових властивостей об'єктів, тобто даних, які формують графічні образи просторових об'єктів у середовищі ГІС, а також застосування ґрунтово-картографічних та інших тематичних картографічних матеріалів як первинних джерел інформації, зумовлюють вибір векторної моделі представлення даних як основної для розроблення ґрунтових баз даних в ГІС [11].

Векторна модель представлення ґрунтових даних є ефективною як на етапах збору та зберігання інформації, так і при безпосередньому здійсненні різних просторово-аналітичних завдань, що вирішуються в ГІС. Окрім того, використання даних дистанційного зондування зумовлює необхідність застосування растрових моделей даних у ґрунтових базах даних ГІС, часто в поєднанні з векторними даними, формуючи таким чином векторно-растрове представлення даних. Це дозволяє спільно використовувати векторні шари (картографічні зображення) і растрові дані (трансформовані фотографічні зображення), що особливо актуально при автоматизації складання ґрунтових карт, їхньому оновленні, а також при створенні різних похідних тематичних карт, наприклад карт ерозійних процесів, карт динаміки змін різних ґрунтових процесів тощо.

Практика показує, що в ґрунтових інформаційних системах найчастіше застосовують пошаровий і об'єктно-орієнтований підходи організації геопросторових даних, кожен з яких має свої переваги і недоліки [10; 11].

Пошаровий принцип організації просторових даних дає змогу ефективно оперувати групами об'єктів, згрупованих в один шар (або в набори шарів) за певною ознакою (семантичною приналежністю об'єкта, значенням атрибутів, кількісною та

якісною характеристиками тощо). Вибір пошарового підходу передбачає об'єднання в єдиній ГІС-моделі різнорідних семантичних даних, які містилися в наборі вихідних картографічних матеріалів різної тематики.

Об'єктно-картографічний підхід передбачає організацію позиційних (геометричних, топологічних) даних методом їх групування в різних шарах тематичних картографічних даних. Усі інші характеристики об'єктів ГІС (семантичні, атрибутивні) зберігаються окремо, в атрибутивній базі даних, яка є невід'ємною частиною бази даних і називається атрибутивною складовою бази даних. У структурі бази даних проводиться уніфікація концептуального уявлення семантично різнорідних даних про об'єкти відповідно до змісту карт і передусім їхніх легенд, наочно відображають предметну галузь у всій різноманітності та ієрархії об'єктів місцевості. Саме це робить ґрунтову легенду карти прообразом бази знань, що формується під час читання ґрунтової карти.

Для визначення змісту об'єктів і картографічних шарів треба враховувати також технологічні аспекти: зручність внесення даних (як позиційних, так і атрибутивних), можливості групового кодування і прописування атрибутів тощо. Повинна враховуватися також специфіка вирішення найбільш типових аналітичних задач ГІС, здійснюваних з певними групами об'єктів.

Модель бази даних, яка розроблена із застосуванням об'єктно-картографічного методу, дає можливість користувачеві наочно сприймати семантичну сутність об'єктів шару або поєднань тематичних шарів. При цьому сутність кожного індивідуального об'єкта і його приналежність до будь-якої ієрархії забезпечується не самим графічно відображуваним об'єктом, як на цифровій карті, а виноситься окремо (за аналогією з легендою карт) у систему класифікації об'єктів, тобто в атрибутивні таблиці [4; 11].

Пошаровий характер запропонованої об'єктно-картографічної моделі бази даних надає гнучкості її структурі, можливість поповнення і вдосконалення її шляхом внесення нових картографічних шарів, встановлення відповідних зв'язків між об'єктами в атрибутивних таблицях. У разі необхідності можлива зміна класифікацій закартованих об'єктів без зміни самої структури класифікатора. Така процедура передбачає лише зміну зв'язків в атрибутивних таблицях. Маніпулювання даними окремих шарів забезпечує також можливість оверлейнових операцій як ефективного способу обробки й аналізу географічної інформації, що міститься в базі даних.

Як основу формування структури бази даних використовують оптимальний для ґрунтової інформаційної системи набір масивів тематичних даних, які організовані згідно з об'єктно-картографічними принципом і є фактично первинними векторними картографічними шарами. Такі дані слугують джерелом зовнішніх даних для формування самої моделі даних ґрунтової інформаційної системи. Окрім самого шару ґрунтового покриву, сюди ми відносимо базові топографічні шари, просторові дані основних чинників ґрунтоутворення (геологічна і геоморфологічна карти, кліматичні дані тощо). Кожен об'єкт тематичного шару за допомогою ідентифікатора зв'язується за допомогою реляційної СУБД з відповідною таблицею семантичних атрибутів об'єктів ГІС, який розроблений з урахуванням класифікацій, прийнятих у певній предметній галузі. Це забезпечує зв'язок кожного просторового об'єкта з будь-яким класифікаційним угрупованням пропонованої схеми, що дає можливість здійснювати опис його семантичної сутності, а з іншого боку – отримувати поєднання об'єктів за певними смисловими значенням або характеристиками. Система таких взаємопов'язаних таблиць ефективна для організації даних у ґрунтовій базі даних, яка будується за принципом суворої

ієрархічної підпорядкованості, розробленої відповідно до природної класифікації об'єктів і забезпечує в ній підтримку автоматичного зв'язку об'єктів [11].

Розподіл усіх об'єктів бази даних у вигляді файлів і шарів здійснюється відповідно до типових завдань і запитів ґрунтової інформаційної системи з одночасним забезпеченням наочності та зручності читання просторових даних, при цьому ставиться завдання максимально виключити перевантаженість візуального сприйняття цих просторових даних. Це становить перший етап формування бази даних за об'єктно-картографічним принципом.

Бази даних, які організовані за об'єктно-картографічним принципом, формують як на основі ґрунтових, топографічних та окремих тематичних карт, доступних для цього регіону, так і інших спеціальних даних, які можуть бути отримані додатково. Комп'ютерний принцип читання просторових даних полягає в розробленій методиці швидкого і наочного автоматизованого аналізу картографічних матеріалів з метою використання результатів для вирішення певних завдань ГІС. Від ступеня структурування і системності впорядкування таких просторових даних, пов'язаних з ними атрибутивних таблиць, залежить ступінь наближення всієї бази даних до категорії інтелектуальних систем. У структурі такої бази даних необхідно відобразити стандартні процеси сприйняття, насамперед – від загального до конкретного, або шляхом послідовного наближення до об'єкту в ієрархічній системі даних.

У ґрунтовій інформаційній системі картографічні дані організовано у вигляді вкладених (ієрархічно підпорядкованих) груп об'єктів різної тематики, що утворюють деревоподібну структуру [3]. Фрагмент такої структури, що ілюструє структуру кількох тематичних розділів ґрунтової бази даних, зображений на рисунку 2.

Тематичні карти	Картографічні шари	Семантичні дані (приклад)
Межі	Адміністративні Районування Межі ПЗФ	Типи адміністративних меж (область, район) Вид районування і таксономічні одиниці Межі об'єктів ПЗФ різних рівнів
Ґрунтовий покрив	Ґрунтові контури Розрізи Агрогрупи	Ґрунтові таксономічні одиниці (опис) Тип розрізу, місцерозташування тощо Характеристика агровиробничих груп грунтів
Геологічна будова	Четвертинні відклади	Характеристика четвертинних відкладів
Геомор-фологічна будова	Ізолінії висот Ерозійні форми Позначки висот	Тип рельєфу Ерозійні процеси (опис)
Рослинний покрив	Рослинні угрупування	Тип рослинності Рослинні асоціації Біотопи
Земле-устрій	Земельні ділянки	Характеристика земельної ділянки Сервітути Вартісна оцінка
Природно-заповідний фонд	Об'єкти ПЗФ	Класифікація об'єктів ПЗФ Функціональне зонування
Населені пункти	Міста Селища Села Квартали	Кількість мешканців Демографічні показники
Інфра-структура	Автодороги Залізничні шляхи Трубопроводи	Матеріал покриття Клас дороги Призначення

Рис. 2. Схема об'єктно-картографічної організації даних в регіональній ґрунтовій інформаційній системі.

Основу структури становлять об'єкти картографічних шарів (просторові дані) і супутні атрибути, що визначають їх положення в ієрархії тематичних груп даних (ліва частина схеми) і сукупності характеристик об'єктів (права частина схеми). Крім того, принцип об'єктно-картографічної організації даних передбачає групування даних у вигляді різнорівневих взаємозв'язків між атрибутами різних за тематикою просторових об'єктів.

Вхідними даними бази даних ґрунтової інформаційної системи на кожному рівні є: 1) дані про геопросторові об'єкти (позиційні, семантичні, атрибутивні), які отримують здебільшого з паперових (аналогових) карт. На сьогодні збільшується частка даних, які отримують у цифровій формі у вигляді векторних (цифрових) карт, растрових карт або первинно уніфікованих семантичних даних;

2) дані, які регламентують порядок збирання даних; такі дані формулюють у вигляді «технічного завдання на збір даних»;

3) дані, які регламентують порядок синтезу і зовнішнього представлення моделей, що використовують під час оброблення і зберігання даних.

Інформаційною основою бази даних ґрунтових інформаційних систем слугує сукупність даних, що містять різноманітні характеристики об'єктів місцевості: семантичні, позиційні (геометричні та топологічні) й атрибутивні (якісні і кількісні).

Такі дані організовано як сукупність позиційних характеристик, що належать до різних груп об'єктів бази даних (файли картографічних шарів) і пов'язаних з ними таблиць, що описують семантичну й атрибутивну сутність кожного об'єкта.

Для подальшого опису семантичної моделі ґрунту важливим є розуміння ґрунтового об'єкта як базової одиниці цієї моделі.

Ґрунтовий об'єкт – це визначена частина або елемент ієрархічної будови ґрунту, який вважаємо умовно однорідною

складовою ґрунтового тіла і який, відповідно, характеризується певним набором показників властивостей ґрунту.

Семантична модель передбачає наступний поділ ґрунтових об'єктів: елементарний ґрунтовий ареал, профіль і горизонт, які є аксіоматичними об'єктами (тобто ґрунтовими об'єктами, наявність яких є необхідною умовою опису ґрунту); ґрунтовий контур, морфон, конкреція, новоутворення тощо – дуальні або похідні об'єкти (тобто об'єкти, які виділяють при описі аксіоматичних ґрунтових об'єктів) [14].

Логічна модель ґрунтової інформаційної системи будується на принципі об'єднання геоінформаційних (просторових) і реляційних баз даних та складається з трьох рівнів:

- рівень ґрунтового покриву, що включає в себе масив геометричних даних ґрунтових контурів різного рівня деталізації;
- рівень компонента ґрунтового покриву, що включає в себе таблицю атрибутів полігонів, ґрунтові картографічні одиниці та інші параметри;
- рівень ґрунтового компонента, що включає в себе ґрунтові типологічні одиниці, їх зв'язок з ґрунтовими картографічними одиницями, і масиви семантичних даних – таблиці, які описують класифікацію ґрунтів, профілі ґрунтів, ґрунтові горизонти та їхні властивості.

Такий підхід дає змогу здійснювати просторово-розподілений статистичний аналіз, моделювання змін окремих ґрунтових ознак у тривимірному просторі, кластеризацію ґрунтових об'єктів тощо.

Згідно з цією концептуальною схемою, на найвищому ієрархічному рівні ґрунтової інформаційної системи знаходиться окрема ґрунтова одиниця, визначення якої залежить від масштабу зйомки і деталізації ґрунтових досліджень. Це може бути елементарний ґрунтовий ареал, проте можуть бути й окремі таксономічні одиниці вищого рангу, що залежить від масштабу

ґрунтово-картографічного знімання. У нашому випадку, як базовий шар ґрунтової інформаційної системи, використано векторну карту ґрунтів масштабу 1:200 000, оцифровану за матеріалами великомасштабних ґрунтових досліджень проведених інститутом «Укрземпроект» у 1966–1967 (рис. 3).

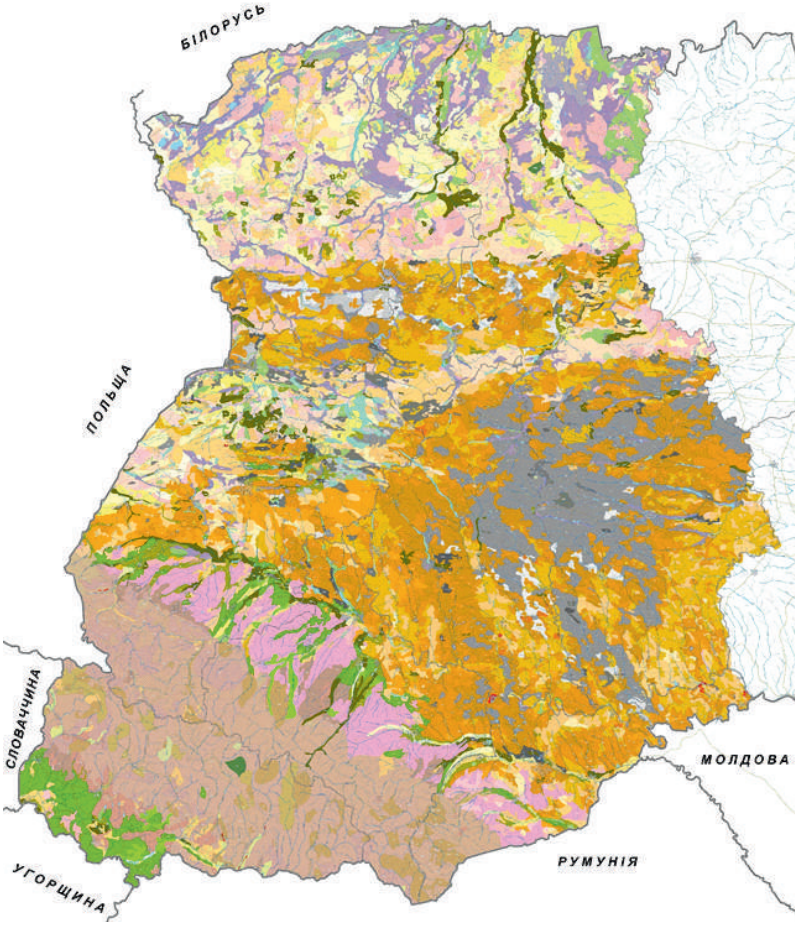

Рис. 3. Карта-схема ґрунтів Західного регіону України з точністю масштабу 1:200 000 (за матеріалами великомасштабних ґрунтових досліджень, проведених інститутом «Укрземпроект» у 1966–1967).

Кількість векторизованих ґрунтових контурів становить 6046, згідно з легендою на карті виділяють 197 ґрунтових класифікаційних одиниць. Крім того, створено атрибутивну базу даних, яка містить назву ґрунту згідно з українською класифікацією, назву ґрунту відповідно до класифікації WRB 2014 року [17], площу ґрунтового контура (в гектарах), вибрані ґрунтові характеристики верхнього горизонту ґрунту, зокрема: індекс верхнього горизонту, два показники фізико-хімічних властивостей (рис. 4).

Обмежена кількість вказаних ґрунтових властивостей для ґрунтових контурів векторизованих з точністю масштабу 1:200 000 зумовлена тим, що в розробленій інформаційній системі передбачений детальний опис усіх властивостей ґрунтів на нижчих ієрархічних рівнях, відповідно існує можливість екстраполяції додаткових даних на вищий ієрархічний рівень.

На найвищому рівні розробленої інформаційної системи регіону сформовано також набір тематичних векторних і растрових даних, які використовують для різних прикладних завдань, а саме: векторні шари природно-сільськогосподарського районування, ґрунтово-географічного районування, гідрологічної і транспортної мережі, растровий шар наземного покриву. Ці тематичні шари необхідні для попереднього визначення місця розташування ґрунтових об’єктів у географічному і тематичному просторі.

Наступний рівень передбачає використання велико-масштабних ґрунтових картографічних матеріалів, які здебільшого зберігаються на паперових носіях і потребують векторизації з подальшим внесенням у створену ґрунтову інформаційну систему.

Переваги використання векторних ґрунтово-картографічних матеріалів з точністю масштабу 1:10 000 є такими:

FID	Shape *	OBJECTID	Merge	name	name_wbr	Index	pHkcl	humus	Area_ha
0	Polygon	1	1	Дерново-прихованопідзолисті	Albic Arenosols (Ochric)	HE	3,9	1,2	78274,1
1	Polygon	2	2	Дерново-слабо- та середньо-підзолис	Albic Retisols (Arenic)	HE	3,9	1,4	150059
2	Polygon	3	3	Дерново-підзолисті глейові	Albic Gleyic Retisols (Arenic)	HEgl	4,1	0,9	38680,2
3	Polygon	4	4	Дерново-підзолисті поверхнево-оглес	Stagnic Retisols	HEgl	4,5	1,2	131092
4	Polygon	5	5	Підзолисто-дернові	Plaggic Retisols (Arenic)	HE	6,5	1,9	42865,7
5	Polygon	6	6	Ясно-сірі лісові, в т.ч. оглеєні	Albic Luvisols, Albic Gleyic Lu	HE	3,9	1,9	76153,6
6	Polygon	7	7	Сірі лісові, в т.ч. оглеєні	Haplic Luvisols, Gleyic Luvisol	He	3,9	2,8	191950
7	Polygon	8	8	Темно-сірі опідзолені, в т.ч. оглеєні	Luvic Greyzemic Phaeozems,	He	6,5	2,8	269536
8	Polygon	9	9	Чорноземи опідзолені, в т.ч. оглеєні	Greyzemic Phaeozems, Greyz	He	6,7	3,1	92573,8
9	Polygon	10	10	Чорноземи типові малогумусні	Haplic Chernozems	H	6,4	3,2	56583
10	Polygon	11	11	Лучно-чорноземні	Gleyic Chernozems (Pachic)	H	6,3	5,6	8252,84
11	Polygon	12	12	Лучні та алювіальні лучні	Gleyic Chernic Phaeozems (P	H	6,1	4,1	128822
12	Polygon	13	13	Лучні глейові	Mollic Gleysols (Humic)	Hgl	7,3	3,4	45387,5
13	Polygon	14	14	Лучно-болотні	Histic Gleysols	Hgl	6,2	4,3	46852,2
14	Polygon	15	15	Болотні та алювіальні болотні	Gleysols, Gleyic Histic Fluvisol	Hgl	6,2	7,3	51875,7
15	Polygon	16	16	Торфувато- та торфово-болотні	Histic Gleysols	THk	7,5	0	10011,2
16	Polygon	17	17	Торфовища низинні	Histosols	Th	7,4	0	56296,8
17	Polygon	18	18	Дернові піщані та зв'язно-піщані, в т.ч.	Arenosols (Ochric), Gleyic Are	H	6,1	1,3	61476
18	Polygon	19	19	Дернові та алювіальні дернові супіща	Fluvic Arenosols (Ochric), Flu	H	6,1	1,4	87450,7
19	Polygon	20	20	Дернові опідзолені оглеєні	Fluvic Gleyic Phaeozems (Albi	He	5,4	4,8	73643,7
20	Polygon	21	21	Буроземно-підзолисті оглеєні	Neocambic Gleyic Retisols	HEgl	2,7	3,6	37930,6
21	Polygon	22	22	Чорноземи карбонатні	Skeletic Calcic Chernozems	Hk	0	5,7	47311,8
22	Polygon	23	23	Лучні карбонатні	Gleyic Rendzic Phaeozems	Hk	0	5,8	9244,53
23	Polygon	24	24	Рендзини	Rendzic Leptosols	Hk	7,5	4,6	45466,4
24	Polygon	25	25	Буроземи пісчано-лісові, в т. ч. оглеєні	Dystric Cambisols, Dystric Gle	H	3,3	2,1	208796
25	Polygon	26	26	Буроземи пісчано-лісові опідзолені, в т.	Dystric Cambisols, Dystric Gle	H	3,3	2,1	138882
26	Polygon	27	27	Дерново-буроземи, в т.ч. оглеєні	Cambic Umbrisols, Cambic Gl	H	5,3	4,3	20066,7
27	Polygon	28	28	Дерново-буроземи опідзолені	Cambic Umbrisols (Albic)	He	5,1	3,3	1658,06
28	Polygon	29	29	Дерново-буроземи опідзолені глейові	Cambic Gleyic Umbrisols	He	5	3	3487,82

Рис. 4. Фрагмент атрибутивних даних ґрунтових контурів карти з точністю масштабу 1:200 000.

- можливість оновлення ґрунтово-картографічних матеріалів, насамперед доповнення їх новою інформацію (наприклад, уточнення наявних меж ґрунтів, їхнього складу тощо);
- можливість систематизації інформації в створеній ґрунтовій інформаційній системі, а саме: ефективне впорядкування та редагування інформації кількісного та якісного характеру;
- виконання просторового аналізу даних засобами ГІС-інструментів, моделювання, зокрема складання тривимірних моделей карт ґрунтів для більш наочного сприйняття інформації;
- необхідність використання наявних ґрунтових карт для виготовлення карт-версій ґрунтового покриву як базової складової для проведення повторних ґрунтово-картографічних досліджень;
- можливість швидкого відображення табличної інформації у графічному вигляді (створення різноманітних тематичних ґрунтових картосхем, графіків тощо);
- можливість достатньо простого процесу переходу масштабування електронних карт, що було складним процесом із паперовими зразками;
- можливість змінювати картографічні проекції відображення поверхні залежно від потреб (наприклад, для створення карт ґрунтів різних територій, країн тощо);
- широкий доступ користувачів до потрібної інформації через джерела комп'ютерної мережі.

Векторизовано набір ґрунтових карт масштабу 1:10 000 в межах Західного регіону України, які розміщені в базі даних інформаційної системи. Як вхідні дані використані картографічні матеріали великомасштабних ґрунтових досліджень інституту «Укрземпроект», регіональних філіалів інституту землеустрою, науково-дослідної лабораторії № 50 Львівського національного університету імені Івана Франка (рис. 5).

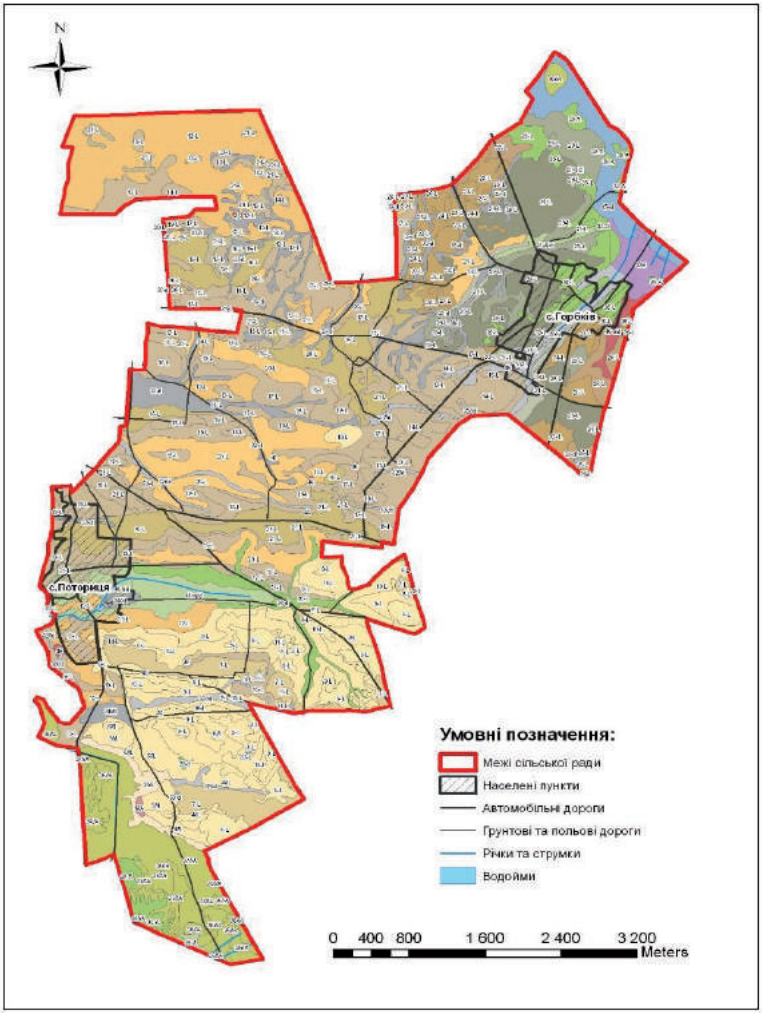

Рис. 5. Приклад векторизованої карти ґрунтів з точністю масштабу 1:10 000 на територію Поторицької сільської ради Сокальського району Львівської області.

Загалом векторизовано понад 10000 ґрунтових контурів, охоплено всі фонові ґрунти регіону, загальна площа векторизованих ґрунтових даних майже 50 000 га. Крім того, створено атрибутивну базу даних, яка містить назву ґрунту згідно з українською класифікацією, назву ґрунту відповідно до класифікації WRB 2014 року [17], площу ґрунтового контура (в гектарах), гранулометричний склад, ґрунтоутворюючі та підстилаючі породи, номер агрогрупи і бал бонітету (див. табл. 1).

Обмежена кількість ґрунтових показників для ґрунтових контурів, векторизованих з точністю масштабу 1:10 000, зумовлена тим, що в розробленій інформаційній системі передбачений детальний опис усіх властивостей ґрунтів на профільному рівні, відповідно існує можливість екстраполяції додаткових даних на вищі ієрархічні рівні.

Використання векторизованих великомасштабних ґрунтово-картографічних матеріалів дозволяє здійснювати контроль за даними, які вносяться на наступному ієрархічному рівні. Йдеться про ґрунтовий розріз і опис профілю та генетичних горизонтів ґрунту. Крім того, використані ГІС-інструменти дають змогу отримувати певний набір семантичної інформації для ґрунтових розрізів безпосередньо з доступних полігональних даних, а також здійснювати обчислення взаємного просторового розташування точкових (профілі) і полігональних (ґрунтові контури, природні зони тощо) об'єктів. Наприклад, усереднення параметра в межах геометричного полігону.

На наступному ієрархічному рівні розробленої інформаційної системи – рівні ґрунтових розрізів – формування та наповнення єдиної бази даних ґрунтових ресурсів регіону здійснюється шляхом інвентаризації та формалізації інформації про ґрунти з відбором репрезентативних розрізів і залученням відомостей про фактори диференціації ґрунтового

Таблиця 1

Фрагмент атрибутивної бази даних векторного великомасштабного ґрунтового шару (Дублянська сільська рада Самбірського р-ну Львівської обл.)

№ на карті	Загальна площа	Назва	Гранулометричний склад	Ґрунтоутворюючі та підстилаючі породи	№ агрогрупи	Бал бонітету	WRB
1	50.57	дерново-середньопідзолисті поверхнево-глеюваті	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	18г	18	Stagnic Retisols
2	7.48	дерново-середньопідзолисті поверхнево-глеюваті слабозмиті	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	24г	14	Stagnic Retisols
3	18.82	дерново-середньопідзолисті поверхнево-глеюваті слабозмиті з плямами середньозмитих 30-50%	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	25г	11	Stagnic Retisols
4	63.91	дерново-середньопідзолисті поверхнево-глейові слабозмиті	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	24г	14	Albic Gleyic Retisols
5	270.52	підзолисто-дернові поверхнево-глеюваті	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	18г	18	Plaggic Retisols
6	466.40	підзолисто-дернові поверхнево-глеюваті слабозмиті	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	24г	14	Plaggic Retisols
7	99.36	підзолисто-дернові глеюваті	крупнопилувато-легкосуглинкові	делювіальні відклади	13г	26	Plaggic Retisols
8	111.56	дернові глибокі опідзолені глеюваті	крупнопилувато-легкосуглинкові	сучасні делювіальні відклади	180г	22	Fluvic Gleyic Phaeozems
9	7.67	дернові глибокі опідзолені поверхнево-глеюваті в комплексі з лучно-болотними грунтами (до 10%)	крупнопилувато-легкосуглинкові	сучасні делювіальні відклади	180г	22	Fluvic Gleyic Phaeozems
10	35.36	дернові глибокі опідзолені глейові	крупнопилувато-легкосуглинкові	сучасні делювіальні відклади	178г	13	Fluvic Gleyic Phaeozems
11	485.50	лучні опідзолені	крупнопилувато-легкосуглинкові	сучасний алювій	176г	29	Mollic Retisols
12	26.26	лучні опідзолені глейові	крупнопилувато-легкосуглинкові	сучасний алювій	178г	13	Mollic Gleysols
13	9.42	торфовища низинні середньоглибокі сильнорозкладені осушені	----------	----------	153	15	Histosols
14	109.20	торфовища низинні глибокі сильнорозкладені осушені	----------	----------	153	15	Histosols
Разом 1941.48							

покриву. Цей рівень лише в стадії розробки і потребує достатньо тривалого процесу апробації та наповнення бази даних для всього регіону.

Отже, розроблена ґрунтова інформаційна система забезпечує можливість внесення, зберігання і опрацювання великої кількості фактичних ґрунтових даних. В основі цієї інформаційної системи лежить розроблена модель бази даних, яка поєднує в єдину систему показники, що описують властивості ґрунтів, із об'єктами, які формують ґрунтове тіло. Такий підхід дає можливість забезпечити зв'язок між показниками за допомогою формальної логіки з використанням набору певних алгоритмів, що дає змогу опрацьовувати велику кількість інформації. Розроблена ґрунтова інформаційна система Західного регіону України є гнучкою та відкритою системою і забезпечує повноцінний опис ґрунтового

розрізу в тому ж вигляді, в якому він існував на паперовому носії, тим самим зберігаючи всі смислові та логічні зв'язки між ґрунтовими показниками й об'єктами. Ще однією перевагою розробленої моделі є відкритість програмного забезпечення, можливість персоналізації інтерфейсу, збереження алгоритмів оброблення даних і отримання інформації у разі зміни набору індексованих показників тощо. Вирішене важливе завдання обліку ґрунтової інформації, об'єднання даних різної тематики, використання як основи цифрових ґрунтових карт і матеріалів великомасштабних ґрунтових обстежень регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грицунов О. В. Інформаційні системи та технології: навч. посіб. Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. Харків. 2010. 222 с.

2. Карпенко С. Г., ПоповВ. В., Тарнавський Ю. А., Шпортюк Г. А.Інформаційні системи і технології: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ : МАУП, 2004. 192 с.

3. Курілов В. І. ГІС і просторові бази даних у ґрунтовому картографуванні. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2014. № 3–4. С. 63–67.

4. Лященко А. А., Черін А. Г. Архітектура сучасних ГІС на основі баз геопросторових даних. Вісник геодезії та картографії. 2011. № 5. С. 45–50.

5. Ситник В. Ф., Писаревська Т. А., Єрьоміна Н. В., Краєва О. С. Основи інформаційних систем: навч. посібник / за ред. В. Ф. Ситника. 2-ге вид., переробл. і доповн. Київ: КНЕУ, 2001. 420 с.

6. Arctur, D., &Zeiler, M. (2004). Designing Geo databases: case studies in GIS data modeling. ESRI, Inc.

7. Batjes N. H. Mapping soil carbon stocks of Central Africausing SOTER. *Geoderma*. 2008. 146. Pp. 58–65.

8. Batjes N. H., Al-Adamat R., Bhattacharyya T., Bernoux M. at al. Preparation of consistent soil datasets for SOC modeling purposes: secondary SOTER data sets for four case study areas. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2007. 122. P. 26–34.

9. Batjes N. H. A qualitative assessment of water erosion risk using the 1:5 M SOTER database for Northern Argentina, South-east Brazil and Uruguay. *Working Paper and Preprint* 96/0. 1996. Wageningen: ISRIC. 18 p.

10. Boone, J. E., Gordon-Larsen, P., Stewart, J. D., & Popkin, B. M. (2008). Validation of a GIS facilities database: quantification and implications of error. *Annals of epidemiology*. 18(5). P. 371–377.

11. Frank, A. U. (1988). Requirements for a database management system for a GIS. *Photogramm. Eng. Remote sens*. 54(11).P. 1557–1564.

12. Jones, C. B. (2014). Geographical information systems and computer cartography. *Rout ledge*.

13. Schelling J. The role of soil information systems. *Soil Information systems*. Wageningen: Pudoc. 1975. P. 13–16.

14. Sester, M., Butenuth, M., Gцsseln, G. V., Heipke, C., Klopp, S., Lipeck, U., & Mantel, D. (2003). New methods for semantic and geometric integration of geoscientific data sets with ATKIS–appliedtogeo-objects from geology and soils cience. *Geotechnologien Science Report*. Part 2. P. 51–62.

15. SOTER [Electronic resource]. URL: https://esdac.jrc.ec.europa.eu (date of application 03.02.2020).

16. Tempel P. SOTER – Global and National Soils and Terrain Digital Databases. Database Structure v 3. *Working paper*. N. 02/01, September 2002. 93 p.

17. World reference base for soil resources. Rome: IUSS, ISRIC, FAO. 2014. 133 p.

СТАНОВЛЕННЯ ТА СУЧАСНИЙ СТАН КЛАСИФІКАЦІЇ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

Галина Іванюк

Класифікаційна проблема є однією з найактуальніших дискусійних проблем ґрунтознавства. Основними причинами строкатості національних ґрунтових класифікацій є складність ґрунту як природно-історичного континуального тіла, водночас значні площі ґрунтів зазнали різноманітних природних і антропогенних впливів, а ґрунтознавство як наука тривалий час розвивалося відокремлено у різних країнах. Оскільки класифікація відображає сучасний рівень знань, то відповідно відбувається уточнення та зміна класифікацій.

Формування класифікації ґрунтів України у XX ст. В Україні питання класифікації ґрунтів цікавило багатьох ґрунтознавців. Ще на поч. XX ст. класифікацією ґрунтів в Україні займались О. Г. Набоких, М. П. Фролов, деякі інші вчені-ґрунтознавці. Заслуговують на увагу праці К. С. Божка, О. Н. Соколовського.

У монографії визначного ґрунтознавця Г. Г. Махова «Ґрунти України», опублікованій у 1930 р. [8], подана схема ґрунтових одиниць (таксонів). Учений виділяє *ґрунтовий тип*; *підтип*; явища вертикальної зональності та інверсії ґрунтових зон і ґрунтової макро- та мікрокомплексності, які є в орографічних умовах України, були підставою для виділення *ґрунтових відмін*;

групи ґрунтів виділені за ґрунтотворними породами, *підгрупи* – за гранулометричним складом порід. Ґрунти, які набули будь-яких окремих характерних ознак під впливом різкого впливу одного з місцевих чинників, виділені як *варіанти*. Наприклад, чорнозем, який високо закипає через переритість є *зооваріантом* місцевої кліматичної відміни чорнозему.

Отож у цій класифікації поділ ґрунтів України на *типи*, *підтипи* та *відміни* відбувався за зміною основних зональних чинників, поділ на *групи* та *підгрупи* мав на меті відобразити особливості ґрунтотворної породи та її гранулометричного складу, виділення *варіантів* відображало ґрунти з окремими характерними ознаками, що виникли під впливом певного місцевого чинника [8].

У праці «Ґрунти України» [8] Григорій Махів подає «Визначник ґрунтів України», укладений за дихотомічною методою. Це детальний ключ для визначення типів і підтипів ґрунтів України, а також окремі таблиці для визначення деяких ґрунтів. Головною ознакою вибрана будова ґрунту (весь профіль). У межах України вчений виділив такі типи ґрунтів: чорноземля, півболотяний, болотяний ґрунт, солончак (вогкого степу і хлоридо-сульфатний сухого степу), солонець (вогкого і сухого степів), солодь (чорноземельна і каштанова), деградований (вторинно-спопільнений) ґрунт, попільняковий, боровий пісковий, алювіально-заплавний, двоповерховий ґрунт (заплави або дна балки та річкових терас).

У 1937 р. Г. Г. Махів і Н. Б. Вернандер [9; 10] опублікували «Класифікацію і номенклатуру ґрунтів УРСР», в якій головною таксономічною одиницею є *тип ґрунту*. На території України виділили такі *типи ґрунтів*: підзолисті, дерново-підзолисті, дернові (заплавні), чорноземи, опідзолені, вторинно-насичені та реградовані, солонцюваті (каштанові), солонці, солоді та осолоділі, солончаки. Кожний тип ґрунту розділений на *підтипи*.

Наприклад, у типі підзолистих ґрунтів виділені такі підтипи: слабо-, середньо-, дуже підзолисті, підзоли; в типі опідзолених – світло-сірі опідзолені, сірі опідзолені, темно-сірі опідзолені, чорноземи опідзолені; чорноземи поділені на підтипи: неглибокі малогумусні, глибокі малогумусні, глибокі середньогумусні, звичайні малогумусні, звичайні середньогумусні, південні малогумусні.

Для кожного типу ґрунту подано морфологічний опис, а також основні фізичні, хімічні, фізико-хімічні параметри; для підтипів – агрономічну характеристику, придатність під різні сільськогосподарські культури, заходи з підвищення родючості ґрунтів.

У 1951 р. Н. Б. Вернандер, М. М. Годлін, Г. М. Самбур, С. О. Скорина видали монографію «Ґрунти УРСР» [23]. У праці подано групування ґрунтів за генетичними ознаками та гранулометричним складом, описані ґрунти основних типів ґрунтотворення, подана номенклатура ґрунтів України.

Як зазначали вчені-ґрунтознавці Д. І. Ковалишин і Д. Г. Тихоненко [7; 29], найбільш значимою класифікацією ґрунтів, яка широко використовувалася, була методична основа для проведення великомасштабного картування ґрунтового покриву України 1957–1961 рр. – «Методика крупномасштабного обстеження ґрунтів колгоспів і радгоспів Української РСР» [12], розроблена в 1958 р. колективом провідних науковців-ґрунтознавців (Г. О. Андрущенко, Н. Б. Вернандер, Г. С. Гринь, О. С. Гладкий, В. Д. Кисіль, М. А. Кочкін, Г. М. Самбур, А. Ф. Яровенко).

У цій «Методиці…» ґрунти України об'єднали в три *класи*: автоморфні широтної зональності, автоморфні вертикальної зональності, гідроморфні. Ґрунтові класи поділили на 12 *рядів* (*типів*): підзолисті й дерново-підзолисті ґрунти, сірі лісові й опідзолені (лісостепові), чорноземи, каштанові ґрунти, лучні, болотні й торфово-болотні, солончакові й солонцеві, осолоділі, буроземи, бурі і коричневі гірсько-степові та гірсько-лісостепові ґрунти, гірсько-підзолисті, гірсько-лучні. Ґрунтові ряди поділили на *групи* (*підтипи*) за принципом зональної або провінційної своєрідності у виявленні або ж розвитку провідної ознаки ряду (типу), а також сполучень різних груп. Кожний ґрунтовий ряд містить 4–7 ґрунтових груп, що в сумі становить 60 груп ґрунтів. Ґрунтові групи поділені на *види* (табл. 1).

«Класифікація і діагностика ґрунтів СРСР» (1977 р.) [6] була офіційно затвердженою класифікацією у Радянському Союзі. В Україні не існувало й немає дотепер іншої класифікації ґрунтів, яка була б нормативним актом.

У 1981 р. за ред. М. І. Полупана вийшов «Польовий визначник ґрунтів» [17]. Це, практично, вдосконалена класифікаційна розробка 1958 р. на основі нових досліджень у галузі генезису ґрунтів і їхніх агрономічних властивостей, а також з урахуванням змін у ґрунтах, пов'язаних із втручанням людини в ґрунтотворний процес. Проте це була не класифікація, а систематика ґрунтів.

Таблиця 1

Порівняння різних класифікаційних систем ґрунтів України (за таксономічними одиницями)

Методика крупномасштабного обстеження ґрунтів колгоспів і радгоспів УРСР (1958)	Еколого-генетична «Класифікація і діагностика ґрунтів СРСР» (1977)	Класифікація ґрунтів України (М. І. Полупан, 1988)	Еколого-генетико-біогеохімічна класифікація ґрунтів України (Д. Г. Тихоненко, 2001)	Генетична еколого-субстантивна класифікація (М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко, 2005)
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Клас – автоморфні широтної зональності, автоморфні вертикальної зональності, гідроморфні.	***Клас*** – однаковий напрям вивітрювання мінералів і перетворення органічних речовин. ***Групи*** – за подібністю процесів ґрунтотворення і міграції речовин, водним і тепловим режимами. Виділяють біогенні, біоліто-генні, біогідрогенні, біогалогенні групи.	***Клас:*** зональний (біокліматогенний), азональний (біоліто-гідрогенний).	***Царство*** – ґрунти України. ***Відділи*** – природні, природно-антропогенні (орні), техногенні, урбаноземні. ***Асоціації*** – за будовою профілів. ***Сімейства*** – за хімічним складом, pH, складом гумусу, типом зволоження.	***Ряд*** – за подібною морфолого-генетичною будовою профілю, єдиною спрямованістю пріоритетного ґрунтотворного процесу, гумусонагромадження та зволоження.
Ряд (тип)	***Тип*** – єдність походження, міграції й акумуляції речовин; подібні гідротермічні умови, однотипна рослинність, материнські породи подібного мінералогічного складу.	***Тип***	***Тип*** – чіткі межі та цифрові характеристики хімічного, фізичного, фізико-хімічного складу.	***Тип*** – за коефіцієнтом профільного нагромадження гумусу (КПАГ).

Продовження табл. 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Група (підтип) – за зональною, або провінційною своєрідністю, або розвитком провідної ознаки ряду, а також сполучень різних груп.	***Підтип*** – групи ґрунтів, які якісно відрізняються за проявом основного і додатково процесів ґрунтотворення. ***Фаціальний підтип*** – за температурою ґрунту.	***Підтип*** – за проявом основного і додатково процесів ґрунто-творення.	***Підтип –*** конкретні числові межі основних показників характеристики ґрунтів.	***Підтип –*** за коефіцієнтом відносної акумуляції гумусу (КВАГ).
Вид – за інтенсивністю виявлення провідної ознаки групи; ґрунтотворною породою; гранулометричним складом; змінами, спричи-неними процесами, не пов'язаними безпосередньо з ґрунтотворенням (змив, розмив, намив, засолення, торфоутворення); тривалістю ґрунтотворення (нерозвинені ґрунти, ґрунтові релікти); рівнем окультурення ґрунту.	***Рід*** – за локальними особливостями ґрунтотворення (склад порід, хімізм ґрунтових вод тощо).	***Рід –*** локальні особливості ґрунто-творення, ознаки і властивості, набуті в результаті с.-г. використання	***Рід*** – за материнськими породами	***Рід*** – за вмістом фізичної глини
	Вид – за ступенем розвитку ґрунтотворних процесів (ступенем опідзолення, глибиною і ступенем гумусованості, засолення тощо).	***Літологічна серія*** – за ґрунто-творними і материнськими породами.	***Вид*** – за ступенем розвитку ґрунтотворних процесів. Межі формальні.	***Вид*** – за потужністю профілю, ксероморфністю, ступенем оглеєння, зволоження схилів, засолення, солонцюватості та скелетності.

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
	Різновидність (різновид) – за гранулометричним складом верхнього генетичного горизонту ґрунту.	***Вид*** – за ступенем прояву процесів.	***Різновидність***	***Варіант*** – зміна властивостей ґрунтів у результаті їхнього с.-г. використання (цілинні та освоєні).
	Розряд – за походженням материнської породи.	***Варіант –*** зміни ґрунтів унаслідок їхнього с.-г. використання без порушення структури профілю (цілинні, освоєні, зрошувані, дреновані та ін.).	***Розряд***	***Літологічна серія*** – за ґрунтотворною та підстильною породами.
			Варіант – за ступенем окультурення	
		Різновидність – за гранулометричним складом.	***Категорія –*** за ступенем хімічного та іншого забруднення	

У 1986 р. за редакцією Н. Б. Вернандер, І. М. Гоголєва, Д. І. Ковалишин та ін. вийшла книга «Природа УРСР. Ґрунти» [24], де розміщено номенклатуру ґрунтів України.

У 1988 р. за редакцією М. І. Полупана вийшла книга «Ґрунти України та підвищення їхньої родючості» [22], де в першому томі подана класифікація ґрунтів України, яка містить такі таксономічні одиниці: *клас – тип – підтип – рід – літологічна серія – вид – варіант – різновидність* (див. табл. 1). Ґрунти України вчений розділив на два *класи.* У зональний (біокліматогенний) клас об'єднані ґрунти за співвідношенням властивостей, зумовлених ґрунтотворним процесом у зв'язку з біокліматичними факторами, в азональний (біолітогідрогенний) – ґрунти, формування властивостей яких пов'язане зі специфікою хімічного та мінералогічного складу ґрунтотворних порід і характеру водного режиму. У зональному класі виділено 23 *типи* ґрунтів, в азональному – 13. На високому таксономічному рівні виділено ґрунтотворні породи (таксон *літологічна серія*). Новий таксон, *варіант*, відображає зміни ґрунтів унаслідок їхнього використання в культурі землеробства без порушення структури профілю (цілинні, освоєні, зрошувані, дреновані та ін.).

Класифікаційні розробки періоду незалежності України. За роки незалежності в Україні розроблені класифікації для окремих типів ґрунтів [4; 16], а також відомі авторські пропозиції щодо класифікації ґрунтів усієї території України, проте всі вони мали «приватний» характер. Розглянемо деякі з них.

Професор Харківського національного аграрного університету Д. Г. Тихоненко розробив еколого-генетико-біогеохімічну класифікацію ґрунтів України (2001 р.) [26–28]. Класифікація об'єднує такі таксономічні одиниці: *царство – відділ – асоціація – сімейство – тип – підтип – рід – вид – різновидність – розряд*. Найвищий таксономічний рівень класифікації – *царство* ґрунтів – це все різноманіття ґрунтів України. *Відділи* об'єднують ґрунти

за походженням: природні, природно-антропогенні (орні), техногенні, урбаноземні (див. табл. 1). Виокремлені 4 *асоціації* природних ґрунтів, 4 – у межах природно-антропогенних ґрунтів і одна – з техногенним і урбаноземним типом профілю. В асоціації входять *сімейства* (всього 17), які виділяють за фізичними, хімічними, фізико-хімічними показниками ґрунтів, які відображають спрямованість ґрунтотворного процесу, що проявляється у хімічному складі гумусу, величині pH в умовах різного зволоження ґрунтів. Сімейства об'єднують *типи* ґрунтів – основну таксономічну одиницю цієї класифікації. В межах України виділено 32 типи природних ґрунтів, 28 типів антропогенно-природних і 2 типи техногенних ґрунтів.

Діагностика *класифікаційних таксонів* виконується на основі результатів дії ґрунтогенези в природних і культурних геоекосистемах, що відображене в будові профілю та конкретних фізичних, хімічних, фізико-хімічних показниках ґрунтів, які є своєрідним етапом у міграції хімічних елементів під впливом живої речовини біосфери.

Класифікаційні одиниці надтипового рівня чітко діагностуються згідно з вибраними показниками за результатами морфологічного та хімічного аналізів. Рівень типу і таксони, нижчі від типу – це підрозділи генетико-виробничого характеру. Типовий рівень має чіткі межі та цифрові характеристики хімічного, фізичного, фізико-хімічного складу. Підтипи основних ґрунтів мають конкретні числові межі головних показників характеристики ґрунтів; родові ознаки – дифузні, видові – чітко визначені (формальні). Д. Г. Тихоненко вважає, що на рівні роду треба розглядати материнські породи, вплив яких на ґрунтотворний процес є одним із вирішальних.

Номенклатура ґрунтів у запропонованій класифікації зберігає історичність традиційних підходів до назви ґрунтів (напр., підзоли, буроземи, чорноземи тощо). Частина назв ґрунтів

є традиційно стилізованою (іржавоземи, агроземи), а деякі ґрунти названі термінами, які часто використовують (ґрунти з текстурно-диференційованим профілем, лучні, лесивовані тощо).

Професорка Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича С. М. Польчина вважає, що головним принципом нової класифікації ґрунтів України повинен бути субстантивно-генетичний – ґрунти діагностують на підставі якісних ознак будови профілю, а для нижніх таксонів – на підставі кількісних критеріїв, зумовлених уніфікованими методами, що забезпечить об'єктивність класифікації й ідентифікації таксонів [21]. За основу нової класифікації авторка пропонує взяти «Польовий визначник ґрунтів» [17], змістивши акценти від еколого-генетичного принципу в сторону субстантивно-генетичного. С. М. Польчина пропонує зберегти традиційні назви таксонів: *тип* – *підтип* – *рід* (фізико-хімічна характеристика ґрунту) – *вид* (*підвид*) (потужність профілю, кількість гумусу, ступінь і глибина появи оглеєння, опідзолення тощо) – *різновид* (за гранулометричним складом верхнього горизонту та ступенем скелетності) – *розряд* (за типом ґрунтотворних порід) – *підрозряд* (за ступенем еродованості й антропогенного втручання) з максимально можливим збереженням їхнього змістового навантаження. *Типи* ґрунтів об'єднано в *асоціації* (за елементарними ґрунтовими процесами), а ті – у *відділи*. Кожний тип ґрунтів поділено на дві групи (на рівні типу) – автоморфні та напівгідроморфні.

Науковці кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка пропонують адаптувати принципи та структуру «Класифікації ґрунтів СРСР» (1977 р.) до «*Soil Taxonomy*» і *WRB*, водночас зазначаючи, що цілковите копіювання принципів і структури цих класифікацій загрожує втратою великої кількості здобутої раніше ґрунтової інформації, структурно-ієрархічної

моделі та практичної привабливості класифікації [15]. Автори вважають, що нова класифікація ґрунтів України повинна бути *субстантивно-генетичною*, ґрунтуватися на принципах генетичності, субстантивності, історичності, відкритості, ієрархічності. Пропонують не змінювати назви таксономічних категорій, ввести надтипові таксони (клас, асоціація), але докорінно змінити змістове наповнення всіх високих категорій; відмовитися від ландшафтно-екологічного принципу (лучні, лісові, болотні ґрунти тощо). Розробляючи нову класифікацію, пропонують максимально наблизити її до міжнародних класифікаційних систем, значну увагу приділити агроґрунтам.

У 2005 р. учені ННЦ «Інститут агрохімії та ґрунтознавства імені Соколовського», М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко [18], опублікували генетичну еколого-субстантивну класифікацію ґрунтів України на параметричній основі. Класифікація включає такі таксономічні одиниці: *ряд – тип – підтип – рід – вид – варіант – літологічна серія*. Автори розглядають гумус як показник типологоґрунтової та екологічної пам'яті. Головними генетичними показниками вважають коефіцієнт профільного нагромадження гумусу (КПНГ), який є співвідношенням між умістом гумусу в профілі ґрунту та кількістю фізичної глини в ньому; на його підставі виділяють *типи ґрунтів* (всього 55). Другим показником є коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ), тобто співвідношення між умістом гумусу й фізичної глини в шарі 0–30 см, помножене на 10. КВАГ відображає інтенсивність ґрунтотворення. За цим показником ґрунти поділяють на рівні *підтипу*. На рівні *роду* ґрунти диференціюють за вмістом фізичної глини, тим самим надаючи гранулометричному складу ґрунтів більшого значення, ніж у попередніх класифікаціях.

Автори цієї класифікації назвали її «проривом» у вирішенні проблеми класифікації ґрунтів [19], проте реакція на неї в

ґрунтознавців нашої країни була неоднозначною, що узагальнив у рецензії професор В. І. Канівець [5]. Незважаючи на те, що на основі цієї класифікації був навіть розроблений Національний стандарт України [30], вона залишається авторською, не має широкого застосування та статусу національної.

Українські ґрунтознавці пройшли тривалий шлях до вирішення проблем класифікації. Проте сучасний стан класифікаційної проблеми в Україні характеризується тим, що єдина наукова класифікація ґрунтів незатверджена, навіть не вироблені загальноприйняті її принципи. Незважаючи на значний період розвитку цієї проблематики, в Україні відсутня класифікація ґрунтів, яка б мала статус офіційної та була загальновизнаною.

Немає узгодженості в офіційних документах України. Так, в одних державних стандартах України роблять посилання на класифікацію 1988 р. [32], в інших – на «Польовий визначник» 1981 р. [31]. Національний стандарт України «Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів. Терміни та визначення понять» (ДСТУ 7300:2013) [30] розроблений на основі класифікації 2005 року, незважаючи на те, що ця та інші класифікації не мають офіційного статусу.

Отож в Україні потреба створення нової класифікації ґрунтів особливо актуальна. Ґрунтознавці пропонують різні шляхи вирішення класифікаційної проблеми [13; 14]:

✓ частина науковців пропонує технологічно модернізувати вже наявну факторно-генетичну «Класифікацію…» 1977 р. або «Методику…» 1958 р. шляхом удосконалення та розроблення нових кількісних діагностичних критеріїв класифікаційного розмежування ґрунтів;

✓ пропонується також змінити структуру (верхні таксономічні рівні) та підходи до класифікації ґрунтів України на основі еколого-генетико-біогеохімічного принципу;

✓ розробити класифікацію ґрунтів на субстанційно-генетичних принципах за зразком «Таксономії ґрунтів» США, «Систематики ґрунтів Польщі» чи *WRB*;

✓ надати перевагу революційному шляху вирішення класифікаційної проблеми в Україні – формалізація класифікаційної системи на найвищих таксономічних рівнях.

Розробляючи нову класифікацію ґрунтів України, потрібно зберегти доробки генетичного ґрунтознавства, однак пам'ятати про необхідність налагодження контактів з іноземними вченими-ґрунтознавцями.

Міжнародна співпраця з кореляції назв ґрунтів. Міжнародна співпраця та порозуміння між ґрунтознавцями неможливі без наявності зрозумілої для всіх мови спілкування. Такою «мовою» щодо класифікації ґрунтів визнано *WRB* – Світову реферативну базу для ґрунтових ресурсів, яка є основою глобального рівня генералізації знань у ґрунтознавстві. У 2022 р. побачила світ уже четверта версія *WRB* [33]. Ця класифікаційна система не є класифікацією в класичному розумінні, вона не замінить національні класифікації, проте дає можливість ґрунтознавцям різних країн спілкуватися між собою «міжнародною ґрунтознавчою мовою».

Сьогодні в світі не існує прийнятої узгодженої процедури порівняння ґрунтів, яку можна було б рекомендувати для практичного використання. Різні ґрунтові класифікації погано порівнювані між собою через розбіжність принципів побудови та структури.

Методологія кореляції є складною, суб'єктивною, залежить від належності ґрунтознавця до певної наукової школи, а отже, від підходів, які він використовує, від властивостей об'єктів кореляції – ґрунтів, таксономічного рівня ґрунтів. Усі спроби кореляції ґрунтових класифікацій є певною творчістю, інші дослідники не зможуть повністю їх відтворити, будь-яка кореляція є

орієнтовною та певною мірою суб'єктивною. Необхідно пам'ятати про неминучу відносність будь-яких кореляцій.

Виділяють два способи кореляції назв ґрунтів: *факторно-генетичний* – за центральним образом (архетипом) і/або за чинниками ґрунтотворення; *субстантивно-генетичний* – за діагностичними горизонтами та ознаками.

Описані класифікації ґрунтів України здебільшого є *факторно- чи еколого-генетичними*, тобто за основу їхнього створення взято характеристику ґрунтів залежно від їхнього походження (оцінюють набір чинників ґрунтотворення), горизонтам не надають особливого значення. Такі ґрунтові класифікації найважче корелювати з *WRB*, в основі якої є *субстантивний підхід* – характеристика ґрунтів за набором діагностичних горизонтів, властивостей і матеріалів (ознак), причому виділені чіткі кількісні межі параметрів. Достовірніші та однозначні результати можна отримати, корелюючи ґрунти однотипних класифікацій.

Кореляції класифікацій присвячені праці таких українських учених: В. В. Медведєва зі співавторами [11; 34], С. М. Польчиної [20], Г. С. Іванюк та І. Я. Папіша [1; 3], М. І. Полупана, В. Б. Солов'я і В. А. Величка [18], В. Б. Солов'я [25], М. І. Зінчука [2] та ін. Порівняння деяких кореляційних таблиць подано в табл. 2.

Потрібно зауважити, що жодна корелятивна система не може замінити національну класифікацію, оскільки вона завжди буде більш узагальненою. Її варто розглядати як додаткову до національних класифікацій ґрунтів.

Проблема кореляції назв ґрунтів українських класифікацій з *WRB*, а також, очевидно, недостатня співпраця з європейськими ґрунтознавцями дуже яскраво відобразилася на карті ґрунтів українсько-польського прикордоння в «Атласі ґрунтів Європи» [35, с. 76]. Як зазначав академік В. В. Медведєв, ґрунтовий простір фактично не має і не повинен мати кордонів, повинен

бути єдиним і зрозумілим [11]. На рис. 1 бачимо «переривання» ґрунтових контурів на адміністративному кордоні між Україною та Польщею (територія Надсяння і Розточчя). Цей приклад, на жаль, не єдиний на українсько-польському прикордонні карти ґрунтів Європи.

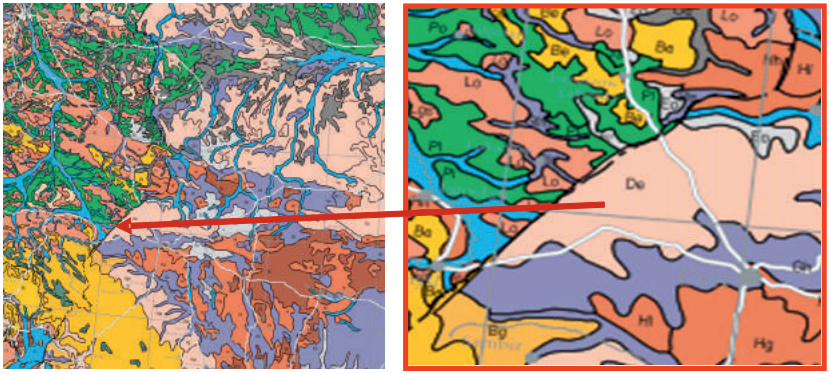

Рис. 1. Фрагмент карти ґрунтів Європи
(українсько-польське прикордоння)

За даними «Атласу ґрунтів Європи»Атласу [35, с. 76], ґрунти України належать до 15 реферативних груп, з них: 50 % – *Chernozems*, 14 % – *Phaeozems*, 14 % – *Albeluvisols* (сучасні *Retisols*), 22 % – інші ґрунти.

Зауважимо, що на сторінці 14 «Атласу ґрунтів Європи» слово «ґрунт» перекладене 31 європейською мовою, однак українською, на жаль, відсутнє. Це, на нашу думку, теж є свідченням недостатньої активності ґрунтознавців нашої країни в популяризації українського ґрунтознавства, а також України на світовій науковій арені.

Таблиця 2

Порівняння корелятивних таблиць (назви ґрунтів в українських класифікаціях і можливі відповідники в *WRB*)

Ґрунти	**Г.С. Іванюк, І.Я. Папіш, 2019 р.**		**В. В. Медведєв та ін., 2003 р.**		**С. М. Польчина, 2005 р.**		**М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. А. Величко, 2005 р.**	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Дерново-підзолисті	*Albic Retisols (Arenic)*	Дерново-підзолисті	*Umbric Albeluvisols*	Дерново-слабопідзолисті піщані та глинисто-піщані; дерново-середньопідз. супіщані	*Eutric Albeluvisols*	Дерново-підзолисті; залишково-карбонатні; ілювіально-залізисті	*Umbric Albeluvisols*	Дерново-підзолисті
	Plaggic Retisols (Arenic)	Підзолисто-дернові						
Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні	*Stagnic Retisols*	Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні	*Stagnic Albeluvisols*	Дерново-підзолисті поверхнево оглеєні	*Stagnic Albeluvisols*	Дерново-підзолисті поверхнево-глеюваті		
Дерново-підзолисті глейові	*Albic Gleyic Retisols (Arenic)*	Дерново-підзолисті глейові	*Gleyic Albeluvisols*	Дерново-середньо-підзолисті глеюваті і глейові супіщані	*Gleyic Albeluvisols*	Дерново-підзолисті глибоко-глейові і глеюваті Дерново-підзолисті глейові		
			Gleyic Albeluvisols, Gleyic Umbrisols	Дерново-слабопідзолисті глеюваті і глейові піщані та глинисто-піщані				
Ясно-сірі лісові	*Albic Luvisols, Albic Gleyic Luvisols*	Ясно-сірі лісові, в т.ч. оглеєні	*Umbric Albeluvisols, Albic Phaeozems, Gleic Phaeozems*	Ясно-сірі та сірі опідзолені ґрунти	*Eutric Albeluvisols*	Світло-сірі лісові; з другим гумусовим горизонтом; буруваті	*Umbric Albeluvisols*	Ясно-сірі лісові

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сірі лісові	*Haplic Luvisols, Gleyic Luvisols*	Сірі лісові, в т.ч. оглеєні	*Umbric Albeluvisols, Albic Phaeozems, Gleic Phaeozems*	Ясно-сірі та сірі опідзолені ґрунти	*Haplic Phaeozems*	Сірі та темно-сірі лісові з другим гумусовим горизонтом, темно-сірі лісові буруваті	*Albic Phaeozems*	Сірі лісові
Темно-сірі опідзолені	*Luvic Greyzemic Phaeozems, Luvic Greyzemic Gleyic Phaeozems*	Темно-сірі опідзолені, в т.ч. оглеєні	*Albic Phaeozems*	Темно-сірі опідзолені				Темно-сірі опідзолені
Чорноземи опідзолені	*Greyzemic Phaeozems, Greyzemic Gleyic Phaeozems*	Чорноземи опідзолені, в т.ч. оглеєні	*Chernic Chernozems*	Чорноземи опідзолені	*Luvic Phaeozems*	Чорноземи опідзолені	*Chernic Chernozems, Luvic Chernozems*	Чорноземи опідзолені
Чорноземи типові	*Haplic Chernozems*	Чорноземи типові малогумусні	*Chernic Chernozems*	Чорноземи типові	*Haplic Chernozems*	Чорноземи типові; опідзолені глибокі; вилугувані глибокі; глибоко-закипаючі та безкар-бонатні	*Chernic Chernozems, Calcic Chernozems*	Чорноземи типові
Чорноземи карбонатні	*Skeletic Calcic Chernozems*	Чорноземи карбонатні	*Calcic Chernozems*	Чорноземи щебенюваті на елювії карбонатних порід				

Продовження табл. 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
Лучно-чорноземні	*Gleyic Chernozems (Pachic)*	Лучно-чорноземні	*Haplic Phaeozems*	Лучно-чорноземні	*Gleyic Phaeozems, Calcaric Phaeozems*	Лучно-чорноземні, у т.ч. карбонатні	*Haplic Phaeozems*	Лучно-типово-чорноземні
Лучні, чорно-земно-лучні	*Gleyic Chernic Phaeozems (Pachic)*	Лучні, чорно-земно-лучні					*Gleysols Mollic*	Чорно-земно-лучні
Лучно-болотні	*Histic Gleysols*	Лучно-болотні	*Histic Gleysols, Histic Fluvisols*	Лучно-болотні та болотні	*Mollic Fluvisols*	Лучно-болотні	*Gleysols*	Лучно-болотні
Болотні	*Gleysols*	Болотні					*Gleysols*	Болотні
Торфові	*Histic Gleysols*	Торфувато- та торфово-болотні	*Sapric Histosols, Folic Histosols*	Торфово-болотні ґрунти Торфовища низинні	*Folic Histosols*	Торф'яні болотні мінералізовані	*Sapric Histosols, Folic Histosols*	Торф'янисто-глейові
	Histosols	Торфовища низинні			*Fibric Histosols*	Торф'яні болотні верхові		Торфово-глейові
					Terric Histosols	Торф'яні болотні перехідні, низинні	*Folic Histosols, Haplic Histosols*	Торфові
Дернові	*Albic Arenosols (Ochric)*	Дерново-прихо-ванопідз.			*Cambic Arenosols*	Дернові борові піщані		
	Arenosols (Ochric), Gleyic Arenosols (Ochric)	Дернові піщані та глинисто-піщані, в т.ч. оглеєні	*Protic Arenosols, Haplic Arenosols*	Дернові, переважно оглеєні піщані, глинисто-піщані та супіщані				

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дернові	*Fluvic Arenosols (Ochric); Fluvic Gleyic Arenosols (Ochric)*	Дернові супіщані та суглинкові, в т.ч. оглеєні			*Greyic Phaeozems*	Дернові		
	Fluvic Gleyic Phaeozems (Albic)	Дернові опідзолені оглеєні	*Umbric Albeluvisols, Gleyic Albeluvisols*	Дернові опідзолені суглинкові та оглеєні види	*Mollic Fluvisols*	Дернові глейові опідзолені	*Umbric Albeluvisols*	Дернові опідзолені
			Chernic Chernozerns	Чорноземи та дерново-карбонатні щебенюваті на елювії щільних безкарбонатних порід	*Mollic Leptosols*	Дернові скелетні		
Дерново-карбонатні	*Rendzic Leptosols*	Рендзини	*Umbric Albeluvisols, Rendzic Leptosols*	Дерново-карбонатні щебенюваті на елювії карбонатних порід	*Rendzic Leptosols*	Перегнійно-карбонатні Дерново-карбонатні		
Алювіальні	*Fluvisols*	Алювіальні дернові			*Eutric Fluvisols*	Алювіальні дернові слабокислі і нейтральні		
	Gleyic Fluvisols (Humic)	Алювіальні лучні			*Umbric Fluvisols*	Алювіальні лугові Алювіальні заболочені	*Eutric Fluvisols*	Алювіальні лучні
	Gleyic Histic Fluvisols	Алювіальні лучно-болотні						Алювіальні лучно-болотні
	Gleyic Histic Fluvisols	Алювіальні болотні					*Histic Fluvisols*	Алювіальні болотні

Закінчення табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Буроземи	*Dystric Cambisols, Dystric Gleyic Cambisols*	Буроземи, в т. ч. оглеєні	*Dystric Cambisols*	Бурі гірсько-лісові щебенюваті та дерново-буроземні, у т.ч. оглеєні	*Distric Cambisols, Gleyic Cambisols*	Буроземи кислі, кислі опідзолені; дерново-буроземні кислі, в т.ч. глеюваті та глейові	*Umbric Cambisols*	Буроземи
	Dystric Cambisols, Dystric Gleyic Cambisols	Буроземи опідзолені, в т. ч. оглеєні					*Dystric Cambisols, Eutric Cambisols*	Буроземи опідзолені
Дерново-буроземні	*Cambic Umbrisols, Cambic Gleyic Umbrisols*	Дерново-буроземні, в т.ч. оглеєні	*Umbric Leptosols*	Дерново-буроземні та гірсько-лучні ґрунти	*Distric Cambisols*	Дерново-буроземні кислі		
	Eutric Fluvisols (Humic)	Лучно-буроземні			*Humic Cambisols*	Буроземи перегнійно-акумулятивно-гумусові	*Gleyic Cambisols*	Лучно-буроземно-глейові
Буроземно-підзолисті	*Neocambic Gleyic Retisols*	Буроземно-підзолисті оглеєні	*Gleyic Cambisols*	Буроземно-підзолисті ґрунти та поверхнево-оглеєні види	*Eutric Albeluvisols*	Бурувато-підзолисті		
					Stagnic Albeluvisols	Бурувато-підзолисті поверхнево-глеюваті	*Gleyic Cambisols, Stagnic Albeluvisols*	Буроземно-підзолисті поверхнево-оглеєні

Наш досвід кореляції назв ґрунтів української класифікації зі Світовою реферативною базою для ґрунтових ресурсів (*WRB*) засвідчив, що найважче віднайти відпо-відник для дернових і лучних ґрунтів. Ці ґрунти можуть формуватися в неоднакових умовах, на різних ґрунто-творних породах. Відсутність чітко описаних діагностичних горизонтів і властивостей цих ґрунтів, а також чітких кількісних меж параметрів дуже ускладнює процедуру кореляції назв. Українські вчені виділяють лучні ґрунти у таких реферативних групах (РГ): *Umbrisols*, *Fluvisols*, *Leptosols*, *Gleysols*, *Phaeozems*. Корелюючи назви ґрунтів Львівської області з *WRB* [1; 3], ми зачислили ці ґрунти до трьох РГ: *Gleysols*, *Fluvisols* і *Phaeozems.* Дернові ґрунти можна зачислити до значної кількості РГ: *Arenosols, Fluvisols, Gleysols, Leptosols, Phaeozems*.

Зазначимо, що завжди коректнішими будуть результати кореляції назв конкретних ґрунтових профілів, аніж узагальненого (абстрактного) поняття типу чи підтипу.

Згідно з результатами нашої роботи з кореляції назв ґрунтів [1; 3], у Львівській області поширені ґрунти 13-ти реферативних груп *WRB*, що становить 41 % від загальної їхньої кількості. Це такі ґрунти: *Anthrosols, Arenosols, Cambisols, Chernozems, Fluvisols, Gleysols, Histosols, Leptosols, Luvisols, Phaeozems, Retisols, Technosols, Umbrisols.* Ґрунти всієї України ми (Г. С. Іванюк та І. Я. Папіш, 2022 р.) об'єднали у 18 реферативних груп (56 % від загальної їхньої кількості). До поширених на Львівщині ґрунтів додалися ще *Kastanozems*, *Planosols*, *Regosols*, *Solonchaks*, *Solonetzs.*

Отже, на сьогодні в Україні надзвичайно актуальною є проблема створення нової класифікації ґрунтів, яка б відповідала сучасним світовим тенденціям розвитку класифікації ґрунтів, зберегла весь багаж знань про ґрунти України, а також була нормативним документом у нашій країні.

Насамперед необхідно розробити принципи класифікації. На нашу думку, головним її принципом повинен залишитися

генетичний, проте діагностика ґрунтів має бути субстантивною. Важливим моментом є вибір таксономічних одиниць (ми пропонуємо залишити таксони, запропоновані в класифікації ґрунтів 1977 року, додавши до них надтипові), а також формування номенклатури ґрунтів. Особливу увагу слід приділити таким поняттям як діагностичні горизонти та ознаки ґрунтів, чітко формалізувати їхнє визначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ґрунти Львівської області : колективна монографія / за ред. С. П. Позняка. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2019. С. 94.

2. Зінчук М. І. Сучасні класифікації ґрунтів в Україні та проблема їх гармонізації (стосовно карти ґрунтів Волинської області). *Охорона родючості ґрунтів*. Київ, 2012. Випуск 8. С. 53–70.

3. Іванюк Г. С. Кореляція номенклатури ґрунтів Львівської області та WRB. *Вісник Львівського ун-ту. Серія географічна*. 2013. Вип. 41. С. 153–160.

4. Іванюк Г. С. Класифікація і діагностика ґрунтів: навчальний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 334 с.

5. Канівець В. І. Рецензія на книгу «Класифікація ґрунтів України». *Агрохімія і ґрунтознавство*. Харків, 2007. № 67. С. 142–146.

6. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров и др. Москва, 1977. 223 с.

7. Ковалишин Д. І. Деякі підходи й принципи до класифікації та діагностики ґрунтів України. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9. № 3–4. С. 154–156.

8. Махов Г. Г. Ґрунти України. Харків : Радянський селянин, 1930. 330 с.

9. Махов Г. Г. Класифікація і номенклатура ґрунтів УССР. *Соціалістична агротехніка*. 1937. № 2. С. 27–43.

10. Махов Г. Г., Вернандер Н. Б. Класифікація і номенклатура ґрунтів УССР. *Соціалістична агротехніка*. 1937. № 1. С. 19–33.

11. Медведєв В. В. Досвід застосування класифікаційної системи ФАО до ґрунтового покриву України. *Вісник аграрної науки*. 1999. С. 11–17.

12. Методика крупномасштабного дослідження ґрунтів колгоспів і радгоспів Української РСР. Частина ІІ. / за ред. О. М. Грінченка, Г. С. Гриня, М. К. Крупського, М. А. Кочкіна, О. М. Можейка. Харків : Держсільгоспвидав, 1958. 485 с.

13. Папіш І. Я. Історія розвитку класифікаційної проблеми в ґрунтознавстві. *Вісник ЛНУ імені Івана Франка. Серія географічна*. 2004. Вип. 30. С. 224–228.

14. Папіш І. Я. Класифікаційна проблема в українському ґрунтознавстві. *Генеза, географія та екологія ґрунтів.* Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2003. С. 283–287.

15. Папіш І. Я., Іванюк Г. С., Позняк С. П., Кіт М. Г. Принципи і структура класифікації ґрунтів України. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9. № 3–4. С. 33–40.

16. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів : підручник. Ч. 1. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. С. 255–263.

17. Полевой определитель почв / под ред. Н. И. Полупана и др. Киев : Урожай, 1981. 320 с.

18. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Класифікація ґрунтів України. Київ : Аграрна наука, 2005. 300 с.

19. Полупан М. І., Соловей В. Б., Величко В. А. Український прорив у вирішенні проблеми класифікації ґрунтів. *Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство*. 2008. № 4. Харків, 2008. С. 3–8.

20. Польчина С. М. Кореляція номенклатури природних ґрунтів України та FAO/WRB. *Науковий вісник Чернівецького ун-ту*. 2005. Вип. 252: Біологія. С. 214–220.

21. Польчина С. М. Структура субстантивно-генетичної класифікації ґрунтів України. *Ґрунтознавство*. 2008. Т. 9. № 3–4. С. 161–164.

22. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. *Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты* / под. ред. М. И. Полупана. Киев, 1988. С. 116–127.

23. Почвы УССР / Вернандер Н. Б., Годлин М. М., Самбур Г. Н., Скорина С. А.; под ред. М. М. Годлина. Киев – Харьков, 1951. 326 с.

24. Природа УССР. Почвы / Н. Б. Вернандер, И. Н. Гоголєв, Д. И. Ковалишин и др. Киев : Наукова думка, 1986. С. 40–44.

25. Соловей В. Б. Методичний підхід до порівняння ґрунтових одиниць української класифікації та системи WRB 2014. Презентація. 11 с. URL : https://www.issar.com.ua/downloads/metodychnyy_pidhid_do_porivnyannya_gruntovyh_odynyc_ukrayinskoyi_klasyfikaciyi_ta_systemy_wrb_2014.pdf

26. Тихоненко Д. Г. До питання про класифікацію ґрунтів України. *Ґрунтознавство*. 2001. Т. 1. № 1–2. С. 15–22.

27. Тихоненко Д. Г. Класифікація ґрунтів : лекція. Харків : ХНАУ ім. В. В. Докучаєва, 2009. 59 с.

28. Тихоненко Д. Г. Методологічні засади класифікації ґрунтів України. *Вісник Чернівецького ун-ту, сер. «Біологія»*. 2005. Вип. 251. С. 40–49.

29. Тихоненко Д. Г. Забуті класифікації ґрунтів України. *Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство*. 2008. № 2. С. 3–6.

30. Якість ґрунту. Класифікація ґрунтів. Терміни та визначення понять (ДСТУ 7300:2013). Київ : Мінекономрозвитку України, 2014.

31. Якість ґрунту. Паспорт ґрунтів (ДСТУ 4288:2004). Київ : Держстандарт України, 2005. 15 с.

32. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів (ДСТУ 4362:2004). Київ : Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2006. 27 с.

33. IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria. 236 p.

34. Medvedev V. V., Laktionova T. M., Kanash O. P. Soils of the Ukraine (genesis and agronomical characteristic). Kharkiv, 2003. 68 p.

35. Soil Atlas of Europe. European Soil Bureau Network. European Commission, 2005, 128 p.

ЕНЕРГЕТИКА ҐРУНТОТВОРЕННЯ: НОВІ ПІДХОДИ І ДОСВІД ДОСЛІДЖЕНЬ

Андрій Кирильчук

На сучасному етапі розвитку ґрунтознавчої науки виокремлюється комплекс теоретико-методологічних питань, які мають безпосередній стосунок до проблеми енергетики ґрунтотворення. Передусім це джерела енергії в ґрунтотворенні, статті витрат енергії, кількісні значення як сумарних витрат енергії при ґрунтотворенні, так і окремих видів витрат та їхнє співвідношення, кількість енергії, що акумулюється у речовині ґрунту, умови, які визначають різну величину сумарних витрат енергії, динаміка енергетики за сезонними фазами ґрунтотворення тощо. Відтак дослідження енергетики ґрунтотворення є надзвичайно актуальними, оскільки сприяють науково обґрунтованому вирішенню однієї з найважливіших проблем сучасного ґрунтознавства – оптимізації рівня управління безпекою ґрунтів і відтворення їхньої потенційної родючості.

Концептуальним підходом до дослідження енергетики педосфери є вивчення структури цієї системи як результату взаємодії в просторі й часі її частин і самої системи з довкіллям.

С. П. Позняк і Є. Н. Красєха запропонували комплексну модель взаємодії чинників і умов ґрунтотворення в межах земних оболонок, у якій педосфера розглядається як біоцентрична система [12]. Унаслідок взаємодії педосфери і

довкілля інтенсивність і структура потоків речовини й енергії визначається просторово-часовою організацією педосфери, що є результатом взаємодії усіх чинників-ґрунтоутворювачів і конкретних умов ґрунтотворення[12].

Водночас, оцінюючи значення географічних чинників в енергетиці ґрунтотворення, С. П. Позняк, Є. Н. Красєха та ін. відзначають домінантну роль кліматичного та біологічного чинників. Для всіх явищ ґрунтотворення енергетичним першоджерелом є сонячна радіація. Це зумовлено тим, що на інтенсивність ґрунтотворення переважний вплив має частина сонячної енергії, яка перетворюється в органічній речовині в енергію хімічних зв'язків, що формує внутрішні енергетичні запаси ґрунтів. Надходження енергії в ґрунт, пов'язане з геологічним чинником, дуже незначне. Геоморфологічний чинник здебільшого впливає на перерозподіл енергетичних ресурсів у межах екосистеми [12].

Незважаючи на те, що дослідженню процесів обміну речовиною й енергією у біосфері присвячено значну кількість наукових праць, необхідно відзначити недостатню кількість їх стосовно вивчення процесів обміну речовиною й енергією у ході ґрунтотворення.

Засадничі положення щодо енергетичного тлумачення процесів у педосфер і висвітлено в наукових працях В. І. Вернадського, А. Є. Ферсмана, В. Р. Волобуєва, В. А. Ковди, Ф. Дюшофурата ін. Зокрема, важливість досліджень природних процесів на енергетичній основі добре виражена у словах А. Є. Ферсмана: «…енергетичний підхід до аналізу динамічних процесів природи є кінцевою метою наших пошукувань. Ми повинні перейти до єдиної міри визначення протікання процесу і нею може бути калорія чи кіловат» [3; 4; 9; 12; 15].

Особливої уваги з погляду нових підходів до вирішення проблеми оцінки потенціалу ґрунтотворення заслуговують праці В. Р. Волобуєва, Д. Г. Тихоненка, С. П. Позняка, Є. Н. Красєхи,

О. І. Єргіної, В. О. Забалуєва, А. А. Кирильчука, О. Л. Орлова, Р. Б. Семащука, В. В. Гарбара, А. В. Баранника та ін. [1-11; 13;14].

Ґрунт як самостійне природне тіло є визначеною термодинамічною системою. Головною властивістю ґрунтової системи є її здатність пропускати через себе в обох напрямках потоки речовини та енергії, не акумулюючи їх у своїх межах.

Максимальний внесок в енергетику ґрунтотворення здійснює пряма сонячна радіація. Кількість сонячної радіації змінюється за географічними поясами Землі, а кількісним вираженням цього є радіаційний баланс (табл. 1).

Таблиця 1

Кількість сонячної енергії, яка бере участь у ґрунтотворенні [8]

Географічні пояси	Радіаційний баланс, кДж/см^2·рік
Полярний	0 – 42
Субполярний	42 – 84
Помірний	84 – 210
Субтропічний	210 – 251
Тропічний	251 – 293
Субекваторіальний	293 – 335
Екваторіальний	335 – 419

Енергетика ґрунтотворення пов’язана з акумуляцією в ґрунті водночас з біофільними елементами біоенергетичного матеріалу, передусім його головного носія – гумусу (табл. 2). Унаслідок засвоєння під час фотосинтезу 1 г-моль CO_2, рослина зв’язує 459 кДж космічної енергії сонячних фотонів. На зв’язування 1 г Карбону (С) витрачається від 1 до 25 т Карбону, зв’язаного з органічними речовинами, то у ньому акумулюється при цьому 19×106–40×107 кДж сонячної енергії. Ґрунти є акумулятором цієї біоенергії, яка фіксується живою речовиною та гумусом, утвореним за її участі та закріпленим в органо-мінеральних комплексах.

Таблиця 2

Запаси біоенергії у гумусі та фіторечовині різних ґрунтів [8]

Ґрунт (призма S = = 1 см^2)	Запаси біоенергії в гумусі, кДж/см^2		Запаси біоенергії у фіторечовині, кДж/см^2
	шар ґрунту 0–10 см	шар ґрунту 0–100 см	
Сірозем	4 920	13 940	2 870
Каштановий	11 890	35 260	6 150
Чорнозем	29 520	94 300	10 250
Дерново-підзолистий	15 990	22 140	58 425
Бурий лісовий	22 140	48 380	–

Для розуміння енергетики ґрунтотворення необхідно визначити кількість енергії, яка витрачається на різні ґрунтові процеси. Оскільки ґрунтові процеси тісно пов'язані між собою, то важко диференціювати їх щодо енергетики. Найшвидше у ґрунтах протікають процеси випаровування і транспірації, тривалість яких декілька годин або діб. Значно повільніше відбуваються процеси гуміфікації та мінералізації органічних решток – упродовж десятків і сотень років. І найповільніше – процеси фізичного та хімічного вивітрювання, на які витрачається лише незначна частина загальної енергії ґрунтотворення. Ці процеси проявляються лише у багатовіковому масштабі часу.

І. В. Тюрін, очевидно, першим вказав на доцільність використання енергетичних критеріїв для характеристики гумусу. Авторська формула для визначення запасів енергії в гумусі має такий вигляд:

$$\boldsymbol{Q} = \frac{(\boldsymbol{a} - \boldsymbol{b}) \cdot \mathbf{2,675} \cdot \boldsymbol{K} \cdot \mathbf{10}}{\boldsymbol{n}},$$

де $\boldsymbol{Q}$ – запаси енергії в гумусі, 106 ккал/га; ($\boldsymbol{a}$–$\boldsymbol{b}$) – кількість розчину K_2CrO_3 у H_2SO_4, витраченого на окислення гумусу, мг;

2,675 – кількість кал/г, що відповідає 1см^3 0,1н розчину K_2CrO_3 у H_2SO_4; 10 – коефіцієнт переводу в 106 ккал/га; ***K*** – шар ґрунту, м; ***n***– наважка ґрунту, г [11].

Д. С. Орлов та ін., провівши ряд операцій і підстановок у попереднє рівняння, значно спростили і розширили можливості його використання. У кінцевому підсумку формула розрахунку запасів енергії виглядає так:

$$\mathbf{Q} = \mathbf{517,2} \cdot \Gamma \cdot \mathrm{H} \cdot \mathbf{d}\,,$$

де **Q** – запаси енергії, акумульовані гумусом ґрунту; 517,2 – коефіцієнт переводу в млн ккал/га; **Г** – вміст гумусу, %; **Н** – шар ґрунту, м; **d** – щільність будови ґрунту, г/см^2 [3; 11].

Оскільки органічна речовина у різних ґрунтах характеризується різним фракційно-груповим складом, а гумусові речовини ґрунту – доволі різною теплотворною здатністю, то, за пропозицією О. Л. Орлова, розрахунок енергетичного потенціалу гумусу потрібно проводити з врахуванням вмісту та теплоємності всіх його компонентів за такою формулою:

$$\boldsymbol{Q} = \frac{\mathbf{20} \cdot \text{Ггк} + \mathbf{10} \cdot \text{Гфк} + \mathbf{17} \cdot \text{Ггм}}{\mathbf{100}}\,,$$

де Q– теплотворна здатність гумусу, кДж/г гумусу; 20 – теплота згорання гумінових кислот, кДж/г; 10 – теплота згорання фульвокислот, кДж/г; 17 – теплота згорання гуміну, кДж/г; Ггк – вміст гумінових кислот, %; Гфк – вміст фульвокислот, %; Ггм – вміст гуміну, % [11].

Зазначений підхід дає змогу з достатньою точністю розрахувати енергетичні параметри ґрунтового гумусу на основі фракційно-групового аналізу органічної речовини. Він не потребує використання додаткових приладів чи матеріалів і є доволі простим та зручним у розрахунках. Він також дає змогу досить точно й оперативно розрахувати не лише запаси енергії

в гумусі, а й інші енергетичні параметри органічної речовини ґрунтів,і характеризувати енергетичну диференціацію ґрунтів, зумовлену зміною не тільки кількісних, а й якісних параметрів органічної речовини ґрунту.

Проте на сьогодні не існує єдиного методологічного підходу та водночас відносно точного методу визначення енергетичних параметрів органічної речовини ґрунту, що перешкоджає розвитку досліджень у цій галузі.

Наприкінці 50-х років минулого століття В. Р. Волобуєв для оцінки енергетики ґрунтотворення уперше запропонував біоенергетичний підхід. Згодом автор модифікував один з коефіцієнтів своєї формули, інтерпретуючи його як біологічну складову енергетики ґрунтотворення. Для розрахунків енергетичного балансу ґрунтотворення в різних гідротермічних умовах автор використав значення радіаційного балансу, сумарного випаровування і транспірації, щорічного приросту й опаду органічної маси та кількість енергії, яка витрачається на руйнування кристалічної ґратки найпоширеніших мінералів.

$$\boldsymbol{Q} = \boldsymbol{W_1} + \boldsymbol{W_2} + \boldsymbol{b_1} + \boldsymbol{b_2} + \boldsymbol{i_1} + \boldsymbol{i_2} + \boldsymbol{g} + \boldsymbol{c_1}, \qquad (1)$$

де $\boldsymbol{Q}$ – кількість енергії, яка надходить у ґрунт за рік; $\boldsymbol{W_1}$ і $\boldsymbol{W_2}$ – витрати енергії на фізичне і хімічне вивітрювання, відповідно; $\boldsymbol{b_1}$ і $\boldsymbol{b_2}$ – енергія, яка витрачається на внутріґрунтові біохімічні реакції й акумулюється в органічній речовині ґрунту; $\boldsymbol{i_1}$ і $\boldsymbol{i_2}$ – енергія, що витрачається на випаровування і транспірацію; **g** – втрати енергії в процесах механічної міграції солей і суспензій у ґрунтовій товщі; $\boldsymbol{c_1}$ – енергія, яка витрачається в процесах теплообміну в системі ґрунт-атмосфера [7–9].

В. А. Ковда та ін. відзначають, що термодинаміка ґрунтогенезу істотно відрізняється від класичної термодинаміки закритих систем власне через відкритість ґрунту, який безперервно

обмінюється речовинами і енергією з іншими екосистемами та компонентами біосфери [9].

Енергетичний баланс ґрунтотворення у загальному вигляді можна відобразити винятково з термодинамічних уявлень, якщо ввести до лівої частини рівняння статті надходження енергії, а до правої – зміни внутрішньої енергії системи і здійснену нею роботу. З огляду на це, до ґрунту необхідно застосовувати таке термодинамічне рівняння:

$$\boldsymbol{dQ} + \sum_1^i \boldsymbol{\mu_1 M_i} = \boldsymbol{dU} + \boldsymbol{dA}\,, \qquad (2)$$

де $\boldsymbol{dQ}$ – надходження енергії у систему у вигляді тепла (точніше, променевої енергії); $\sum_1^i \mu_1 M_i$ – надходження енергії в систему у процесі масообміну; $\boldsymbol{dU}$ – зміни внутрішньої енергії системи; $\boldsymbol{dA}$ – робота, яка здійснюється системою [9].

Відтак, однією з проблем в галузі енергетики ґрунтотворення є з'ясування відносної ролі теплового і масообмінного параметрів у загальному балансі енергії. Витрати теплової енергії на ґрунтотворення в природних ландшафтах розподіляються у такій пропорції: *сумарне випаровування : циклічні біопроцеси : незворотні реакції розпаду мінералів*, відповідно, 100 : 1 : 0,1. В агроекосистемах це співвідношення модифікується залежно від кількості продукованої в агросфері біомаси та випаровування води [3].

В. Р. Волобуєв зазначав, що з погляду термодинаміки *енергія кристалічної ґратки* – це енергія, яку потрібно затратити для руйнування однієї грам-молекули кристалічної речовини до стану газоподібних одноатомних іонів, нескінченно віддалених один від одного.

Ентропія у перекладі з грецького означає зміни, перетворення тощо. У термодинаміці це поняття вперше було введено 1865 року Р. Клаузиусом для визначення міри незворотного розсіювання енергії.

Важливою термодинамічною функцією у мінералогії є *вільна енергія Гіббса*. Вона характеризує ту частину енергії, за рахунок якої за відповідних умов може здійснюватися корисна робота [4; 9].

А. Є. Ферсман проводив визначення енергії кристалічних ґраток шляхом додавання енергетичних коефіцієнтів (Екр) іонів, що входять до складу кристалу:

$$\textbf{Екр (ккал/моль)} = 256{,}1\ (\textbf{Екр}_1 + \textbf{Екр}_2 + \ldots\ \textbf{Екр}_n) \quad (3)$$

Дослідник зазначає, що формулу (3) для оцінки сумарного значення термодинамічних характеристик ґрунтових об'єктів використовувати не можна, оскільки елементи, що входять до їх складу, мають різні форми взаємозв'язків, переважно ковалентний, іонний та невалентні взаємодії. Водночас формула не враховує дисперсність мінералів, а від неї залежать енергія і розчинність. Цю формулу можна використовувати тільки для обчислення енергії кристалічних ґраток окремих сполук [4; 7; 8].

Враховуючи складність точного визначення мінерального складу ґрунтів, В. Р. Волобуєв запропонував вважати мінеральну частину ґрунту сумою оксидів, а для обчислення енергії кристалічної ґратки і вільної енергії Гіббса використовувати дані валового хімічного аналізу мінеральної частини ґрунту. Термодинамічні властивості ґрунтотворної породи також доцільно визначати зазначеним вище методом. Кількість енергії кристалічних ґраток окремих оксидів подано в таблицях, опублікованих А. Є. Ферсманом. У разі відсутності даних у таблиці для окремих оксидів енергію кристалічних ґраток обчислювали за формулою (3), після її адаптації до міжнародної системи одиниць SI (*The International System of Units*). Значення констант вільної енергії подано у термодинамічних довідниках. Якщо перемножити середній вміст оксидів у ґрунті та ґрунтотворній породі на відповідну константу і перевести значення у систему

SI, то одержимо термодинамічні характеристики цього ґрунту і ґрунтотворної породи.

Термодинамічні характеристики – це відношення одиниці кількості речовини (моль) до величини енергії, яке виражають у ккал/моль або кДж/моль. Для коректного порівняння величин і використання в обчисленнях даних валового хімічного аналізу розрахунки проводять у кДж/г за формулами:

$$Um = \frac{U}{M} \tag{4}$$

$$Gm = \frac{G}{M} \tag{5}$$

$$Sm = \frac{S}{M} \tag{6}$$

де *Um* – енергія кристалічної ґратки у кДж/г; *U* – енергія кристалічної ґратки у кДж/моль; *M* – мольна маса сполуки, г/моль; *Gm* – енергія Гіббса у кДж/г; *G* – енергія Гіббса у кДж/моль; *Sm* – ентропія у кДж/г; *S* – ентропія у кДж/моль [4; 7–9].

Енергетичний і термодинамічний підхід у вивченні природних процесів, зокрема ґрунтотворення, набуває останнім часом все більшого поширення. Зокрема Д. Г. Тихоненко відзначає: «Ґрунтогенез є складним антиентропійним біо-геофізико-хімічним процесом екзогенного перетворення на поверхні Землі речовин та енергії, причетним до формування з неродючої породи якісно нового, наділеного родючістю природного тіла – ґрунту». Розвиток цього напряму досліджень створює певні можливості використання термодинамічних показників ґрунтів і ґрунтотворних порід, зокрема енергії кристалічної ґратки, вільної енергії Гіббса та ентропії мінеральної частини для оцінки здатності гірських порід до ґрунтотворення [3].

Зауважимо, що з цієї проблематики опубліковано порівняно небагато наукових праць, проте їхня кількість за останні 20 років помітно збільшилася [1; 2; 4–9; 14].

В. О. Забалуєв подає результати термодинамічних показників мінеральної частини різноманітних ґрунтотворних порід і відзначає, що енергія кристалічної ґратки змінюється від 9719 до 20503 кДж/100 г, а вільна енергія Гіббса – від 861 до 1367 кДж/100 г. Науковець пропонує використовувати кількісні показники запасів внутрішньої енергії (енергія кристалічної ґратки, вільна енергія Гіббса та ентропія мінеральної частини) гірських порід для оцінки їхньої здатності до ґрунтотворення. Він зазначає, що гірські породи, які характеризуються меншими показниками запасів внутрішньої енергії, мають більшу реакційну спроможність і доволі сприятливі умови для біологічного освоєння, а це є передумовою інтенсивного ґрунтотворного процесу [6].

О. І. Єргіна, характеризуючи термодинамічні показники ґрунтотворних порід і субстратів Кримського півострова, відзначає, що енергія кристалічної ґратки змінюється від 454 до 20365,88 кДж/г, а вільна енергія Гіббса – від 49,26 до 1371 кДж/г. Подані автором дані характеризують як карбонатні, так і безкарбонатні ґрунтотворні породи, причому абсолютні значення величин енергії кристалічної ґратки та вільної енергії Гіббса розташовуються за принципом: молодшим за віком породам і субстратам відповідають вищі показники вказаних величин [4; 5].

Для вивчення енергетичних і термодинамічних характеристик педобіолітокомбінацій рендзин ми заклали 11 модальних ділянок (далі – МД), розташованих у різних природних районах Західного регіону України. Карта-схема розташування модальних ділянок (МД) подана на рис. 1.

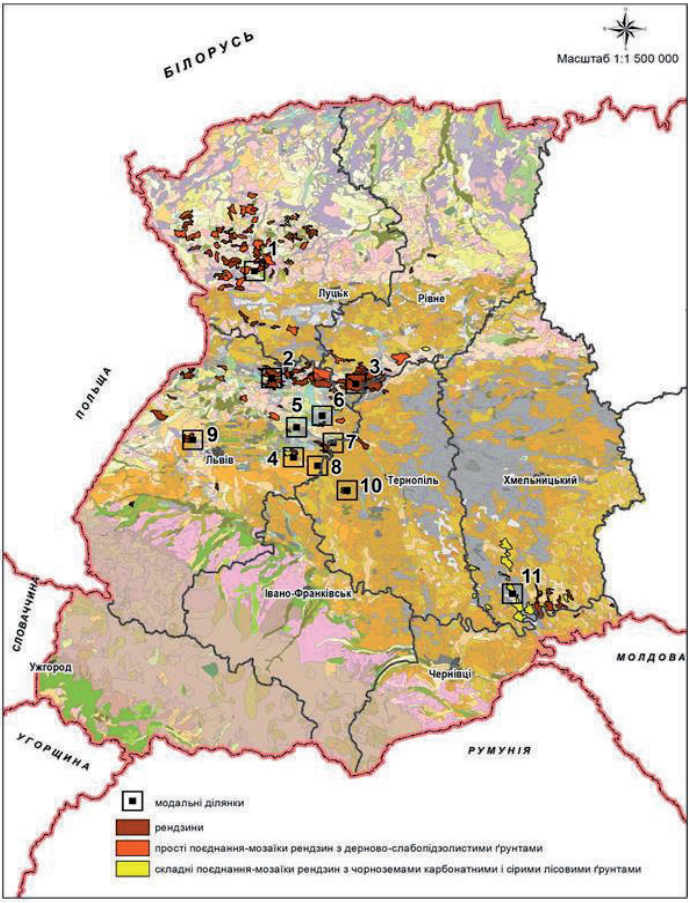

Рис. 1. Карта-схема розташування модальних ділянок у Західному регіоні України [9].

Енергетичні та термодинамічні характеристики щільних карбонатних ґрунтотворних порід модальних ділянок обчислювали за даними валових аналізів хронорядів рендзин, які ототожнюються з послідовними стадіями їхнього розвитку в часі та які розташовані у різних природних районах Західного регіону України [9].

Аналіз даних енергетичних і термодинамічних показників літологічно відмінних ґрунтотворних порід засвідчує, що їхньою характерною особливістю є доволі високі запаси енергії кристалічної ґратки (Um = 6 923,12–17 259,07 кДж/г) та вільної енергії Гіббса ($Gm_{298,15}$ = 1 091,28–1 336,89 кДж/г). Водночас спостерігаємо доволі значний діапазон відхилень крайніх значень енергії кристалічної ґратки (10 335,95 кДж/г) і, менше, вільної енергії Гіббса (245,63 кДж/г), що вказує на неоднакову здатність цих порід до ґрунтотворення, а відтак і на різну потенційну родючість рендзин, які на них сформувалися. Наочно це представлено на рис. 2, 3 і 4.

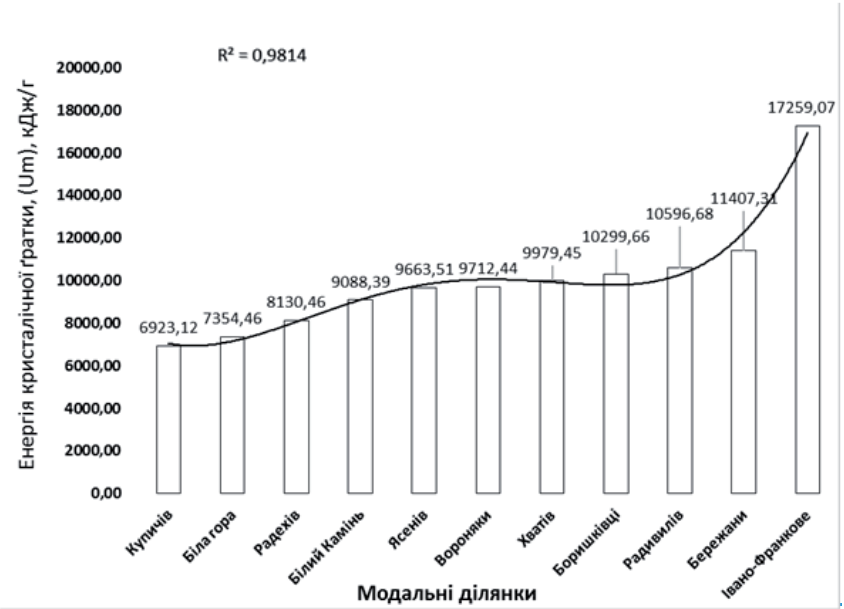

Рис. 2. Енергія кристалічної ґратки ґрунтотворних порід [9].

Значення ентропії цих ґрунтотворних порід змінюються у вузьких межах: від 65,26 кДж/г·град (МД № 6 «Ясенів») до 68,69 кДж/г град (МД № 9 «Івано-Франкове») з діапазоном коливань близько 3,43 кДж/г град.

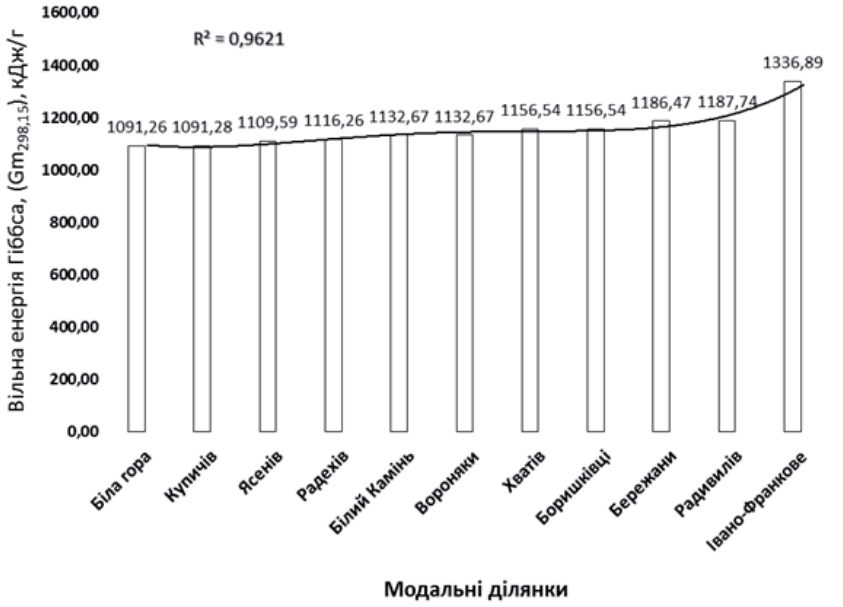

Рис. 3. Енергія Гіббса ґрунтотворних порід [9].

Тренд розподілу показників ентропії не завжди корелює з розподілом величин енергії кристалічної ґратки і особливо з показниками енергії Гіббса. А. Є. Ферсман, описуючи процес утворення кристалічної ґратки, зазначає, що «… утворення кристалічної ґратки з вільних іонів є процесом зменшення вільної енергії системи, що веде до збільшення її ентропії». Водночас автор акцентує увагу на тому, що це твердження є правильним, якщо брати до уваги систему загалом, тобто суму

іонів, які складаються у ґратки і матеріальне середовище, в якому вивільнена енергія розсіюється. Якщо ж систему розуміти винятково як суму іонів, то в разі переходу з іонного газу в кристалічний стан їхня ентропія (кількість розсіяної енергії) не зростає, а зменшується [9].

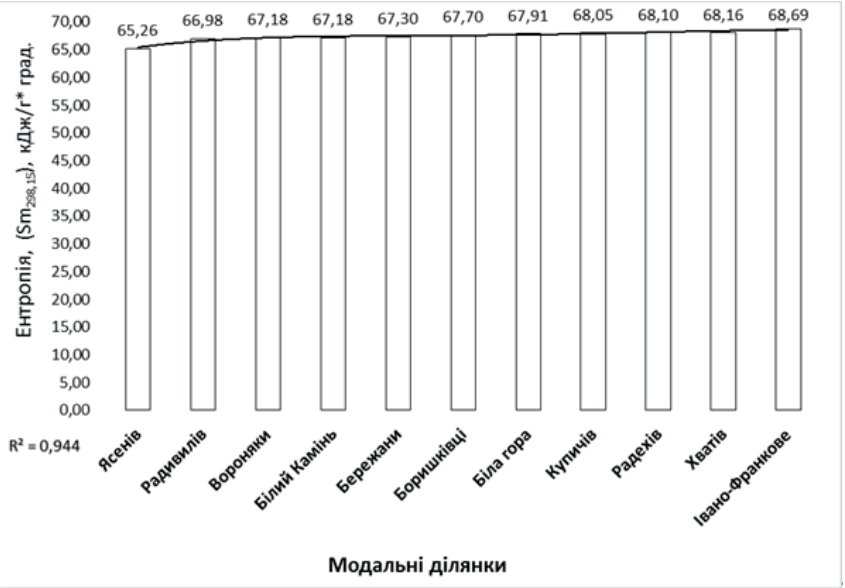

Рис. 4. Значення ентропії ґрунтотворних порід [9].

Ми виявили залежність величин термодинамічних показників від віку порід. Вищими абсолютними значеннями енергії кристалічної ґратки і вільної енергії Гіббса загалом володіють ґрунтотворні породи, представлені елювієм неогенових вапняків верхнього баденію у такому порядку: згусткові > хемогенні > літотамнієві, що передусім зумовлено різним вмістом у них $CaCO_3$ і теригенного матеріалу.

Порівняльний аналіз показників енергії кристалічної ґратки (Um) з відсотковою часткою вільної енергії Гіббса ($Gm_{298,15}/Um$) у ґрунтотворних породах модальних ділянок засвідчив, що водночас зі зростанням енергії кристалічної ґратки у досліджуваних ґрунтотворних породах частка вільної енергії, яка може перетворюватися у роботу, знижується з 15,76 % до 7,75 %. Виявлену залежність підтверджує поліном четвертого ступеня з величиною достовірності апроксимації R^2 = 0,999 (рис. 5).

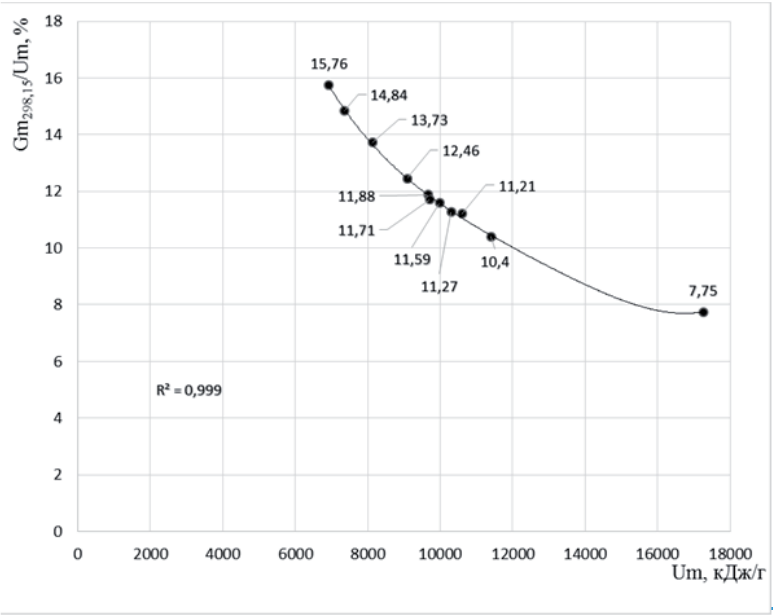

Рис. 5. Енергія кристалічної ґратки і відношення енергії Гіббса до енергії кристалічної ґратки [9].

Водночас, якщо розмістити модальні ділянки у порядку зростання частки вільної енергії у ґрунтотворних породах, то найменша частка простежується на МД № 9 «Івано-Франкове» (7,75 %), а найбільша на МД № 1 «Купичів» (15,76 %). Отож ґрунтотворні породи, представлені елювієм турон-сенонських відкладів писальної крейди, володіють найбільшою часткою вільної енергії, яка може перетворюватися в роботу. Це підтверджується поліномом четвертого ступеня з величиною достовірності апроксимації R^2 = 0,997.

Встановлено, що досліджувані ґрунтотворні породи характеризуються значною часткою безкремнеземної енергії, оскільки збагачені переважно карбонатами кальцію, на відміну від порід, які мають високу енергію ґратки за рахунок високого вмісту мінералів силіцію. Відомо, що їхня ґратка є достатньо міцною, важче руйнується, відтак у ґрунті мають можливість накопичуватися залишкові мінерали, що опосередковано може бути свідченням залишкового оглинювання профілю ґрунту.

Найбільшим відсотком (88,98 %) безкремнеземної енергії (6160,04 кДж/г) характеризуються ґрунтотворні породи МД № 1 «Купичів», представлені елювієм турон-сенонських відкладів писальної крейди. Найменшим відсотком (9,94 %) безкремнеземної енергії (1 715,40 кДж/г) характеризуються ґрунтотворні породи МД № 9 «Івано-Франкове», представлені елювієм вапняків згусткових верхнього баденію (рис. 6).

Комплексна оцінка термодинамічних і енергетичних характеристик запасів внутрішньої енергії досліджуваних ґрунтотворних порід дає змогу зробити висновок, що найнижчими запасами енергії кристалічної ґратки, проте високою часткою вільної енергії Гіббса, яка може перетворюватися у роботу, та найбільшою часткою безкремнеземної енергії характеризуються ґрунтотворні породи, представлені елювієм турон-сенонських відкладів писальної крейди. Такі показники зумовлюють більшу

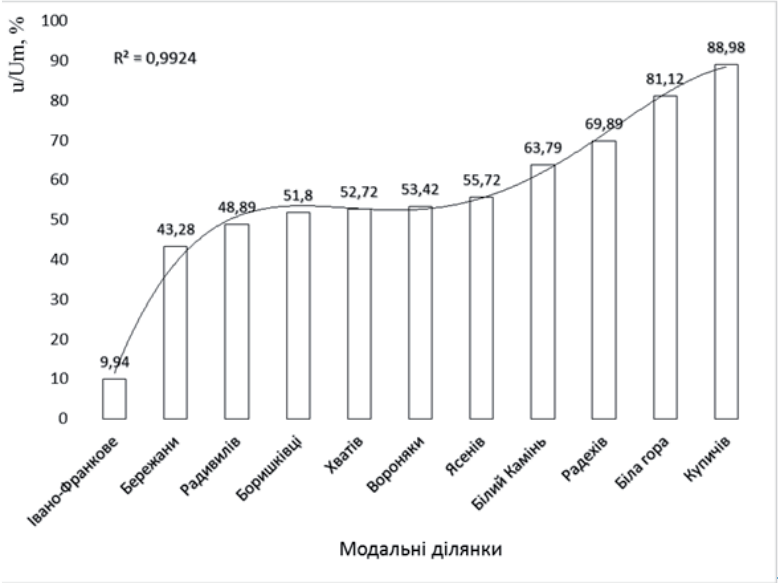

Рис. 6. Зміни відсотка енергії безкремнеземної частини ґрунтотворних порід модальних ділянок [9].

реакційну спроможність цих ґрунтотворних порід порівняно з іншими породами.

На підставі термодинамічних показників здатність до інтенсивного ґрунтотворення та сприятливість до біологічного освоєння визначається таким рядом досліджуваних порід: елювій турон-сенонських відкладів писальної крейди ($К_2$) > елювій турон-сенонських відкладів крейдяних мергелів (SO_2) > елювій вапняків літотамнієвих (N_1) верхнього баденію (SO_1) > елювій вапняків хемогенних (N_1) верхнього баденію (SO_1) > елювій вапняків згусткових (N_1) верхнього баденію (SO_1) [9].

Термодинамічні та енергетичні характеристики щільних карбонатних ґрунтотворних порід є визначальними у формуванні

багатьох онтогенетичних особливостей рендзин і передусім їхньої потенційної родючості. Відтак надзвичайно цікавим є вивчення потенціалу ґрунтотворення з енергетичного погляду і, зокрема, запасів внутрішньої енергії хронорядів рендзин (слаборозвинутих, короткопрофільних і повнопрофільних), які сформувалися на щільних карбонатних породах з істотно відмінними енергетичними потенціалами. Результати обчислених термодинамічних характеристик досліджуваних рендзин подано на рис. 7 і рис. 8. Для зручності графічного відображення значення показників енергії кристалічної ґратки на окремих рисунках були перераховані з кДж/г у МДж/г.

Найвищими значеннями енергії кристалічної ґратки характеризуються короткопрофільні (19,73 МДж/г) і повнопрофільні (19,11 МДж/г) рендзини на елювії згусткових вапняків верхнього баденію, розміщених у межах модальної ділянки № 9 «Івано-Франкове» Немирівсько-Брюховицького природного району Розтоцько-Опільської горбогірної області (рис. 7). Значні запаси внутрішньої енергії у цих ґрунтах зумовлені насамперед найвищими величинами енергії кристалічної ґратки ґрунтотворних порід, на яких вони сформувалися (див. рис. 2). Дещо менші значення притаманні рендзинам Радехівсько-Бродівського природного району Малого Полісся, які змінюються від 16,09 до 18,4 МДж/г. Найменші значення термодинамічних характеристик ми зафіксували у слаборозвинутих (7,71 МДж/г) і короткопрофільних (7,34 МДж/г) рендзинах у межах модальної ділянки «Біла гора» Вороняцького природного району Західно-Подільської височинної області, сформованих на елювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю. Значення енергії кристалічної ґратки у досліджуваних ґрунтах змінюється від 7,34 до 19,73 МДж/г, вільної енергії Гіббса – від 1083,51 до 1390,14 кДж/г і ентропії – від 67,02 до 68,88 кДж/г град.

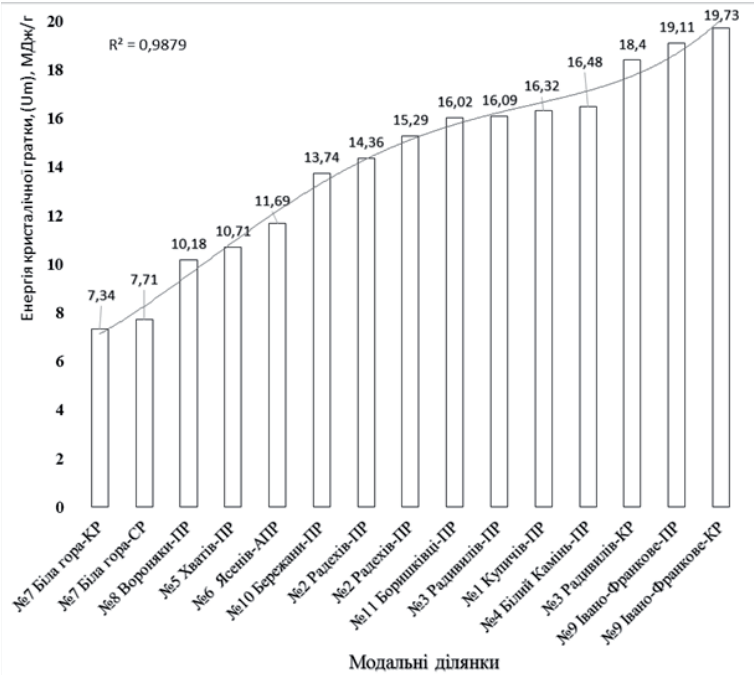

Рис. 7. Енергія кристалічної ґратки рендзин
(СР – слаборозвинуті; КР – короткопрофільні; ПР – повнопрофільні;
АПР – антропогенно-порушені рендзини)

У підсумку можемо стверджувати, що значна варіабельність запасів внутрішньої енергії зумовлена передусім різними енергетичними потенціалами ґрунтотворних порід, на яких сформувалися рендзини.

Порівняльний аналіз енергії кристалічної ґратки (Um, МДж/г) з величинами вільної енергії Гіббса ($Gm_{298,15}$, кДж/г) у досліджуваних ґрунтах дає можливість за вказаними параметрами поділити їх на три групи (рис. 8).

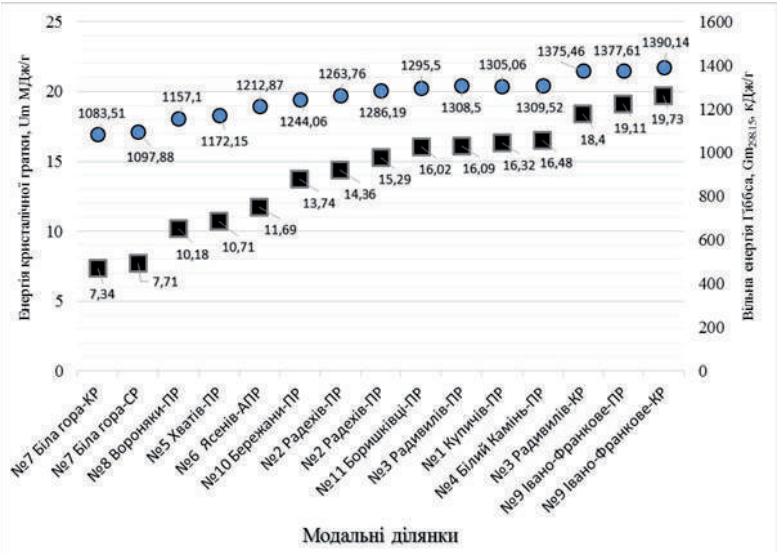

Рис. 8. Енергія кристалічної ґратки та вільної енергії Гіббса у рендзинах
(СР – слаборозвинуті; КР – короткопрофільні; ПР – повнопрофільні; АПР – антропогенно-порушені рендзини)

Першу групу складають рендзини, які займають лівий нижній сектор на рис. 8 і характеризуються найнижчими значеннями енергії кристалічної ґратки (7,34 – 7,71 МДж/г) та вільної енергії Гіббса (1083,51 – 1097,88 кДж/г). До них належать слаборозвинуті і короткопрофільні рендзини Вороняцького природного району Західно-Подільської височинної області, сформовані на елювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю з низьким вмістом SiO_2 і підвищеним вмістом CaO. У повнопрофільних і антропогенно-порушених рендзинах цього району (МД № 5, 6, 8) варіабельність значень енергії кристалічної ґратки (10,18–11,69 МДж/г) та вільної енергії Гіббса (1157,10–1 212,87 кДж/г) помітно більша.

Незважаючи на те, що літологічний склад верхньокрейдових відкладів достатньо стійкий і характерний для конкретного відділу системи на визначеній території, виявлені нами особливості зумовлені насамперед відмінностями валового хімічного складу ґрунтотворних порід, на яких рендзини сформувалися. Окрім цього, певний вплив упродовж ґрунтотворення здійснювався унаслідок неоднакової інтенсивності антропогенного навантаження.

До другої групи можемо зачислити частину досліджуваних ґрунтів, які розташовані у центральному секторі (див. рис. 8) та характеризуються середніми значеннями енергії кристалічної ґратки (13,74–16,02 МДж/г) та вільної енергії Гіббса (1 244,06–1295,50 кДж/г). Особливістю цієї групи є те, що до неї входять переважно повнопрофільні рендзини, сформовані на літологічно неоднорідних ґрунтотворних породах як турон-сенонських верхньокрейдових відкладів, так і неогенових відкладів верхнього баденію з середнім вмістом SiO_2 та CaO. Зазначені рендзини поширені у Радехівсько-Бродівському природному районі області Малого Полісся, Миколаївсько-Бережанському природному районі Розтоцько-Опільської горбогірної області та Вороняцькому і Збаразько-Смотрицькому природних районах Західно-Подільської височинної області.

Третя група розташована у правому верхньому секторі (див. рис. 8) і складається з короткопрофільних і повнопрофільних рендзин, які утворилися на елювії літотамнієвих вапняків верхнього баденію, а також на елювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю з високим вмістом SiO_2 і низьким – CaO. Рендзини групи характеризуються найвищими значеннями енергії кристалічної ґратки (16,09–19,73 МДж/г), а також вільної енергії Гіббса (1 308,50–1 390,14 кДж/г). Географія рендзин цієї групи охоплює Турійсько-Рожищенський природний

район області Волинського Полісся, Радехівсько-Бродівський і Куликівсько-Бузький природні райони області Малого Полісся та Немирівсько-Брюховицький природний район Розтоцько-Опільської горбогірної області.

Необхідно зазначити, що аналіз за групами засвідчив відсутність істотної залежності величин запасів внутрішньої енергії (енергії кристалічної ґратки і вільної енергії Гіббса) досліджуваних рендзин від типу щільних карбонатних ґрунтотворних порід та їхнього географічного розташування; водночас важливими чинниками є вміст і кількісне співвідношення у валовому хімічному складі ґрунтотворних порід SiO_2 і CaO.

Відомо, що термодинамічні характеристики ґрунтів з часом закономірно змінюються. Як зазначає О. І. Єргіна, з часом енергія кристалічної ґратки збільшується, тобто з часом у ґрунтах збільшується кількість вторинних мінералів, що мають міцнішу кристалічну ґратку. У молодих ґрунтах енергія ґратки не така велика, що дає можливість частину зовнішньої енергії у ґрунтовій системі використовувати на процеси, що забезпечують формування гумусу, ґрунтового профілю тощо [4; 5].

Згідно з поданими вище даними, досліджувані рендзини вирізняються вищими значеннями енергії кристалічної ґратки мінеральної частини, ніж ґрунтотворні породи, на яких вони утворилися. Водночас спостерігається зростання значень вільної енергії Гіббса, що вказує на збільшення частки вивільненої енергії, яка використовується для протікання процесів ґрунтотворення. Вивільнена енергія може витрачатися зокрема на ускладнення системи, що засвідчують підвищені значення ентропії у більшості досліджуваних рендзин по-рівняно з ґрунтотворними породами. Загалом з погляду термодинамічних позицій ґрунтотворення, а відтак розвитку ґрунтів у певній онтогенетичній стадії,

це процес закономірного збільшення термодинамічних і енергетичних характеристик ґрунтотворних порід, на яких вони сформувалися.

Для порівняння параметрів термодинамічних та енергетичних характеристик ґрунтотворних порід і ґрунтів, зокрема рендзин різного ступеня розвиненості, пропонуємо застосовувати такі коефіцієнти (перевищення у рази): зростання енергії кристалічної ґратки ($К_{екг}$), зростання вільної енергії Гіббса ($К_{вег}$) та зростання ентропії ($К_{е}$), які обчислюються як відношення значень у ґрунті до відповідних значень у незміненій ґрунтотворній породі.

Значення коефіцієнтів для рендзин перманентної стадії онтогенезу (МД № 1-4 і № 9-11) становлять: $К_{екг}$ – 1,11–2,36, $К_{вег}$ – 1,03–1,20 та $К_{е}$ – 0,99–1,01 разів. Водночас значення коефіцієнтів для рендзин перфектної стадії онтогенезу становлять: $К_{екг}$ – 1,00–1,21, $К_{вег}$ – 1,00–1,09 і $К_{е}$ – 0,99–1,05 разів (МД № 5–8). Порівняльний аналіз величин зазначених коефіцієнтів засвідчив, що для рендзини у перманентній стадії онтогенезу характерними є вищі абсолютні величини коефіцієнтів і значно ширший їх діапазон. Отож у перспективі термодинамічні й енергетичні показники доцільно застосовувати для діагностики онтогенетичних особливостей ґрунтотворного процесу та визначення їхньої належності до певної онтогенетичної стадії.

Надзвичайно цікавим і перспективним є вивчення профільного розподілу термодинамічних і енергетичних характеристик рендзин на різних онтогенетичних стадіях їхнього розвитку. Так, виявлено, що у профілі рендзин актуальний стан яких відповідає перманентній стадії онтогенезу (МД № 1–4 і № 9–11), значення показників термодинамічних і енергетичних показників від верхнього генетичного горизонту до ґрунтотворної породи здебільшого зменшуються. Подібний тренд простежується і для рендзин, актуальний стан яких

відповідає перфектній стадії онтогенезу. Дещо інший розподіл виявлено у профілі слаборозвинутих рендзин.

Важливим завданням на майбутнє є проведення досліджень стосовно визначення змін у процесі ґрунтотворення вільної енергії і енергії ентропії органо-мінеральної системи ґрунту. Власне у ній реалізуються реальні наслідки багатьох часткових видів роботи енергії в ґрунті. Тільки шляхом розкриття напряму змін вільної енергії і енергії ентропії ґрунтової маси ми отримаємо об'єктивні факти стосовно характеру еволюції ґрунтів.

Отож розв'язання проблеми оцінки потенціалу ґрунтотворення має важливе значення для інтерпретації фундаментальних питань ґрунтознавчої науки – генезису (онтогенезу), географії і екології ґрунтів, раціонального використання, відтворення й охорони ґрунтів, очевидно тому їхня подальша методична і практична спрямованість буде тісно пов'язана з новими теоретичними узагальненнями саме у цій царині.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баранник А. В., Позняк С. П. Гірсько-лучно-буроземні ґрунти Свидовецького і Чорногірського масиву Українських Карпат: Монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. 198 с.

2. Гарбар В. В., Позняк С. П. Рендзини Подільських Товтр: Монографія. Львів, 2017. 196 с.

3. Ґрунтознавство: підручник /за ред. Д. Г. Тихоненка. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.

4. Єргіна О. І. Енергетичні та термодинамічні характеристики ґрунтів та ґрунтоутворювальних субстратів Кримського півострова. *Вісник Львівського університету. Серія географічна.* 2013. Вип. 41. С. 132–139.

5. Єргіна О. І. Особливості процесу сучасного ґрунтоутворення на території Арабатської стрілки. *Регіональні проблеми України: географічний аналіз та пошук шляхів вирішення : зб. наук. праць*. Херсон, 2011. С. 110–113.

6. Забалуєв В. О. Енергетичні і термодинамічні характеристики гірських порід як показника їх здатності до ґрунтоутворення. *Екологія і природокористування*. 2003. Вип. 6. С. 92–95.

7. Кирильчук А. А. Аналіз поглядів оцінки потенціалу ґрунтотворення. *Геополітика і екогеодинаміка регіонів.* Сімферополь, 2014. Т. 10. Вип. 1. С. 148–151.

8. Кирильчук А. А. Енергетика ґрунтотворення: теоретико-методологічні проблеми. *Збірник наукових праць*. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2015. Вип. 5. С. 90– 97.

9. Кирильчук А. А. Онтогенез і географія рендзин Західного регіону України: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 476 с.

10. Кирильчук А. А., Позняк С. П. Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся: монографія. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 180 с.

11. Орлов О. Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2002. Вип. 31. С. 111–115.

12. Позняк С. П., Красєха Є. Н. Чинники ґрунтотворення: навч. посіб. Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 400 с.

13. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів: підручник. У двох частинах. Ч. 2. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 286 с.

14. Семащук Р. Б., Кирильчук А. А. Ініціальне ґрунтотворення та рендзинні ґрунти Західного Поділля: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 164 с.

15. Duchaufour Ph. Pedologie. Pedogenese et classification. Paris : Masson, 1983. 348 p.

ЕРОЗІЙНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Володимир Гаськевич, Надія Лемега, Ярослав Вітвіцький

Проблема ерозії ґрунту відома уже давно. Згадки про неї трапляються у письмових джерелах багатьох історичних культур, які займались землеробством. Однак упродовж XX ст. на фоні масштабного зниження природної родючості та екологічної стійкості ґрунтів ця проблема все частіше усвідомлювалась суспільством. Природно, ерозійна деградація наявна там, де експлуатація ґрунтів може бути визначена як нераціональна, екологічно необґрунтована і як така, що не відповідає природному біосферному потенціалу конкретної території [1; 9].

Однією з найголовніших сторін ерозійної деградації є механічне зменшення потужності ґрунтового профілю. Професор І. А. Крупеніков порівнює водну ерозію з гільйотиною, яка знищує верхню найродючішу частину ґрунту [7]. Вчений зазначав, що водна ерозія, якщо не впроваджувати протиерозійних заходів, призводить до геологізації території.

У системі вивчення деградаційних процесів ерозія ґрунтів посідає ключове місце. Не викликає сумнівів, що саме вона наносить велику шкоду сільськогосподарському виробництву, стану земельних ресурсів, довкіллю загалом, погіршує екологічну ситуацію в місцях свого поширення,

завдає моральних і матеріальних збитків сільському населенню, послаблює економічну незалежність нашої держави. Несприятливі фізичні та фізико-хімічні властивості еродованих ґрунтів призводять до зменшення їхньої бонітетної і вартісної оцінки [2]. Це свідчить про актуальність і необхідність проведення комплексної оцінки рівня ерозійної деградації ґрунтів на регіональному рівні, у нашому випадку це територія Західного регіону України.

До Західного регіону України в адміністративному плані належать Волинська, Рівненська, Львівська, Тернопільська, Хмельницька, Івано-Франківська, Чернівецька і Закарпатська області. Площа регіону становить 131 266 км^2, тобто 21,7 % від загальної площі України. За конфігурацією території регіон досить компактний, його протяжність з півночі на південь сягає 470 км, з заходу на схід – близько 400 км. Значні розміри та неоднорідність території формують певні відмінності в природних умовах і агроресурсному потенціалі регіону. В системі фізико-географічного районування більшість території розташована в межах Західно-Українського краю, дещо менша за площею південно-західна частина входить до складу гірського краю Українських Карпат а найменша північна – до Поліського краю. Різноманітність природних умов формує певну зональну диференціацію: зону мішаних та широколистяних лісів, лісостеп і гірську Карпатську провінції, які вирізняються особливостями ґрунтового покриву і можливостях їхнього господарського використання (рис. 1).

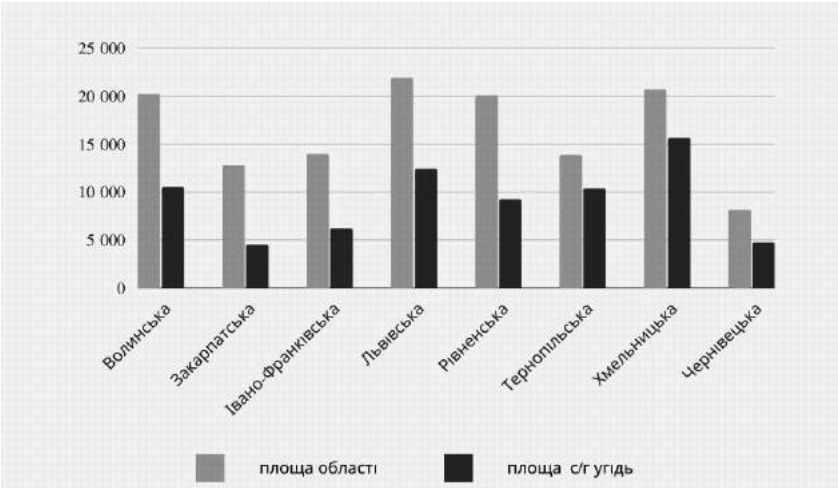

Рис. 1. Рівень сільськогосподарського освоєння в межах адміністративних областей [12–19]

За даними Держгеокадастру, сумарна площа сільськогосподарських угідь регіону станом на початок 2019 року становила 7 349 тис. га, з них близько 71 % – рілля, що вказує на високий ступінь сільськогосподарського освоєння (табл. 1). Характер розподілу сільськогосподарських угідь нерівномірний і визначається природними умовами і продуктивністю ґрунтів. Найбільші площі під ріллею є в Хмельницькій області, а відповідно найменші – у Закарпатській та Івано-Франківській областях.

Зважаючи на узагальнені статистичні дані, використання земельних ресурсів в окремих частинах регіону не відповідає вимогам ведення збалансованого сільського господарства. Значна розораність території негативно відображається на стійкості агроландшафтів, оскільки порушено допустиме

співвідношення площ природних кормових угідь і ріллі, що призвело до інтенсифікації деградації.

Таблиця 1

Розподіл сільськогосподарських угідь Західного регіону України [6]

Область	С/г угіддя, тис. га	Сільськогосподарські угіддя, тис. га				
		рілля	перелоги	сіножаті	пасо-вища	багаторічні насадження
Волинська	1 048	672	0	162	202	12
Закарпатська	451	200	0	94	129	27
Івано-Франківська	621	401	2	82	121	15
Львівська	1 240	771	0,2	195	251	23
Рівненська	922	658	3	126	124	11
Тернопільська	1 036	851	3	24	145	14
Хмельницька	1 561	1326	0,7	91	105	38
Чернівецька	470	331	0	41	68	30
Всього	**7 349**	**5 210**	**8,9**	**815**	**1145**	**170**

Серед спектру деградаційних процесів, ключову загрозу збереженню ґрунтових ресурсів регіону становить ерозійна деградація. Це є прямим відображенням того, що використання земель не в повній мірі відповідає вимогам раціонального ґрунтокористування та відображає споживацьке ставлення для отримання швидкого прибутку [20].

Аналіз регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища за період 2020–2021 років підтвердив те, що з кожним роком площа еродованих ґрунтів лише збільшується [12–19]. На жаль, ці дані є доволі узагальненими та лише частково відповідають дійсності. В окремих областях (Хмельницькій, Львівській, Тернопільській, Волинській) надмірне освоєння території призвело до активної деградації агроландшафтів.

Для об'єктивного висвітлення цієї проблеми ми провели низку досліджень з врахуванням особливостей ґрунтового покриву регіону. Вивчення ерозійної деградації ґрунтів Західного регіону України проводили на напівстаціонарних дослідних ділянках, закладених у межах різних фізико-географічних районів території дослідження: Сокальського пасма, Малого Полісся, Опілля, Розточчя, Придністерської та Сянсько-Дністерської височин, Надсянської низовини, Передкарпаття і Карпат. На дослідних ділянках закладали ґрунтові розрізи у вигляді катен – від плакору до підніжжя схилів, охоплюючи різні їхні частини з крутизною від 0° до 5–10° і різним ступенем еродованості ґрунтів. Для комплексного аналізу прояву ерозійних процесів використовували фондові матеріали кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ЛНУ імені Івана Франка та літературні джерела з відповідної тематики.

Ступінь еродованості ґрунтів регіону неоднорідний. Потужність змитої товщі залежить від генетичних і фізичних властивостей ґрунтів, геоморфологічних особливостей території і, особливо, від характеру господарського використання земель (інтенсивності, тривалості, агротехногенного навантаження тощо) [8; 20].

Ключовим діагностичним критерієм ерозійної деградації є втрати ґрунту (см або % від еталону), які спричиняють зменшення потужності ґрунтового профілю. Для проведення оцінки рівня ерозійної деградації ґрунтів досліджуваної території використано нормативні показники потужності змитої товщі, запропоновані В. Г. Гаськевичем відповідно до типології ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2

Оцінка рівнів ерозійної деградації ґрунтів [4]

Назва ґрунту	Потужність змитої товщі, см від еталону*				
	I	II	III	IV	V
Дерново-підзолисті	0–5	5–10	10–15	15–30	>30
Підзолисто-дернові	0–5	5–10	10–20	20–30	>30
Ясно-сірі лісові	0–5	5–10	10–20	20–30	>30
Сірі лісові	0–5	5–10	10–20	20–35	>35
Темно-сірі опідзолені	0–5	5–15	15–30	30–50	>50
Чорноземи опідзолені	0–5	5–15	15–30	30–50	>50
Чорноземи типові	0–5	5–20	20–35	35–55	>55
Дерново-карбонатні (рендзини)	0–5	5–10	10–20	20–30	>30
Буроземно-підзолисті	0–5	5–10	10–20	20–30	>30
Буроземи гірсько-лісові	0–5	5–10	10–20	20–30	>30

*Примітка: I – нормальний стан (деградація практично відсутня); II – задовільний стан (деградація слабка); III – передкризовий стан (деградація середня); IV – кризовий стан (деградація висока); V – катастрофічний стан (деградація надто висока).

Зважаючи на масштабне агрокультурне освоєння, пошук цілинних аналогів ускладнювався значною розораністю рівнинної частини території дослідження. В результаті цього за еталон ми приймали потужності гумусових горизонтів автоморфних ґрунтів, зайнятих під ріллею. На основі проведених польових замірів визначено еталонні показники потужності

генетичних горизонтів неродованих ґрунтових відмін у розрізі фізико-географічних районів. Отримані дані слугували основою для подальшого проведення оцінки ерозійної деградації ґрунтів шляхом порівняння потужності верхніх генетичних ґрунтових горизонтів в межах рівнинного і схилового рельєфу. Результати статистичної обробки даних потужності гумусових горизонтів автоморфних ґрунтів подані в таблиці 3.

Таблиця 3

Потужність гумусових горизонтів неродованих відмін ґрунтів Західного регіону України

Об'єкт	Назва ґрунту	Генетичний горизонт	Потужність, см
1	*2*	*3*	*4*
Сокальське пасмо	Дерново-слабопідзолисті	Не+Еh	31,8
	Сірі лісові	Не+Іh	51,0
	Темно-сірі опідзолені	Не+Ні	52,1
	Чорноземи опідзолені	Не+Нрі	56,4
	Чорноземи типові	Н+Нр	59,8
Мале Полісся	Дерново-слабопідзолисті	Не+Еh	34,8
	Дерново-середньопідзолисті	Не+Еh	49,5
	Ясно-сірі лісові	Не+Еh	42,4
	Сірі лісові	Не+Іh	50,7
	Темно-сірі опідзолені	Не+Ні	60,5
	Чорноземи опідзолені	Не+Нрі	68,5
	Чорноземи типові	Н+Нр	65,3
	Рендзини	Нк+Нрк	47,8

Закінчення табл. 3

1	*2*	*3*	*4*
Опілля і Розточчя	Дерново-підзолисті	He+Eh	65,0
	Ясно-сірі лісові	He+Eh	43,2
	Сірі лісові	He+Ih	51,4
	Темно-сірі опідзолені	He+Hi	54,8
	Чорноземи опідзолені	He+Hpi	59,7
Сянсько-Дністерська височина	Сірі лісові	He+Ih	48,0
	Темно-сірі опідзолені	He+Hi	59,3
	Чорноземи опідзолені	He+Hpi	58,7
Придністерська височина	Сірі лісові	He+Ih	55,2
	Темно-сірі опідзолені	He+Hi	61,4
	Чорноземи опідзолені	He+Hpi	70,1
	Чорноземи типові	H+Hp	67,8
Передкарпаття і Карпати	Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні	He+Eh	40,0
	Підзолисто-дернові поверхнево-оглеєні	He+Eh	50,1
	Буроземно-підзолисті поверхнево-оглеєні	He+Eh	41,0
Сколівські і Верхньо-дністерські Бескиди	Буроземи гірсько-лісові	H+Hp	45,2
Стрийсько-Сянська верховина	Буроземи гірсько-лісові	H+Hp	52,2

Застосування такого підходу є важливими для прийняття управлінських рішень щодо мінімізації прояву ерозійних процесів з максимальним урахуванням локальних і регіональних умов ґрунтогенези.

За результатами досліджень дерново-слабопідзолисті ґрунти в межах Надсянської рівнини, сформовані на моренних та водно-льодовикових відкладах, зазнали деградації слабкого, середнього, високого і надто високого (кризового) ступеня. Втрати потужності ґрунтового профілю слабозмитих відмін становлять 7,9–14,5 см, у середньозмитих – 15,0–22,6 см. Сильнозмиті ґрунти через ерозію втратили 27,8–37,2 см і перебувають на високому надто високому (кризовому) ступені деградації.

Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти в межах Передкарпаття зазнали деградації слабкого ступеня, зменшення потужності ґрунтового профілю становить у середньому 12,3 см. У слабозмитих відмінах підзолисто-дернових глеюватих ґрунтів Опілля втрати потужності гумусово-елювіального горизонту становлять 13,1–20,3 см. Середньозмиті ґрунти втратили 44,2 см профілю, стан їхньо деградації оцінено як надто високий (кризовий).

Ясно-сірі лісові ґрунти поширені в межах Пасмового Побужжя, Розточчя і Опілля, невеликі ареали трапляються на Сокальському пасмі, які використовуються під ріллею, вирізняються проявом слабкого, середнього та сильного ерозійного змиву [10; 11]. У слабозмитих відмінах ерозією знищено до половини гумусово-елювіального горизонту HE і в оранку залучається верхня частина елювіального слабогумусованого горизонту Eh, відповідно втрати потужностей ґрунтового профілю становлять від 5,2–8,2 до 10,4–16,3 см, ґрунти зазнали деградації слабкого та середнього ступеня. У середньозмитих відмін змито понад половину горизонту HE, в оранку інтенсивно залучається елювіальний горизонт і втрати ґрунту становлять 12,6–29,1 см, що свідчить про середній і високий рівень ерозійної деградації. Сильнозмиті ясно-сірі опідзолені ґрунти характеризуються майже повною втратою гумусово-елювіального горизонту HE, орний шар складається з перемішаних елювіального слабогумусованого

Eh та верхньої частини ілювіального горизонту Ie. Водною ерозією змито від 29,4 до 45,6–47,3 см ґрунтового профілю. Ґрунти зазнали переважно надто високого (кризового), менше – високого рівня деградації.

Обширні ареали сірих лісових ґрунтів є на Сокальському пасмі, Пасмовому Побужжі, Розточчі й Опіллі, Сянсько-Дністерській та Придністерській височинах. Ґрунти здавна використовують під ріллею, що в зумовило формування схилових ділянок з неоднорідним проявом еродованості. У слабозмитих відмін сірих лісових ґрунтів водною ерозією змито до половини гумусово-елювіального горизонту HE, в орний шар доорюється верхня частина ілювіального слабогумусованого горизонту Ih. Відповідно до нормативних параметрів, слабозмиті ґрунти зазнали деградації слабкого та середнього ступеня, у них змито від 5,3–9,2 до 10,4–19,6 см ґрунту. У середньозмитих відмінах зруйновано більше половини горизонту HE, до орного шару залучений гумусово-ілювіальний горизонт Ih. Втрати ґрунту становлять від 13,6–19,2 до 20,2–38,0 см. Для сильнозмитих відмін орна товща має характерну будову Ih+Ie, оскільки гумусово-елювіальний горизонт HE змитий повністю. Загалом втрати потужності ґрунту становлять від 28,9–34,5 до 35,2–60,0 см, тобто ґрунти зазнали ерозійної деградації переважно надто високого (кризового) ступеня, значно рідше високого ступеня.

Темно-сірі опідзолені ґрунти здавна й інтенсивно використовують у землеробстві, антропогенне навантаження на них дуже високе. Поширені в межах Сокальського пасма, Опілля, Пасмового Побужжя, Сянсько-Дністерської та Придністерської височин. Це типові ґрунти Лісостепу, приурочені як до плакорних ділянок, так і схилів різної крутизни, зазнали водної ерозії слабкого, середнього та сильного ступеня. Слабозмиті відміни втратили до половини гумусово-акумулятивного

слабоелювійованого горизонту Не. Гумусово-ілювіальний горизонт Ні в оранку не залучають. За результатами досліджень, втрати ґрунту від ерозії становлять від 5,2–13,6 до 15,5–21,6 см, ґрунти зазнали деградації слабкого та середнього ступеня. Середньозмиті темно-сірі опідзолені рунти втратили від 23,0–26,0 до 30,5–44,8 см ґрунтової товщі, їхній орний горизонт складається з перемішаних оранкою горизонтів Не+Ні. Ці ґрунти зазнали ерозійної деградації середнього та високого рівня. У сильнозмитих відмін водною ерозією змито весь гумусово-акумулятивний слабоелювійований та гумусово-ілювіальний горизонти, в оранку інтенсивно залучається верхня частина ілювіального горизонту Ieh. Потужність змитої товщі становить від 36,0–47,4 до 52,4–76,3 см, ґрунти зазнали ерозійної деградації високого та надто високого (кризового) рівня.

Чорноземи опідзолені та чорноземи типові поширені в межах Сокальського пасма, Пасмового Побужжя, Опілля, Сянсько-Дністерської та Придністерської височин [5]. Це високобонітетні ґрунти, які майже повністю використовуються під ріллею, а отже, зазнають дуже сильного антропогенного пресингу, що також сприяє активізації ерозійних процесів. Чорноземи характеризуються потужним гумусовим профілем, але це не завадить ерозії його частково чи повністю зруйнувати (рис. 2). У слабозмитих відмін чорноземів опідзолених і типових змито до половини гумусово-акумулятивного горизонту Не або Н, верхній гумусовий горизонт в оранку не залучають, однак потужність змитої товщі коливається від 6,2–12,3 до 15,6–28,4 см, ступінь ерозійної деградації оцінено як слабкий і середній. У середньозмитих ґрунтів гумусовий горизонт змитий більше ніж наполовину і орний шар утворюють перемішані горизонти Не+Нрі або Н+Нр. Потужність змитої товщі становить від 27,0–29,7 до 38,1–54,8 см, що свідчить про середній, високий і надто високий (кризовий) рівень ерозійної деградації. У сильнозмитих

ґрунтів гумусовий горизонт Н+Нр майже втрачений, орний шар складає нижній гумусовий перехідний горизонт Ph і P(h). Ґрунти зазнали ерозійної деградації винятково високого та надто високого (кризового) рівня, у них змито від 39,0–48,7 до 54,0–97,8 см. У межах масивів із сильноеродованими ґрунтами простежується геологізація території.

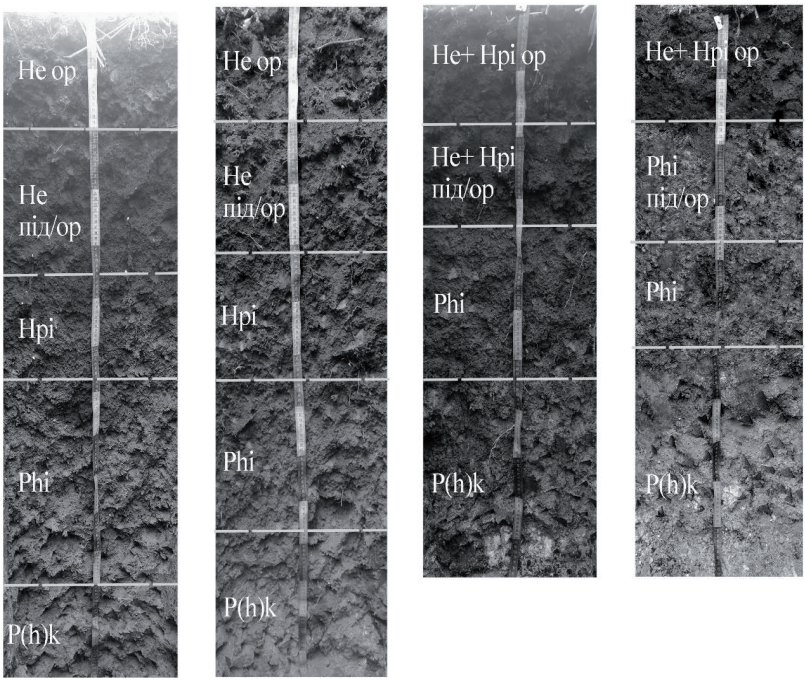

Рис. 2. Чорноземи опідзолені Придністерської височини з різним ступенем еродованості в межах рівнинного та схилового рельєфу.

Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини, громиші) трапляються масивами різної площі в межах Малого Полісся та частково на Розточчі. Приурочені як до плакорів, так і до схилів різної крутизни. Здавна використовуються під ріллею та іншими

сільськогосподарськими угіддями, зазнають ерозійних процесів різного ступеня інтенсивності. У слабоеродованих відмін змито до половини гумусового горизонту Н+Нрк, від 5,3 до 16,4 см, ґрунти зазнали ерозійної деградації слабкого і середнього ступеня. У середньозмитих ґрунтів знесено понад половину гумусового горизонту, часто в оранку залучеинй перехідний горизонт Phк. Потужність змитої товщі коливається у межах 19,6–22,6 см. У сильнозмитих ґрунтів гумусовий горизонт Н+Нрк змитий повністю, орний шар складається з перехідного слабогумусованого горизонту Р(h)к, сюди часто приорюють ґрунтотворну породу Рк, що спричиняє щебенюватість і кам'янистість рендзин.

Буроземно-підзолисті ґрунти трапляються в Передкарпатті, їхнє використання під ріллею в межах схилів спричинило розвиток площинного змиву слабкого та середнього ступеня. У слабозмитих відмін змито до половини гумусово-елювіального горизонту НЕ, проорюється верхня частина елювіального слабогумусованого горизонту Eh. Потужність змитої товщі становить у середньому 5,8–11,3 см, ґрунти зазнають деградації слабкого і середнього ступеня. В середньоеродованих ґрунтах орний шар складається з перемішаних оранкою горизонтів Не+Eh, у них змито понад 20 см ґрунтової товщі.

Буроземи гірсько-лісові є типовими ґрунтами Карпат, їхнє використання під ріллею обмежене геоморфологічними, літологічними та кліматичними умовами. Однак за часів панування адміністративно-тоталітарної системи буроземи використовували під ріллею, особливо на Сянсько-Стрийській Верховині, що викликало активізацію водно-ерозійних процесів. Ґрунти зазнали площинного змиву, а деколи і лінійного розмиву слабкого, середнього та сильного ступенів. За результатами досліджень, у слабозмитих відмін буроземів змито 6,2–18,0 см гумусово-акумулятивного горизонту Н, ґрунти зазнали слабкого

і середнього ступеня деградації. У середньозмитих відмін ґрунтовий профіль скоротився в середньому на 18,9–31,7 см, ґрунти зазнали ерозійної деградації середнього, високого і надто високого (кризового) рівня. У сильнозмитих відмін ґрунтовий профіль вкоротився від 29,3 до 41,7–56,4 см, ґрунти зазнали переважно надто високого (кризового) рівня.

Отож, як свідчать результати досліджень, тривале й інтенсивне сільськогосподарське використання схилових ґрунтів Західного регіону України призвело до розвитку процесів ерозійної деградації. Особливої активності ерозійні процеси набули за останні шістдесят років, що зумовлено розорюванням схилів крутизною понад 3°, недотриманням протиерозійних заходів при веденні землеробства на схилових землях, застосуванням важкої сільськогосподарської техніки. Ерозійна деградація спричинила зменшення потужності генетичного профілю ґрунтів, зниження коефіцієнту родючості, зменшення вмісту гумусу, погіршення загальних фізичних властивостей ґрунтів і структурно-агрегатного складу, що загалом погіршило їхню інвестиційну привабливість.

Мінімізація ерозійної деградації ґрунтів можлива за умови застосування системи протиерозійних заходів, насамперед консервації сильноеродованих земель, впровадження ґрунтозахисних прийомів обробітку ґрунту, оптимізації структури посівних площ, виключення просапних культур на схилах крутизною понад 3°. Необхідно запровадити систему базового і кризового моніторингів за станом еродованих земель.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Булигін С. Ю., Вітвіцький С. В. Охорона ґрунтів в агроландшафтах. Київ, 2017. 442 с.

2. Волощук М. Д. Стратегія відновлення родючості і охорони еродованих ґрунтів. *Ґенеза, географія та екологія ґрунтів: зб. наук. праць*. 1999. С. 249–250.

3. Гаськевич В. Г. Ерозійна деградація сірих лісових ґрунтів Малого Полісся. *Вісник Львів. ун-ту. Сер. геогр*. 2006. Вип. 33. С. 62-69.

4. Гаськевич В. Г. Теоретичні основи і прикладні аспекти деградації ґрунтів Малого Полісся: дис. … д-ра геогр. наук : 11.00.05. Львів, 2010. 851 с.

5. Гаськевич В. Г., Сова О. Трансформація морфологічних ознак чорноземів опідзолених Сянсько-Дністерської височини під впливом ерозійних процесів. *Фізична географія і геоморфологія*. 2012. Вип. 2(66). С. 312–319.

6. Земельний довідник України 2020. URL: https://agropolit.com/spetsproekty/705-zemelniy-dovidnik-ukrayini--baza-danih pro-zemelniy-fond-krayini

7. Крупеников И. А. Черноземы. Возникновение, совершенство, трагедия деградации, пути охраны и возрождения. Кишинэу, 2008. 288 с.

8. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. Харків, 1998. 88 с.

9. Монтгомери Д. Р. Почва. Эрозия цивилизаций. Анкара, 2015. 434 с.

10. Павлюк Н. М., Гаськевич В. Г. Сірі лісові ґрунти Опілля. Львів, 2011. 322 с.

11. Пшевлоцький М. І., Гаськевич В. Г. Ґрунти Сокальського пасма і їх агротехногенна трансформація. Львів, 2002. 180 с.

12. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Хмельницькій області у 2020 році. URL: https://mepr.gov.ua/news/38795.html

13. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2021 рік. URL: https://ecozakarpat.gov.ua/?page_id=308

14. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області в 2020 році. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/EkoMonitoring/2021/regional

15. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Тернопільській області у 2021 році. URL: https://ecology.te.gov.ua/stan-dovkillya/regionalna-dopovid-pro-stan-onps-v-ternopilskij-ob

16. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області у 2021 році. URL: https://www.if.gov.ua/dovkillya/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha-v-ivano-frankivskij-oblasti

17. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Чернівецькій області у 2021 році. URL: https://mepr.gov.ua/files/docs/EkoMonitoring/2022/regional

18. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Рівненській області у 2021 році. URL: https://www.ecorivne.gov.ua/report_about_environment/

19. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Волинської області у 2020 році. URL: https://voladm.gov.ua/article/regionalna-dopovid-pro-stan-dovkillya/

20. Світличний О. О., Чорний С. Г. Основи ерозієзнавства. Суми,, 2007. 266 с.

ГЕНЕТИЧНИЙ СТАТУС ПРОФІЛЬНО-ДИФЕРЕНЦІЙОВАНИХ ҐРУНТІВ ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Зіновій Паньків

Сучасне вчення про ґенезу ґрунтів перебуває на етапі переосмислення наявних теоретичних положень, які доповнюються новими твердженнями. Факторно-географічна парадигма поступово змінюється на процесно-ґенетичну, що пов'язано зі складністю ґрунту як системи. Суть такої системи зводиться до пізнання ґенези ґрунтів через ЕҐП, які формують профіль ґрунтів, визначають їхній хімічний мінералогічний склад, фізичні та фізико-хімічні властивості.

Складна генетична природа профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття, різноманітність у трактуванні морфологічних особливостей, відсутність єдиних діагностичних ознак елементарних ґрунтових процесів (ЕҐП) і складність аналітичного визначення ряду показників, спричинили дискусії між представниками різних ґрунтознавчих шкіл на таксономічно-класифікаційному рівні. Тому актуальною проблемою генетичного ґрунтознавства є встановлення діагностичних критеріїв елементарних ґрунтових процесів, які формують морфологічні ознаки та фізико-хімічні властивості досліджуваних ґрунтів для встановлення генетичної природи, класифікаційної приналежності та розробки заходів для їхнього збалансованого використання.

Фізико-географічна Передкарпатська височинна область входить до складу Карпатської гірської країни краю Українські Карпати та простягається з північного-заходу на південний-схід від кордону з Республікою Польща до Румунії. Північно-східна межа Передкарпаття з зоною Широколистяних лісів у фізико-географічному районуванні проведена від кордону з Республікою Польща вздовж р. Завадівка до сіл Шкло і Добростани, міста Городок і вздовж р. Верещиця до впадіння в р. Дністер. У подальшому вздовж р. Дністер до впадіння в неї р. Бистриця, вздовж р. Бистриці і її правої притоки Ворони до с. Отиня, а потім до м. Коломия і звідти вздовж р. Прут до м. Новоселиця на кордоні із Румунією [2; 7; 12]. В агроґрунтовому, природно-сільськогосподарському, чинному ґрунтово-географічному районуваннях до складу Передкарпатської височинної області з врахуванням поширення зональних типів ґрунтів не включені території Надсянської рівнини та Сянсько-Дністровської вододільної височини, тому межа проведена від с. Нижанковичі, на кордоні із Республікою Польща, вздовж р. Стривігор до впадіння в р. Дністер, а в подальшому межа збігається з фізико-географічним районуванням (рис. 1).

Передкарпаття є типовою передгірською алювіально-делювіальною рівниною, отож четвертинні відклади мають повсюдне поширення та слугують ґрунтотворними породами. Переважаючими серед четвертинних відкладів є суглинки, що мають значну потужність та підстелені галечниками. Основними генетичними типами ґрунтотворних порід Передкарпаття є алювіальні (сучасний алювій в межах заплав, давній алювій в межах річкових терас) й алювіально-делювіальні відклади. За часом утворення четвертинні відклади належать до нижньо-, середньо-, верхньоплейстоценових і голоценових.

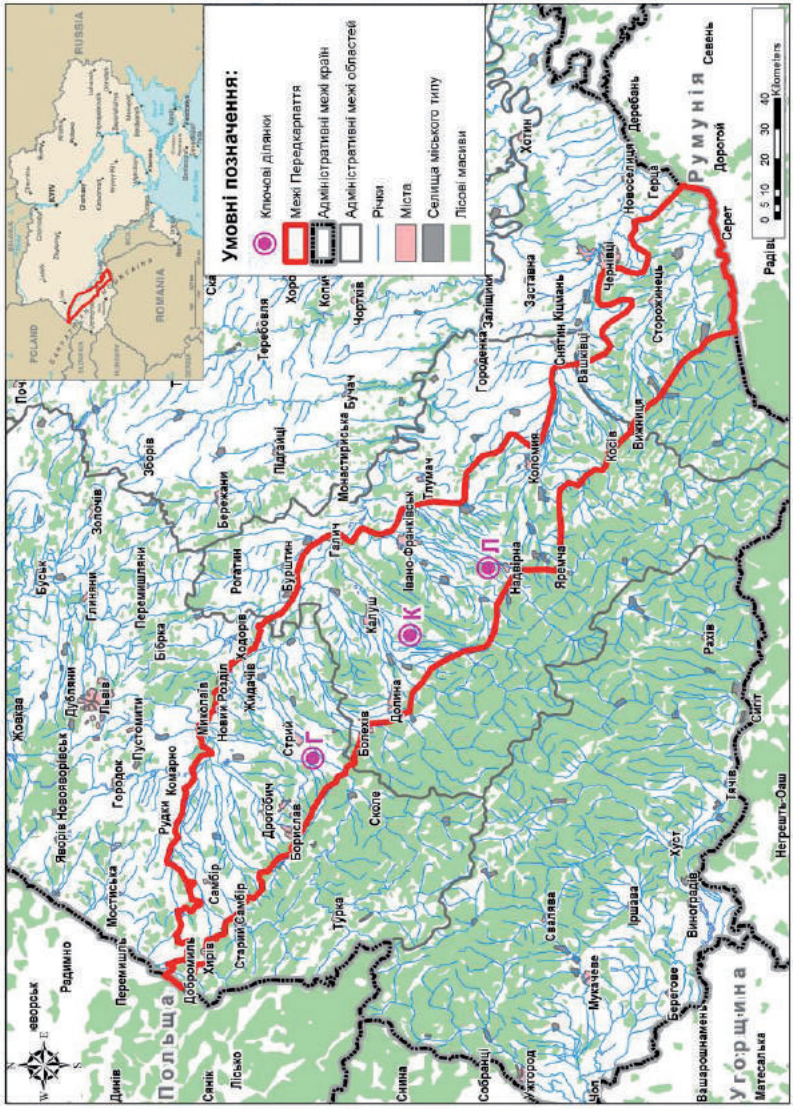

Рис. 1. Картосхема території Передкарпаття та розташування ключових ділянок.

Формування рельєфу Передкарпаття розпочалося з кінця сармату, коли опускання території змінилося підняттям. В пліоцені Передкарпаття мало вигляд слаборозчленованої акумулятивної рівнини з густою річковою мережею і неглибоким заляганням рівня ґрунтових вод, що зумовило розвиток процесів оглеєння нижньої частини відкладів. У голоцені почалося повільне підняття, що зумовило перерозподіл річкової мережі, глибинну лінійну ерозію і формування серії річкових терас. У розвитку і формуванні гідрологічної мережі Передкарпаття виділяється п'ять етапів, що пов'язані з діяльністю льодовика. Більшість дослідників виділяють сім терас Дністра та п'ять терас Прута, а їхні висотні рівні є основою висотної диференціації ґрунтів Передкарпаття. В основі трас залягають піщано-галечникові та галечникові відклади, що перекриваються суглинками потужністю 8–20 м. Суглинки бурувато-палевого кольору з іржавими плямами і ортштейнами 1–3 см в діаметрі овальної та продовгуватої форми, що є ознаками давнього оглеєння та коливання рівня ґрунтових вод, ущільнені, безкарбонатні, з глибиною трапляються окатані ріняки [10; 12].

Значна різноманітність чинників ґрунтотворення Передкарпаття зумовила формування тут значної строкатості ґрунтового покриву. На ґрунтовій карті України (1972 р.) у Передкарпатті виділено два типи фонових профільно-диференційованих ґрунтів – дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні та буроземно-підзолисті оглеєні. Вернандер Н. Б., вивчаючи ґрунтовий покрив Передкарпаття і прилеглих територій з позицій ґенези, відносить ґрунти Карпат до бурих лісових, а ґрунти передгір'я, розміщені на висоті 300–400 м над рівнем моря, – до буроземно-підзолистих. Згодом ґрунти передгір'я вона віднесла до типу підзолистих. Водночас особливі кліматичні умови наклали відбиток на цей процес, дещо змінили його напрямок, у зв'язку з чим ці ґрунти отримали деякі ознаки

буроземів [2]. Андрущенко Г. О. вважав, що в передгірному районі поширені здебільшого буроземно-підзолисті поверхнево-оглеєні та дерново-середньо- і сильнопідзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти на безкарбонатних делювіальних відкладах, підстелених щільним флішем і алювіальними відкладами. За валовим хімічним складом усі ґрунти Передкарпатського передгір'я подібні між собою, що пояснюється подібністю материнських порід (перевідкладені відклади вивітрювання флішу) [1].

Відповідно до сучасних уявлень, деякі автори найпоширеніші ґрунти Передкарпаття називають дерново-підзолистими [10; 12], інші – бурувато-підзолистими [8; 9; 13; 15] чи бурувато-глеє-попелястими [16]. Поширення ґрунтів у межах Передкарпаття зумовлено висотною зональністю. Зміна абсолютних і відносних висот від рік Дністер і Прут до Карпат, разом зі зміною ґрунтотворних порід, є домінуючими чинниками, які визначають поширення ґрунтів. Зміни гіпсометричних рівнів зумовлюють зміни кліматичних параметрів, рівня залягання ґрунтових вод, типів рослинних формацій, яків сукупності визначають морфологічні особливості та фізико-хімічні властивості ґрунтів Передкарпаття [12].

На сучасному етапі розвитку теоретичного ґрунтознавства основна увага вчених сконцентрована на вирішенні двох фундаментальних концепцій: ґрунтотворного процесу як комбінації ЕҐП, яка формує уявлення про суть та ієрархію механізмів ґрунтотворення іа еволюції ґрунтів. Важливою тенденцією у розвитку концепції ґрунтотворного процесу на сучасному етапі є перехід до системного вивчення ЕҐП як у теоретичному, так і в експериментальному аспекті. Концепція еволюції ґрунтів пережила як періоди винятково дедуктивних побудов, так і періоди фактологічних реєстрацій різних перетворень ґрунтів без процесної інтерпретації. На

сучасному етапі, внаслідок розвитку концепції ЕҐП, проблема еволюції ґрунтів займає визначене місце в теорії генетичного ґрунтознавства як проблема розшифрування послідовності становлення, зміни ґрунтових властивостей та ЕҐП [5].

Визначення ЕҐП починається ще у польових умовах в процесі проведення морфологічних досліджень. Профільно-диференційовані ґрунти Передкарпаття формуються під дією різних ЕҐП, які зумовлюють утворення подібного морфологічного профілю. Отож основною проблемою залишається встановлення дійсних діагностичних ознак, які вирізняють, розділяють морфологічно подібні ґрунти, та уточнення концепції гетеро-ґенетичності профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття. Подальші лабораторні дослідження підтверджують чи спростовують висунуті раніше припущення. Проте навіть за допомогою аналітичних відомостей інколи важко виокремити конкретний ЕҐП, оскільки під час формування ґрунту, як і інших природних тіл, має місце поліморфізм та ізоморфізм ознак щодо процесів. Наприклад, при результати аналізу валового хімічного складу, накопичення R_2O_3 в ілювіальному горизонті порівняно з породою вказує як на процес лесиважу, так і на процес опідзолення; накопичення SiO_2 в Е горизонтах зумовлено як опідзоленням, так і лесиважем та глеє-елювіальним процесами. Через це важко порівнювати кількість ознак і кількість ЕҐП, оскільки у ґрунтах є досить багато ознак і властивостей, а кожній із них не обов'язково має відповідати «власний» ЕҐП. Тому з метою встановлення генетичної природи та класифікаційного статусу профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття ми використовували результати польових морфологічних досліджень профілів, генетичних горизонтів і новоутворень, аналітичних досліджень не тільки дрібнозему ґрунту, а і його мулуватої фракції, ґрунтових новоутворень (нодулів, ортштейнів, кутан), їхнього гранулометричного й

елементного складу, проаналізували форми Феруму в ґрунтах і ґрунтових конкреційних новоутвореннях, що значно доповнює правильність діагностики конкретних ЕҐП, їхньої інтенсивності та спрямованості.

Ґенеза ґрунтів є основною проблемою ґрунтознавства, а ступінь її вивченості становить об'єктивний показник розвитку теоретичних основ сучасного вчення про ґрунти. Генетичні концепції слід базувати на пізнані ознак, складу, властивостей ґрунтів і процесів, які відбуваються у них, як основних показників, що характеризують еволюційний розвиток ґрунту. Еволюційно-географо-генетичний напрям у ґрунтознавстві є найбільш цілісним розділом, який вивчає глобальні та фундаментальні його проблеми. Ґенеза ґрунтів (від грец. *genenesis* – походження) – це науковий напрям, що передбачає вивчення факторів ґрунтотворення, сутності та механізмів ґрунтотворних процесів, які визначають енергообмін, масообмін та механізми формуванню профілю ґрунту [4; 6].

Ґенеза профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття розглядалася у працях Г. О. Андрущенка, І. І. Назаренка, З. П. Паньківа, С. М. Польчиної, І. С. Смаги та ін. [1; 6; 8; 10; 13; 15]. Основною проблемою встановлення генетичної природи досліджуваних ґрунтів Передкарпаття є неоднозначність трактування діагностики ґрунтотворних процесів, які задіяні у формуванні генетичного профілю, новоутворень та розбіжності в їхній інтерпретації. Більшість вчених вважають, що ці ґрунти сформувалися під впливом процесів опідзолення, лесиважу, глеє-елювіювання, сегрегації, внутрішньоґрунтового оглинення. Невирішеною проблемою залишається також визначення вкладу кожного процесу у формування генетичного профілю, їхньої інтенсивності та спрямованості, основних і супутніх процесів, які зумовлюють морфологічні особливості та властивості профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття.

Теорія опідзолення на сучасному етапі розвитку генетичного ґрунтознавства не має однозначного тлумачення, тому в науковій літературі існує декілька класичних трактувань цього процесу: колоїдно-хімічне, біохімічне, фізико-хімічне. Механізм опідзолення К. К. Гедройц трактує як руйнування мінералів іоном Гідрогену, виносу оксидів Силіцію, Алюмінію та Феруму у вигляді золів. Цю колоїдно-хімічну концепцію процесу опідзолення підтримував також Н. П. Ремезов, який увів поняття про диспергуючу роль у ґрунтово-вбирному комплексі не Гідрогену, а амонійного іону [3]. Формування білястого елювіального горизонту зумовлене руйнуванням мінералів під впливом агресивних гумусових кислот, особливо фульвокислот, і виносом цих мінералів за межі профілю у вигляді комплексних органо-мінеральних сполук. Такої думки дотримувалися В. В. Докучаєв, Н. М. Сибірцев, А. А. Роде та ін. Зокрема А. А. Роде вважав, що у піщанистих ґрунтах у верхніх горизонтах переважає розпад первинних мінералів, а в суглинкових ґрунтах – вторинних. Цю біохімічну концепцію у подальшому розвинула В. В. Пономарьова, яка довела істотну роль фульвокислот у руйнуванні первинних і вторинних мінералів у елювіальному горизонті [14]. Фізико-хімічна концепція основним агентом підзолоутворення розглядає сучасні відновні умови в елювіальному горизонті профільно-диференційованих ґрунтів, при яких Ферум і Манган переходять у рухомі закисні форми, та промивним типом водного режиму, що зумовлюють їхню міграцію у профілі. Таких поглядів дотримувався ще С. П. Ярков, який окисно-відновний режим пояснював акумуляцією та міграцією не тільки Феруму, Мангану, частково Алюмінію, а й їхню ілювіальну акумуляцію. Цю концепцію у подальшому розвинули також І. С. Каурічев і Ф. Р. Зайдельман [4]. Для діагностики процесу опідзолення використовують ряд критеріїв: накопичення SiO_2 в Е горизонтах (І. В. Забоєва), накопичення SiO_2 в мулуватій фракції в Е горизонтах (Б. П. Градусов, Ф. Дюшофур), розширення

співвідношення SiO_2 : Al_2O_3 і SiO_2 : Fe_2O_3 (С. В. Зонн) [18]. Процес опідзолення у буро-підзолистих ґрунтах Передкарпаття І. С. Смага діагностує за молярними співвідношеннями втрат SiO_2 : Al_2O_3 та елювіально-акумулятивними коефіцієнтами Алюмінію (ЕАК) $_{Al_2O_3}$ [15]. На основі власних досліджень і узагальнення результатів наукових теорій ми пропонуємо діагностувати процес опідзолення у профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття за показниками елювіально-акумулятивних коефіцієнтів, коефіцієнта зміни силікатної частини, а також, крім хімічної диференціації профілю, врахувати показники гранулометричної диференціації, яка зумовлена мінімальним вмістом мулу в елювіальному горизонті та його акумуляцією в ілювіальному, співвідношенням мулу та фізичної глини (табл. 1).

Таблиця 1

Діагностичні критерії процесу опідзолення в профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття [6]

Назва ЕҐП	Критерії
Опідзолення	від'ємні значення E*At* і E*Am* у мулуватій фракції HE gl горизонту
	від'ємні значення E*At* та E*Am* у дрібноземі HE gl і Eh gl горизонтів
	від'ємні значення $EA_{Fe_2O_3}$ $EA_{R_2O_3}$ у мулуватій фракції HE gl горизонту
	від'ємні значення $EA_{Fe_2O_3}$, $EA_{Al_2O_3}$, $EA_{R_2O_3}$ у HE gl та Eh gl горизонтів у дрібноземі
	коефіцієнт зміни силікатної частини у дрібноземі для HE gl та Eh gl горизонтів <1,0
	звуження молярних відношень у дрібноземі SiO_2:Al_2O_3, SiO_2:Fe_2O_3 і SiO_2:R_2O_3
	показник ступеня диференціації профілю S > 2,0
	наявності незначної кількості скелетан (присипки SiO_2) у HE gl горизонті, які морфологічно проявляються у сухому стані
	наявністю елювіального горизонту, потужністю понад 10 см
	наявність сескван у нижній частині ілювіального та перехідному до породи горизонтах

Мулуваті частинки можуть також виноситися з елювіального горизонту без хімічного руйнування. Цей процес називається лесиважем, механізм якого полягає в тому, що мулуваті частинки переміщаються порами та тріщинами під дією гравітаційних вод і перевідкладаються у нижчих горизонтах. Такої думки дотримувалися ще у 1920-х роках К. Д. Глінка та О. Н. Соколовський. У подальшому румунський ґрунтознавець Н. Чернеску, а потім французький Ф. Дюшофур сформували концепцію лесиважу як процесу пептизування, відмивання мулуватих частин з поверхні зерен грубозернистого (піщаного або грубопилуватого) матеріалу і з мікроагрегатів та їхньому виносі в непорушеному стані з елювіального горизонту [17; 18]. Згідно з Ф. Дюшофуром, лесиваж передує опідзоленою, підготовляючи для нього відповідні умови. За певних умов процеси лесиважу й опідзолення можуть відбуватися одночасно. Дюшофур Ф. і Чернеску Н. запропонували чітко розрізняти два процеси диференціації силікатного профілю ґрунтів:

1) власне опідзолення, за якого відбувається хімічне руйнування мулуватих частин і міграція елементарних продуктів їхнього розкладу;

2) процес лесиважу, за якого відбувається переміщення з верхніх горизонтів вниз за профілем мулуватих частин без хімічного руйнування. Перший процес відбувається під хвойними лісами за участю ультракислого гумусу, а другий – під листяними лісами за участі менш кислого гумусу. У якості критеріїв для діагностики процесу лесиважу автори використовували показники валового складу мулуватої фракції, який має залишатися стабільним у всьому профілі, наявність оптично орієнтованих глин, стабільний мінералогічний склад мулуватої фракції.

На основі власних досліджень ми встановили, що морфологічно лесиваж у профільно-диференційованих ґрунтах

діагностується за наявністю в ілювіальному горизонті аргілан (глинистих кутан), формування яких пов'язане з перенесення тонкодисперсних частин з верхніх горизонтів гравітаційним потоком води, а також суспензійним перенесенням мулу. Це найдостовірніша ознака процесу лесиважу. Ми пропонуємо також діагностувати процес лесиважу за результатами гранулометричного складу аргілан, елювіально-акумулятивних (ЕА) коефіцієнтів у мулуватій фракції, рівномірним розподілом у профілі співвідношення SiO_2:R_2O_3 та SiO_2:Al_2O_3 у мулуватій фракції. Додатні значення ЕА коефіцієнтів і рівномірний розподіл оксидів SiO_2:R_2O_3 та SiO_2:Al_2O_3 також підтверджують процес лесиважу в досліджуваних ґрунтах Передкарпаття (табл. 2).

Таблиця 2

Діагностичні критерії процесу лесиважу в профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття [6]

Назва ЕҐП	Критерії
Лесиваж	рівномірний характер розподілу у межах профілю відношень SiO_2:R_2O_3 та SiO_2:Al_2O_3 у мулуватій фракції
	наявність аргілан (глинистих кутан) у межах I(e)m gl та Pi gl горизонтів
	мулувато-важкоглинистий гранулометричний склад аргілан, який є важчий порівняно з вміщуючим горизонтом, а вміст мулу у аргілані понад 50 %
	додатні значення Е*At* та Е*Am* у середній і нижній частинах профілю в мулуватій фракції
	збільшення вмісту загального гумусу в мулуватій фракції у EI gl та I(e)m gl горизонтах
	додатні значення $EA_{Fe_2O_3}$ та $EA_{Al_2O_3}$ у середніх і нижніх горизонтах у мулуватій фракції
	коефіцієнт зміни силікатної частини у дрібноземі в середніх іа нижніх горизонтах > 1,0

Суттєвий вплив на формування світлих елювіальних горизонтів має глеєвий процес – руйнування глинистих силікатів при оглеєнні з наступним перенесенням або сегрегацією продуктів руйнування та остаточним накопиченням кремнезему. Зайдельман Ф. Р. вважає, що оглеєння за застійно-промивного типу водного режиму є єдиною причиною для формування елювіального горизонту. Тому основною ознакою глеєвого процесу є вивільнення Феруму і, як наслідок, утворення білястого елювіального горизонту [4]. Для діагностики глеє-елювіального процесу використовують такі критерії: відсутність плавного розширення відношення $SiO_2 : R_2O_3$ вниз за профілем, розширення відношення $SiO_2 : Fe_2O_3$, розширені відношення $SiO_2 : Fe_2O_3$ / $SiO_2 : A1_2O_3$ [19]. Глеє-елювіальний процес у профільно-диференційованих ґрунтах Пердкарпаття ми пропонуємо діагностувати за переважанням втрат Fe_2O_3 відносно материнської породи, рівномірним відношенням Al_2O_3:Fe_2O_3 в мулуватій фракції та дрібноземі, мінімальним переважанням втрат Феруму над Алюмінієм (табл. 3).

Внутрішньоґрунтове оглинення – це процес формування глини *in situ* внаслідок трансформаційного глиноутворення з первинних шаруватих силікатів і синтезу глинистих мінералів. Результатом внутрішньоґрунтового оглинення є накопичення мулу в будь-якій частині профілю без аналізу причин такого накопичення [15].

Таблиця 3

Діагностичні критерії глеє-елювіального процесу в профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття [6]

Назва ЕҐП	Критерії
Глеє-елювіальний	рівномірний профільний розподіл відношення Al_2O_3:Fe_2O_3 в мулуватій фракції
	рівномірний профільний розподіл відношення Al_2O_3:Fe_2O_3 в дрібноземі
	рівномірне відношення $\frac{SiO_2 : Fe_2O_3}{SiO_2 : Al_2O_3}$ у мулуватій фракції
	рівномірне відношення $\frac{SiO_2 : Fe_2O_3}{SiO_2 : Al_2O_3}$ у дрібноземі
	незначне переважання втрат Fe_2O_3 над втратами Алюмінію у HE gl горизонті в дрібноземі
	наявність ортштейнів у наділювіальній частині профілю

На основі власних польових морфологічних і лабораторно-аналітичних досліджень ми пропонуємо діагностувати процес внутрішньоґрунтового оглинення у профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття за сукупністю критеріїв (табл. 4). Процес внутрішньоґрунтового оглинення характеризують додатній баланс оксидів у мулуватій фракції; коефіцієнт зміни силікатної частини у цій же фракції, який становить понад 1,0; коефіцієнт накопичення Mn_3O_4 у нодулях і аргіланах, який також є значно більшим від 1,0.

Таблиця 4

Діагностичні критерії процесу внутрішньоґрунтового оглинення в профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття [6]

Назва ЕҐП	Критерії
Внутрішньоґрунтове оглинення	додатній баланс оксидів у мулуватій фракції
	коефіцієнт зміни силікатної частини в мулуватій фракції в усьому профілі > 1,0
	максимальні значення гідролітичної кислотності та $pH_{кс1}$ у EI gl та I(e)m gl горизонтах
	наявність нодулів у межах усього профілю, хімічний склад яких є майже однаковий із вміщуючим горизонтом, що свідчить про їхню інсітну генезу
	> 10,0 значення коефіцієнта нагромадження Mn_3O_4 у нодулях
	коефіцієнт нагромадження Mn_3O_4 в аргіланах > 1,0

Аналіз проблеми генетичної природи профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття дає підстави стверджувати, що у цих ґрунтах протікають різні за інтенсивністю та спрямованістю процеси, але аналогічні за результатом. Це особливо стосується процесів опідзолення, лесиважу та глеє-елювіювання, результатом яких є формування білястих елювіальних горизонтів, хоча механізми формування цього горизонту є специфічними для кожного процесу. Тому ці процеси фактично неможливо розділити, оскільки для їхньої діагностики використовують часто подібні показники. Наприклад, збільшення вмісту SiO_2 в елювіальних горизонтах характерне для процесів лесиважу, опідзолення та глеє-елювіювання; накопичення R_2O_3 в I горизонті порівняно з породою характерне як для лесиважу, так і для процесу внутрішньоґрунтового оглинення. Отож діагностика ЕҐП у досліджуваних ґрунтах Передкарпаття потребує встановлення додаткових діагностичних критеріїв, які дадуть змогу обґрунтовано підтвердити чи заперечити

переважання того чи іншого процесу, виокремити в сукупності профільно-диференційованих ґрунтів окремі типи.

Наведені показники дають підстави стверджувати, що морфологічні особливості та властивості дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів формуються під переважаючою дією процесів опідзолення та глеє-елювіювання, а буроземно-підзолистих оглеєних – під дією лесиважу та внутрішньоґрунтового оглинення, які доповнюються процесами сегрегації [10; 11]. Чергування процесів окислення-відновлення, гідратації-дегідратації у досліджуваних ґрунтах зумовлюють трансформацію сполук Fe, про що свідчать ґрунтові конкреційні Fe-Mn новоутворення (ортштейни, нодулі). У дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах ортштейни діагностовано в наділювіальній частині та перехідному до породи горизонті. Морфологічні особливості ортштейнів і акумуляція півтораоксидів, в тому числі Феруму (Кх=2,7-2,8), свідчать про їхню ексітну педогенезу та формування за домінуючої дії глеє-елювіального процесу [11]. У буроземно-підзолистих оглеєних ґрунтах нодулі діагностовано в межах елювіального та ілювіального горизонтів. Їхнє темно-сіре або чорне забарвлення зумовлене акумуляцією здебільшого оксидів Мангану, а коефіцієнт нагромадження оксидів Феруму менший від одиниці (Кх=0,97-0,98), що свідчить про їхню інсітну ґенезу та формування під дією внутрішньоґрунтового оглинення. Проте для встановлення ґенези та сукупності й інтенсивності ґрунтотворних процесів вкрай важливими є також відомості про форми Феруму ву ґрунтах і в ґрунтових конкреційних новоутвореннях.

На основі лабораторно-аналітичних досліджень встановлено, що у профілі дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів яскраво виражена диференціація валового Феруму, оскільки його частка в It gl горизонті в 2,4 рази більша порівняно з

елювіальною частиною, що підтверджує теорію формування цих ґрунтів під переважаючою дією процесу опідзолення (табл. 5). У буроземно-підзолистих ґрунтах вміст валового Феруму менший у 2-3 рази, а його значення поступово збільшуються до породи (від 0,69 до 0,91 %), без вираженої акумуляції в Im gl горизонті. Згідно з отриманими результатами, дерново-підзолисті ґрунти характеризується помірно низьким ступенем озалізнення, а буроземно-підзолисті – низьким. У складі валового Феруму дерново-підзолистих ґрунтів переважає Fe_c, максимальна частка якого (84,4 %) характерна для It gl, а частка $Fe_{нс}$ у межах профілю коливається від 15,6 до 33,3 % з максимальними його значення (33,3 %) у HE gl, що свідчить про процеси руйнування первинних і вторинних мінералів у верхній частині профілю. У профілі буроземно-підзолистих ґрунтів переважає $Fe_{нс}$ з максимальними значеннями (84,0-88,0 %) у середній частині профілю, що підтверджує переважання процесів внутрішньо-ґрунтового оглинення. Активність процесів руйнування підтверджується показником ступеня вивітрювання ґрунтової маси, який розраховують як відношення $Fe_c/Fe_{нс}$. Чим менше значення цього показника, тим активніші процеси вивітрювання. Розраховані показники ступеня вивітрювання ґрунтової маси у профільно-диференційованих ґрунтах підтверджують наведені вище відмінності [11].

Частка Fe_a у межах профілю досліджуваних ґрунтів поступово зменшується у напрямку до породи, а $Fe_{окр}$ – збільшується. Для діагностики ґрунтів часто використовують коефіцієнт Швертмана ($Fe_a/Fe_{нс}$), який відображає відношення Феруму аморфних і окристалізованих сполук і свідчить про ступінь старіння та кристалізації рухомих оксидів і гідрооксидів Fe.

Таблиця 5

Форми Феруму в дрібноземі профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття

Горизонт	%, % $Fe_{вал.}$					Показники		
	Вміст валового заліза ($Fe_{вал}$)	Вміст силікатного заліза (Fe_c)	Вміст несилікатного заліза ($Fe_{нс}$)	Вміст окристалізованого заліза ($Fe_{окр}$)	Вміст аморфного заліза (Fe_a)	Ступінь вивітрювання ґрунтової маси $Fe_c/Fe_{нс}$	Коефіцієнт Швертмана $Fe_a/Fe_{нс}$	Ступінь оксидогенезу $Fe_{нс}/Fe_{вал}$
Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні (*Stagnic Retisols*)								
HE gl, 6–26 см	1,17	0,78 / 66,67	0,39 / 33,33	0,07 / 5,98	0,32 / 27,35	2,0	0,8	0,3
Eh gl, 26–52 см	1,16	0,84 / 72,41	0,32 / 27,59	0,14 / 12,07	0,18 / 15,52	2,6	0,6	0,3
It gl, 150–160 см	2,76	2,33 / 84,4	0,43 / 15,6	0,11 / 14,0	0,32 / 11,6	5,4	0,7	0,2
Pi gl 200–210 см	1,64	1,25 / 76,22	0,39 / 23,78	0,24 / 14,63	0,15 / 9,15	3,2	0,4	0,2
Буроземно–підзолисті оглеєні (*Neocambic Gleyic Retisols*)								
HE gl, 8–37 см	0,69	0,12 / 17,39	0,57 / 82,61	0,18 / 26,09	0,39 / 56,52	0,21	0,68	0,83
EIgl, 37–53 см	0,83	0,1 / 12,0	0,73 / 88,0	0,36 / 43,37	0,38 / 45,78	0,14	0,52	0,88
I(e) gl, 53–93 см	0,87	0,14 / 16,1	0,73 / 83,9	0,37 / 42,53	0,36 / 41,38	0,19	0,49	0,84
Pi gl, 93–110 см	0,91	0,15 / 16,48	0,75 / 82,42	0,41 / 45,05	0,34 / 37,36	0,2	0,45	0,82

Також коефіцієнт Швертмана використовують для діагностики ступеня гігроморфізму ґрунтів у гумідних ландшафтах. Чим більший ступінь гідроморфізму, тим більше значення цього коефіцієнта [4]. Для дерново-підзолистих ґрунтів найбільші значення коефіцієнта Швертмана характерні для наділювіальної частини, що підтверджує домінуючу роль поверхневого оглеєння у ґенезі та переважання глеє-елювіального процесу у верхній частині профілю.

Важливим показником для діагностики ґенези є частка несилікатних (вільних) сполук Феруму від загального його вмісту в ґрунті ($Fe_{нс}/Fe_{вал}$) – ступінь оксидогенезу. Згідно з цим показником, дерново-підзолисті ґрунти характеризуються низьким і дуже низьким ступенем оксидогенезу, буроземно-підзолисті – дуже високим.

Важливе значення для підтвердження ґенези та діагностики інтенсивності ґрунтотворних процесів у профільно-диференційованих ґрунтах має аналіз форм Феруму в ґрунтових конкреційних новоутвореннях (ортштейнах, нодулях). Вміст Феруму валового в ортштейнах у 7,2 раза більший порівняно з дрібноземом в наділювіальній частині профілю та у 3,7 раза – у перехідному до породи горизонті, що підтверджує наші попередні дослідження (табл. 6). За вмістом $Fe_{вал}$ ступінь озалізнення ортштейнів помірно високий ($Fe_{вал}$=6,05–8,41). На відміну від дрібнозему дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів, у складі валового Феруму ортштейнів переважає $Fe_{нс}$, частка якого в межах профілю поступово збільшується від 56,0 у HEgl до 62,3 % у перехідному до породи горизонті. Вміст $Fe_{нс}$ в ортштейнах порівнян з дрібноземом більший в 9,7–12,1 раза. Частка $Fe_{с}$ в ортштейнах коливається від 44,0 % у HEgl до 37,7 % у Pigl горизонті. Найбільш помітно в ортштейнах збільшився вміст $Fe_{окр}$ (в 11–27 разів) у межах наділювіальної частини профілю, що свідчить про активні процеси перетворення Феруму.

Таблиця 6

Форми Феруму конкреційних новоутворень профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття

Горизонт	%, % $Fe_{вал.}$					Показники		
	Вміст валового заліза ($Fe_{вал.}$)	Вміст силікатного заліза (Fe_c)	Вміст несилікатного заліза ($Fe_{нс}$)	Вміст окристалізованого заліза ($Fe_{окр}$)	Вміст аморфного заліза (Fe_a)	Ступінь вивітрювання ґрунтової маси $Fe_c/Fe_{нс}$	Коефіцієнт Швертмана $Fe_a/Fe_{нс}$	Ступінь оксидогенезу $Fe_{нс}/Fe_{вал}$
Ортштейни (*Stagnic Retisols)*								
HE gl, 6–26 см	8,41	3,70 / 44,0	4,71 / 56,0	1,90 / 22,59	2,81 / 33,41	0,79	0,60	0,56
Eh gl, 26–52 см	8,31	3,26 / 39,23	5,05 / 60,77	1,52 / 18,29	3,53 / 42,48	0,65	0,70	0,61
Pi gl 200–210 см	6,05	2,28 / 37,69	3,77 / 62,31	3,61 / 59,67	0,16 / 2,64	0,60	0,04	0,62
Нодулі (*Neocambic Gleyic Retisols)*								
EIgl, 37–53 см	1,41	0,57 / 40,43	0,84/59,57	0,49 / 34,75	0,35 / 24,82	0,68	0,42	0,60
I(e) gl 53–93 см	1,49	0,61 / 40,94	0,88 / 59,06	0,56 / 37,58	0,32 / 21,48	0,69	0,36	0,59

Коефіцієнт Швертмана в ортштейнах наділовіальної частини профілю становить 0,6–0,7, що підтверджує теорію їхнього формування за переважаючої дії глеє–елювіального процесу. В ортштейнах перехідного до породи горизонту коефіцієнт Швертмана становить 0,04, що свідчить про відсутність впливу сучасного оглеєння на їхнє формування та про їхнє реліктове походження. Ортштейни досліджуваних ґрунтів характеризуються помірно високим ступенем оксидогенезу ($Fe_{нс}$/ $Fe_{вал}$=0,56–0,62). Натомість, у нодулях буроземно–підзолистих ґрунтів вміст $Fe_{вал}$ порівняно з дрібноземом більший в 1,7 раза, а ступінь озалізнення нодулів помітно менший ($Fe_{вал}$=1,41–1,49). У нодулях, як і в дрібноземі буроземно–підзолистих ґрунтів, переважає $Fe_{нс}$ (59,1–59,6 %). Його вміст порівняно з дрібноземом менший в 1,4–1,5 раза, натомість вміст силікатного Феруму більший в 2,5–3,4 раза. У нодулях порівняно з дрібноземом в 1,1–1,2 раза менший вміст Феруму окристалізованого та в 1,8–1,9 раза – вміст Феруму аморфного. Ступінь оксигенезу нодулів, як і ортштейнів, помірно високий ($Fe_{нс}$/$Fe_{вал}$=0,59–0,60).

Запропоновані показники фракційного складу Феруму в дрібноземі та конкреційних новоутвореннях (ортштейнах, нодулях) профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття підтверджують відмінності у сукупності, інтенсивності, спрямованості ЕҐП та правильності виділення двох типів. Максимальна частка $Fe_{нс}$ (33,3 %) у дерново-підзолистих ґрунтах характерна для HEgl, що свідчить про процеси руйнування первинних і вторинних мінералів у верхній частині профілю які підтверджуються показником ступеня вивітрювання ґрунтової маси ($Fe_{с}$/$_{Fенс}$= 2,0–2,6). У профілі буроземно-підзолистих ґрунтів частка $Fe_{нс}$ є приблизно однаковою, що підтверджує домінування процесів внутрішньоґрунтового оглинення. Найбільші значення коефіцієнту Швертмана (0,6–0,8) характерні для наділювіальної частини дерново-підзолистих ґрунтів, що підтверджує домінуючу

роль поверхневого оглеєння в ґенезі та переважання глеє-елювіального процесу у верхній частині профілю. В ортштейнах перехідного до породи горизонту цей показник становить 0,04, що свідчить про відсутність впливу сучасного оглеєння та їхнє реліктове походження.

На основі запропонованих діагностичних показників ЕҐП для профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття встановлено, що вони мають як спільні риси (для них характерний процес опідзолення та глеє-елювіювання), так і відмінні (дерновий процес переважає у дерново-підзолистих ґрунтів, а лесиваж та внутрішньоґрунтове оглинення – у буроземно-підзолистих). У фонових ґрунтах процес опідзолення притаманний усьому профілю, а в буроземно-підзолистих – тільки для верхніх HEgl та Ehgl горизонтів за мінімальної його інтенсивності. У буроземно-підзолистих ґрунтах меншою інтенсивністю характеризується також глеє-елювіювання, оскільки втрати півтораоксидів Феруму в них у 1,2–2,4 раза є меншими, а втрати півтораоксидів Алюмінію – більшими в 1,1–1,5 рази порівняно з фоновими дерново-підзолистими поверхнево-оглеєними ґрунтами .

У профільно-диференційованих ґрунтах Передкарпаття процес опідзолення характеризують розширені показники молярних співвідношень $SiO_2 : Al_2O_3$, $SiO_2 : Fe_2O_3$ та $SiO_2 : R_2O_3$, у дрібноземі, які до породи звужуються; від'ємні значення E*At*, E*Am*, $EA_{Fe_2O_3}$, $EA_{Al_2O_3}$ та $EA_{R_2O_3}$ верхніх горизонтів мулу і дрібнозему; менший від 1,0 коефіцієнт зміни силікатної частини. Процес лесиважу характеризують рівномірні співвідношення $SiO_2 : R_2O_3$ та $SiO_2 : Al_2O_3$ у мулуватій фракції; додатні значення E*At*, E*Am*, $EA_{Fe_2O_3}$, $EA_{Al_2O_3}$, $EA_{R_2O_3}$ середніх і нижніх горизонтів у мулуватій фракції; більший від 1,0 коефіцієнт зміни силікатної частини. Глеє-елювіальний процес діагностується за рівномірним профільним розподіл відношень $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ і $\frac{SiO_2 : Fe_2O_3}{SiO_2 : Al_2O_3}$ в

мулуватій фракції та дрібноземі; незначним переважання втрат Fe_2O_3 над втратами Алюмінію у HEgl горизонті в дрібноземі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрущенко Г. О. Ґрунти західних областей УРСР. Львів-Дубляни, 1970. Ч. 2. 116 с.

2. Атлас почв Украинской ССР / Под. ред. Н. К. Крупського, Н. И. Полупана. Киев, 1979. 160 с.

3. Гедройц К. К., Добровольский М. Природа и происхождение подзола по данным современного почвоведения. *Журнал опытной агрономии.* 1900. Кн. 5. С. 458–494.

4. Зайдельман Ф. Р. Глееобразование – глобальный почвообразовательный процесс. *Почвоведение.* 1994. № 4. С. 21–32.

5. Кирильчук А. А. Онтогенез і географія рендзин Західного регіону України: монографія. Львів. 2019. 446 с.

6. Малик С. З., Паньків З. П. Морфогенез буроземно-підзолистих ґрунтів Пригорганського Передкарпаття: монографія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2021. 210 с.

7. Маринич О. М., Пархоменко Г. О., Петренко О. М., Шищенко П. Г. Удосконалена схема фізико-географічного районування України. *Український географічний журнал.* 2003. № 1. С. 16–20.

8. Назаренко И. И. Окультуривание подзолистих оглеенных почв. Москва. 1981. 184 с.

9. Назаренко И. И., Польчина С. М., Смага И. С. Генетические особенности бурувато-подзолистых оглеенных почв Предкарпатья при различном использивании. *Почвоведение.* 1996. № 10. С. 1167–1175.

10. Паньків З. П., Позняк С. П. Дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти північно-західного Передкарпаття. Львів. 1998. 132 с.

11. Паньків З. П., Калинич О. Форми Феруму у дерново-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтах (Stagnic Retisols) Прибескидського Передкарпаття. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2020. Вип. 2 (37). Т. 25. С. 100–111.

12. Паньків З. П. Ґрунти України: навчально-методичний посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка. 2017. 112 с.

13. Польчина С. М. Профільно-диференційовані оглеєні ґрунти Передкарпаття: ґенеза, варіабельність, систематика: монографія. Чернівці. 2014. 271 с.

14. Роде А. А. Подзолообразовательный процесс и эволюция почв. Москва. 1947. 142 с.

15. Смага І. С. Проблеми діагностики елементарних ґрунтових процесів і профільно-диференційованих ґрунтів у Передкарпатті. *Ґрунтознавство*. 2016. Вип. 16. № 1–2. С. 40–48.

16. Трускавецький Р. С. Проблеми ідентифікації гідроморфних ґрунтів на осушених землях. *Агрохімія і ґрунтознавство.* 2017. Вип. 86. С. 17–23.

17. Cernescu N. Facteurs de climat et zones de sol en Romanie. Inst. Geol. Romanic. *Stud. techn. si econ.* Ser. C. Buc. 1934. № 2. 70 p.

18. Duchaufour Ph. Lessivage et podzolisation. *Revue forestiere francaise.* 1951. № 10. P. 18–27.

19. Fedoroff N. Clay illuviation in red mediterranean soil. *Catena*. 1997. Vol 28. N 3–4. P. 171–189.

АЛЮВІАЛЬНИЙ МОРФОГЕНЕЗ В ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ

Юрій Наконечний

У Західному регіоні України алювіальні ґрунти широко розповсюджені у заплавах рік. Через те, що цією територією пролягає Головний європейський вододіл, у західній частині Україні протікають лише малі і середні річки, а найбільші ріки регіону – Дністер, Західний Буг, Прип'ять, Південний Буг – беруть лише свої витоки та протікають у верхній та середній течії. З цієї причини заплави більшості річок мають незначну ширину і протяжність, у верхів'ях гірських рік у межах Українських Карпат вони практично відсутні, а найбільш потужними є лише у найбільших рік.

Саму територію заплави поділяють на три частини: підвищену прируслову частину або прирусловий вал, вирівняну центральну („зернисту") і понижену притерасну частини. Умови ґрунтотворення (віддаленість від русла ріки та характер відкладеного алювію, рівень ґрунтових вод і відмінності водно-повітряного режиму) і властивості ґрунтів (морфологічна будова, фізичні, фізико-механічні, фізико-хімічні та хімічні) в різних частинах заплави є дуже різноманітними [5].

Ці умови створюються внаслідок поєднання двох процесів – заплавного й алювіального. Заплавний процес полягає у періодичному затопленні заплави повеневими та

паводковими водами після сніготанення чи інтенсивних дощів. Алювіальний процес полягає у накопиченні річкового алювію в результаті осідання на поверхні заплави твердих частинок із повеневих і паводкових вод. У прирусловій частині заплави на поверхню ґрунтів осідають найбільш важкі піщані частинки, у центральній частині – пилуваті, а у найбільш віддаленій від русла притерасній частині заплави – мулуваті частинки. Цей фактор напряму впливає на гранулометричний склад і загалом властивості ґрунтів заплави. На ці процеси накладаються тою чи іншою мірою дерновий процес ґрунтотворення, а також процеси оторфування, оглеєння, відкладення намулу та інші.

Ґрунти в заплавах рік формуються на сучасних алювіальних відкладах, які з огляду на їхню генетичну природу поділяють на три фації: русловий, заплавний і старичний алювій. Русловий алювій утворюється водами русла ріки, представлений в рівнинній частині Західноукраїнського краю добре перемитими різнозернистими пісками, що вистилають у міру зміщення русла дно широкої долини. У гірській і передгірській частині Українських Карпат русловий алювій представлений валунами і галькою. Заплавний алювій, який перекриває русловий, в рівнинних річках складається з пилуватих і мулуватих частинок, рідше з тонкозернистих піщаних. В долинах гірських річок заплавний алювій майже повністю відсутній або має незначну потужність і обмежене поширення. Найчастіше трапляється на розширених ділянках річкової долини і представлений грубозернистими пісками і супісками, які залягають на руслових галечниках. Різновидом заплавного алювію є старичний, який накопичується в старицях і притерасній частині заплави, складається з темнозабарвлених, іноді чорних, мулуватих пісків, супісків і суглинків, багатих органічними речовинами і часто перекритих зверху торфами. При повному відмиранні стариць старичний алювій перекривається заплавним алювієм [11].

Сучасні алювіальні відклади заплав рік у межах Західного регіону України мають полігенетичну природу, що пов'язано з глибинним розмиванням руслом річок різних корінних порід. Літологічний склад цих відкладів змінюється від крупного валунника у межах Українських Карпат до глин – у рівнинній частині.

Характерною особливістю сучасних алювіальних відкладів є розвиток процесів оглеєння, спричинений близьким заляганням ґрунтових вод, який морфологічно виражений ржавими плямами в прирусловій і центральній частинах заплави, і сизуватими та зеленкуватими – в притерасній її частині.

Для більшості алювіальних ґрунтів заплав рік Західного регіону України характерний незначний вміст карбонатів Кальцію, що пов'язано з наявністю у воді уламків мушель молюсків, які під час розливу ріки акумулюються в профілі ґрунтів. Другою причино є розмивання руслом ріки більш давніх карбонатних верхньокрейдових відкладів, які представлені мергелями, вапняками та крейдою. В результаті впливу глибинної річкової ерозії русло ріки врізається в корінні породи, які ріка вимиває, а продукти руйнування транспортує вниз за течією і під час повеней та паводків відкладає у межах заплави [5].

Для заплавного ґрунтотворення характерний ряд екологічних особливостей: формування акумулятивної, наносної кори вивітрювання за рахунок рухомих продуктів вивітрювання і ґрунтотворення, які надходять зі всієї площі водозбору в заплаву ріки у вигляді механічного і хімічного осаду як із паводкових вод при розливах ріки, так і з ґрунтових вод, які виклинюються на поверхню; накопичувальний, акумулятивний баланс ґрунтотворення – з річковим алювієм та з ґрунтових вод в заплаву надходять і акумулюються в ґрунтах глинисті мінерали, гумус, $CaCO_3$, сполуки P, K, N, Fe, Mn, мікроелементів;

заплавний «земноводний» водний режим за періодичного затоплення поверхні та постійної участі ґрунтових вод у процесах ґрунтотворення; постійне омолодження ґрунтів у результаті систематичного залучення в ґрунтотворний процес нових порцій свіжовідкладеного алювію, що супроводжується наростанням ґрунтів вверх; висока біогенність середовища на фоні значної забезпеченості біофільними елементами за постійного поповнення їхніх запасів (заплави рік – це області найбільшої щільності життя) [1].

У заплавах рік (переважно рівнинних) поширеним явищем є меандрування русла ріки – закономірні планові деформації закрутів річки, які виникають внаслідок впливу річкового потоку на русло. У результаті цього різні частини заплави постійно мігрують, завдяки чому створюється надзвичайно строкатий і мозаїчний ґрунтовий покрив. З цим явищем пов’язане значне поширення в заплавах рік похованих ґрунтів.

В прирусловій частині заплави, складеної здебільшого русловим алювієм, переважає дерновий процес ґрунтотворення, під впливом якого формуються алювіальні дернові ґрунти. Для центральної частини заплави, складеної заплавним алювієм, характерні алювіальні лучні ґрунти, сформовані під впливом лучного процесу. Болотний процес ґрунтотворення, який розвивається в притерасній частині заплави в умовах надлишкового зволоження і недостатності аерації, зумовлює формування алювіальних болотних ґрунтів на старичному алювії.

Розподіл рік на території Західного регіону України є рівномірним, а, отже, алювіальні ґрунти, які є характерними для заплавних територій, також рівномірно поширені в усіх природних районах Західноукраїнського краю. Проте відмінності повеневого і паводкового режимів, літології підстилаючих

і материнських порід, характеру поверхні заплави в різних геоморфологічних районах Західної України зумовлюють переважання тих чи інших типів алювіальних ґрунтів у заплавах різних річок та в різних ландшафтних областях.

Щодо географії поширення різних типів алювіальних ґрунтів у межах Західного регіону України, то алювіальні дернові ґрунти переважають у структурі ґрунтового покриву заплав рік у межах Волино-Подільської височини, Передкарпаття та Українських Карпат. Значне поширення алювіальних лучних і лучно-болотних ґрунтів простежується в заплавах рік у межах Полісся та Надсянської рівнини. Найбільші ареали поширення алювіальних болотних ґрунтів та їхніх оторфованих відмін спостерігаються в заплавах рік у межах Подільської височини і Полісся. Щодо відсоткового співвідношення різних типів алювіальних ґрунтів, то, наприклад, у Львівській області воно таке: з близько 470 тис. га всіх ґрунтів алювіальні дернові займають 44 % території, лучні – 35 %, лучно-болотні – 10 %, болотні – 11 % [10].

Еволюція алювіальних ґрунтів починається з поселення рослинності на щойно утворених піщаних наносах бечівника, а також новоутворених річками островах. У такому випадку утворюються алювіальні дернові примітивні ґрунти, які потім еволюціонують у слаборозвинуті, короткопрофільні та власне алювіальні дернові ґрунти. У подальшому розвитку під впливом меандрування русла ріки, пониженням її базису ерозії та підняттям заплави над рівнем води ці ґрунти еволюціонують в алювіальні лучні, лучно-болотні та болотні [1].

Розглянемо різновиди алювіальних ґрунтів на різних класифікаційних рівнях в порядку їх еволюції та зміни їхніх морфологічних, фізичних і фізико-хімічних властивостей.

Алювіальні дернові ґрунти (*Fluvisols Arenic*). Алювіальні дернові ґрунти, які приурочені до прируслової частини заплави,

сформувались під дією дернового процесу ґрунтотворення. Дерновий елементарний процес ґрунтотворення полягає в сукупному й інтенсивному гумусоутворенні та гумусонакопиченні під впливом трав'яних дерновинних злаків. У такий спосіб утворюється ізогумусний профіль з грудкувато-зернистою структурою гумусового горизонту. Дернина складається майже на 50 % із живих та відмерлих коренів.

Алювіальні дернові примітивні ґрунти приурочені до прируслової частини заплави, а саме прируслової обмілини, яка характеризується значною динамічністю паводкового режиму. Шари відкладеного алювію не встигають освоюватись ґрунтотворним процесом, тому профіль цих ґрунтів майже не диференційований на генетичні горизонти, а є сукупністю дуже слабогумусованих шарів алювію. Це найбільш молоді ґрунти у заплаві ріки. Алювіальні дернові примітивні ґрунти у межах Західного регіону України мають найбільше поширення в заплавах передкарпатських, карпатських і закарпатських рік, де вони утворюються на гравійно-галечниковому матеріалі з назвою "рінняки". Значні площі ці ґрунти займають у заплавах річок Дністер, Стрий, Опір, Лімниця, Уж, Тиса. Незначні їхні ареали трапляються в типово рівнинних річках у межах Полісся і Волинської височини (р. Західний Буг, Прип'ять та їхні притоки), де материнською породою для них слугує піщаний алювій.

Морфологічна будова алювіальних дернових примітивних ґрунтів характеризується наявністю на поверхні ґрунту розрідженої дернини потужністю до 1 см, яка складається з слаборозвинутої кореневої системи рослин-піонерів, дуже слабогумусованої материнської породи та шарів алювіальних відкладів різного гранулометричного складу та різної потужності [4]. Типовим прикладом є розріз алювіального дернового примітивного карбонатного супіщаного слабощебенюватого

ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Стрий в околицях с. Гірне Стрийського району Львівської області.

Розріз № 3-Г закладений за 7 м на південний схід від русла р. Стрий і 250 м на захід по перпендикуляру від автомобільної траси Стрий – Сколе на утвореному річкою острові у заплаві ріки Стрий в околицях села Гірне.

Рослинний покрив: верба, борщівник, ліщина, деревій, подорожник ланцетовидний, молочай.

Глибина розрізу – 35 см.

Закипання від 10 % розчину HCl – з поверхні, слабке.

Оглеєння – відсутнє.

Ґрунтові води – не розкриті.

Ґрунт: алювіальний дерновий примітивний щебенюватий карбонатний супіщаний на сучасних алювіальних відкладах.

Hd 0-2 см	Дернина.
Phk 2-9 см	Дуже слабогумусована материнська порода, світло-бура (10YR 5/2), свіжа, слабо ущільнена, супіщана, безструктурна, включення дрібної гальки діаметром до 1 см, дрібні корінці рослин, перехід ясний за щільністю.
Pk 9-35 см	Ґрунтотворна порода – сучасні алювіальні відклади, складені грубоуламковим гравієм і валунами, діаметром до 15 см, і різного розміру галькою з піщаним наповнювачем.

Гранулометричний склад алювіальних дернових примітивних ґрунтів супіщаний з різким переважанням піщаної фракції (70 %). Вміст фракції фізичної глини не перевищує 13 % (табл. 1). Щільність твердої фази сягає 2,79 г/см^3, а щільність будови – 1,19 г/см^3. Загальна шпаруватість є високою – до 75 %, як і шпаруватість аерації (46,7 %) внаслідок доброго дренажу цих ґрунтів (табл. 2). За вмістом гумусу примітивні ґрунти є безгумусними (0,54 %). Реакція ґрунтового розчину є слаболужною (pH водне 7,17).

Підвищення лужності алювіальних ґрунтів пояснюється впливом процесу оглеєння, яке спостерігається в усіх ґрунтах заплав рік. За тривалого процесу відновлення розвиваються морфологічні ознаки оглеєння у вигляді блакитних, зеленкуватих, сизих відтінків та іржавих плям. Проходить загальна гідрофілізація і пептизація глинистої фракції ґрунту. У верхніх горизонтах ґрунтового профілю появляються дрібні та великі конкреції оксидів Феруму і Мангану. У зв'язку з цим різко посилюється поглинання ґрунтом фосфат-іонів. Реакція оглеєних горизонтів під впливом десульфації і карбонізації зміщується у бік більшої лужності внаслідок утворення карбонатів лугів. Вміст карбонатів Кальцію у цих ґрунтах є низьким (3,57 %) і спричинений наявністю у товщі ґрунтів подрібнених уламків мушель молюсків (табл. 3).

Таблиця 1

Гранулометричний склад алювіальних ґрунтів Західного регіону України

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Розмір частинок, мм; кількість, %							Назва ґрунту за гранулометричним складом
		Фізичний пісок		Фізична глина				Сума частинок <0,01	
		пісок		пил			мул		
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001		
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Алювіальний дерновий примітивний щебенюватий карбонатний супіщаний ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–Г									
Phk	2–9	31,13	38,31	17,41	1,27	1,49	10,39	13,15	супіщаний
Алювіальний дерновий слаборозвинутий щебенюватий карбонатний глеюватий піщано–легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–С									
Hpk	1–11	24,70	30,00	24,30	8,60	6,90	5,50	21,00	піщано-легкосуглинковий
Phk	11–21	19,50	31,50	32,00	9,00	3,50	4,50	17,00	супіщаний
Алювіальний дерновий короткопрофільний глеюватий легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 1–Г									
Hgl	3–22	7,67	37,51	24,88	9,15	0,20	20,59	29,94	піщано-легкосуглинковий
P_1gl	22–29	94,38	0,53	1,83	0,98	0,04	2,24	3,26	піщаний
P_2gl	42–52	94,19	1,52	0,04	0,04	0,08	4,13	4,25	піщаний
P_3gl	95–105	91,97	4,54	0,41	0,28	0,77	2,03	3,08	піщаний

Продовження табл. 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Алювіальний дерновий карбонатний глеюватий середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 5–Ш									
Hkgl	3–15	0,87	5,62	57,24	3,29	8,06	24,92	36,27	грубопилувато-середньосуглинковий
HPkgl	15–43	2,01	16,89	51,29	0,27	5,01	24,53	29,81	грубопилувато-легкосуглинковий
Phkgl	43–80	9,60	0,68	56,14	1,96	3,84	27,78	33,58	грубопилувато-середньосуглинковий
P(h) kGl	80–100	0,23	0,52	72,27	0,97	0,97	25,04	26,98	грубопилувато-легкосуглинковий
Алювіальний лучний глейовий середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–В									
H_1gl	12–22	0,55	14,61	42,72	11,00	15,40	15,72	42,12	грубопилувато-середньосуглинковий
H_2Gl	30–48	4,20	7,64	46,96	3,04	10,88	27,28	41,20	грубопилувато-середньосуглинковий
HpGl	54–64	6,25	9,67	43,40	4,24	10,76	25,68	40,68	грубопилувато-середньосуглинковий
PhGl	80–90	6,47	12,05	41,84	10,44	12,32	16,88	39,64	грубопилувато-середньосуглинковий
PGl	102–112	16,38	30,30	30,20	3,92	8,12	11,08	23,12	піщано-легкосуглинковий

Закінчення табл. 1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
Алювіальний лучно–болотний карбонатний середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–К									
HkGl	5–28	5,20	38,60	8,20	4,10	35,90	8,00	48,00	піщано-середньосуглинковий
HPkGl	33–43	1,80	58,10	12,30	11,60	4,30	11,90	27,80	піщано-легкосуглинковий
	40–50	1,80	6,70	47,40	4,30	19,90	19,90	44,10	грубопилувато-середньосуглинковий
PHkGl	54–64	1,20	26,50	39,80	8,80	15,6	8,10	32,50	піщано-середньосуглинковий
	60–70	2,60	21,20	40,10	4,30	4,1	27,70	36,10	піщано-середньосуглинковий
PhkGl	75–85	9,60	14,20	40,20	12,30	19,6	4,10	36,00	піщано-середньосуглинковий
	85–90	8,40	12,80	39,60	4,50	15,6	19,10	39,20	піщано-середньосуглинковий
Алювіальний болотний важкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–Р									
Hgl	6–25	7,75	1,03	45,13	15,54	3,78	26,77	46,09	грубопилувато-важкосуглинковий
HPGl	32–42	3,67	4,83	43,71	10,24	3,78	33,77	47,79	грубопилувато-важкосуглинковий
PGl	52–62	1,85	4,12	42,57	7,68	8,67	35,11	51,46	грубопилувато-важкосуглинковий

Таблиця 2

Загальні фізичні властивості алювіальних ґрунтів Західного регіону України

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Щільність, г/см^3		Шпаруватість, %	
		твердої фази	будови	загальна	аерації
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Алювіальний дерновий примітивний щебенюватий карбонатний супіщаний ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–Г					
Phk	2–9	2,79	1,19	75,2	46,7
Алювіальний дерновий слаборозвинутий щебенюватий карбонатний глеюватий піщано-легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–С					
Hpk	1–11	2,49	1,32	54,76	31,07
Phk	11–21	2,56	1,37	41,92	27,74
Алювіальний дерновий короткопрофільний глеюватий легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 1–Г					
Hgl	3–22	2,39	1,04	57,2	23,1
P_1gl	22–29	2,60	1,52	42,1	2,4
P_2gl	42–52	2,59	1,55	40,1	0,3
P_3gl	95–105	2,56	1,61	37,1	0,7
Алювіальний дерновий карбонатний глеюватий середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 5–Ш					
Hkgl	0–10	2,46	1,09	55,8	15,7
	10–20	2,49	1,43	42,7	8,7
HPkgl	20–30	2,56	1,50	41,3	3,2
	30–40	2,57	1,43	44,4	4,6
Phkgl	40–50	2,57	1,40	45,4	6,0

Закінчення табл. 2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Алювіальний лучний глейовий середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–В					
H_1gl	12–22	2,43	1,31	45,90	24,2
H_2Gl	32–42	2,55	1,27	50,19	21,0
HpGl	54–64	2,51	1,23	50,87	14,7
PhGl	80–90	2,47	1,33	46,20	7,6
PGl	100–110	2,51	1,32	47,41	7,2
Алювіальний лучно-болотний карбонатний середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–К					
Hkgl	0–10	2,39	0,85	61,8	18,7
	10–20	2,33	1,12	52,1	12,4
	20–30	2,38	1,31	45,0	8,3
HPkgl	30–40	2,43	1,37	43,7	8,8
	40–50	2,53	1,37	44,7	7,0
PHkGl	54–64	2,44	1,35	44,6	4,9
PhkGl	75–85	2,48	1,32	46,9	4,2
Алювіальний болотний важкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–Р					
Hgl	10-20	2,27	1,04	47,08	15,9
HPGl	32-42	2,22	0,93	58,33	1,3
PGl	52-62	2,18	0,80	39,60	0,9

Таблиця 3

Фізико-хімічні властивості алювіальних ґрунтів
Західного регіону України

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	pH водне	Вміст гумусу, %	Вміст $CaCO_3$, %
1	*2*	*3*	*4*	*5*
Алювіальний дерновий примітивний щебенюватий карбонатний супіщаний ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–Г				
Phk	2–9	7,17	0,54	3,57
Алювіальний дерновий слаборозвинутий щебенюватий карбонатний глеюватий піщано-легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–С				
Hpk	1–11	6,88	0,82	13,12
Phk	11–21	7,29	0,58	16,40
Алювіальний дерновий короткопрофільний глеюватий легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 1–Г				
Hgl	3–22	6,43	2,63	–
P_1gl	22–29	5,97	0,71	–
Алювіальний дерновий карбонатний глеюватий середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 5–Ш				
Hkgl	3–15	7,22	4,55	3,08
HPkgl	15–43	7,58	1,19	1,23
Phkgl	43–80	7,78	0,95	1,23
P(h)kGl	80–100	7,84	0,90	6,15
Алювіальний лучний глейовий середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3-В				
H_1gl	12–22	7,21	6,28	–
H_2Gl	30–48	7,40	3,59	–
HpGl	54–64	7,58	2,12	–
PhGl	80–90	7,58	1,25	–

Закінчення табл. 3

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Алювіальний лучно-болотний карбонатний середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–К				
HkGl	5–28	7,00	7,62	7,38
HPkGl	33–43	7,29	6,44	9,84
	40–50	7,41	5,13	7,38
PHkGl	54–64	7,33	3,56	18,86
	60–70	7,31	2,06	8,61
PhkGl	75–85	7,56	1,12	4,10
	85–90	7,45	0,81	8,20
Алювіальний болотний важкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–Р				
Hgl	6–25	7.37	7.13	–
HPGl	32–42	7.43	4.50	–
PGl	52–62	7.39	0.76	–

Алювіальні дернові слаборозвинуті ґрунти приурочені також до прируслової частини заплави. Це відносно молоді ґрунти, які перебувають на стадії інтенсивного ґрунтогенезису за активного протікання заплавного та алювіального процесів. В результаті тривалішого періоду формування цих ґрунтів у них уже виділяється малопотужний слабогумусований горизонт потужністю до 10 см, нетривкої грудкуватої структури і піщано-легкосуглинкового гранулометричного складу. Під ним залягає дуже слабогумусована материнська порода з включенням великої кількості гальки, а у ґрунтах рівнинних територій – піску. Загальна потужність гумусованої частини профілю не перевищує 20–25 см.

У межах Західного регіону України алювіальні дернові слаборозвинуті ґрунти найпоширеніші також в заплавах Карпатських гірських і передгірських рік. Значно менші площі цих ґрунтів трапляються в заплавах рівнинних рік.

Типовим прикладом є розріз алювіального дернового слаборозвинутого ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Дністер в околицях с. Стрілки Самбірського району Львівської області.

Розріз № 3–С закладений за 40 м на схід від автомобільної дороги Лопушанка – Тисовиця і за 5 м на захід від русла річки Дністер у прирусловій частині заплави річки Дністер в околицях села Стрілки.

Рослинний покрив: кінський щавель, тимофіївка лучна, деревій, подорожник ланцетовидний, конюшина, маргаритка, кульбаба.

Глибина розрізу – 120 см.

Закипання від 10 % розчину HCl – з поверхні, слабке.

Оглеєння – з глибини 21 см.

Ґрунтові води – не розкриті.

Ґрунт: алювіальний дерновий слаборозвинутий карбонатний глеюватий піщано-легкосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.

Hd 0–1 см	Дернина.
Hpk 1–11 см	Гумусовий перехідний горизонт, сірий з буруватим відтінком (10YR 5/3), свіжий, ущільнений, піщано-легкосуглинковий, нетривка грудкувата структура, червоточини, подекуди уламки дрібної гальки, велика кількість корінців рослин, перехід поступовий за кольором і щільністю.
Phk 11–21 см	Дуже слабогумусована материнська порода, сіра з інтенсивним бурим відтінком (10YR 6/3), волога, щільна, дрібногрудкувата нетривка структура, карбонатна, супіщана, галька і валуни, корінці рослин, червоточини, перехід поступовий за кольором.
P_1kgl 21–30 см	Перший шар ґрунтотворної породи, бурий неоднорідний (10YR 8/3), з жовтуватими прошарками піску та іржавими плямами оглеєння, інтенсивність яких донизу зростає, вологий, щільний, зв’язно-піщаний, безструктурний, Fe-Mn конкреції, включення алювіального піску, дрібної і середньої гальки, перехід поступовий за кольором.

P_2kgl 30–38 см	Другий шар ґрунтотворної породи, світло-бурий неоднорідний (10YR 5/3), з жовтуватими піщаними прошарками та іржавими плямами оглеєння, вологий, щільний, зв'язно-піщаний, безструктурний, Fe-Mn конкреції, включення великої кількості гальки різних розмірів (2–5 см), поодинокі корінці рослин, перехід помітний за кольором і щільністю.
P_3kgl 38–75 см	Третій шар ґрунтотворної породи, представлений валунами і галькою з піщаним наповнювачем.

Гранулометричний склад слаборозвинутого гумусового горизонту піщано-легкосуглинковий з переважанням піщаних фракцій (близько 50 %). Вміст фізичної глини становить 21 %. Вниз по профілю гранскладзмінюється на супіщаний, збільшується вміст піску за зменшення вмісту фізичної глини (табл. 1). Через високий вміст піску структура гумусованих горизонтів є нетривкою і при транспортуванні зразків ґрунту в лабораторію грудкуваті агрегати розсипаються на незв'язані між собою частинки. Щільність твердої фази в алювіальних дернових слаборозвинутих ґрунтах становить 2,49–2,56 г/см^3 з тенденцією збільшення показника вниз по профілю. Щільність будови також збільшується в напрямку до ґрунтотворної породи з 1,32 до 1,37 г/см^3. Обернену закономірність має розподіл показників загальної шпаруватості та шпаруватості аерації (зменшуються з 54 до 41 % та з 31 до 27 %, відповідно) (табл. 3). У цих ґрунтах нейтральна реакція ґрунтового розчину у верхньому горизонті (pH водне 6,88), яка змінюється на слаболужну вниз по профілю (pH водне 7,2–7,6). За вмістом гумусу вони також, як і примітивні ґрунти, є безгумусними, хоча значення піднімаються вже до 1 %. Вміст карбонатів Кальцію також зростає (до 13–16 %), порівнюючи з примітивними ґрунтами в заплаві річки Стрий (табл. 4).

Алювіальні дернові короткопрофільні ґрунти є наступним етапом еволюції алювіальних дернових ґрунтів. Ці ґрунти

приурочені до вирівняних ділянок прируслової частини заплави, вкритих зазвичай лучним різнотрав'ям. Під впливом значної кореневої маси трав'янистої рослинності розвивається дерновий процес ґрунтотворення, що сприяє утворенню цілком сформованого суглинкового гумусово-акумулятивного горизонту з грудкуватою структурою, під яким залягають шари алювіальних відкладів. У межах Львівської області алювіальні дернові короткопрофільні ґрунти приурочені переважно до заплав типово рівнинних рік (Західний Буг, Прип'ять, Стир). У заплавах рік Українських Карпат і Передкарпаття ці ґрунти поширені на значно менших площах, хоча для гірських територій короткопрофільні відміни алювіальних дернових ґрунтів – це найбільш потужні і розвинуті ґрунти.

У морфологічній будові алювіальних дернових короткопрофільних ґрунтів виділяють добре гумусований гумусово-акумулятивний горизонт з грудкуватою або зернисто-грудкуватою структурою, під яким, різко вирізняючись від нього, залягає серія шарів сучасного алювію, різних за забарвленням, гумусованістю, ступенем вираженості оглеєння та гранулометричним складом. Характерною особливістю цих ґрунтів є наявність похованих горизонтів в ґрунтах, приурочених до найбільш підвищених ділянок прируслової заплави [6].

Типовим прикладом є розріз алювіального дернового короткопрофільного ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Лімниця в околицях с. Гриньків Рожнятівського району Івано-Франківської області.

Розріз № 2–Г закладений за 80 м на південний-захід-захід від русла річки Лімниця і за 30 м на північний-схід-схід по перпендикуляру від лінії електропередач у межах високої заплави річки Лімниця поблизу с. Гриньків.

Рослинний покрив: береза, верба, осика, подорожник ланцетовидний, тимофіївка лучна, молочай, деревій, кінський щавель.

Глибина розрізу – 105 см.

Закипання від 10% розчину HCl – відсутнє.

Оглеєння – з поверхні.

Ґрунтові води – не розкриті.

Ґрунт: алювіальний дерновий короткопрофільний глеюватий легкосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.

Hd 0–3 см	Дернина.
Hgl 3–22 см	Гумусово-акумулятивний горизонт, сірий з бурим відтінком неоднорідний (7.5YR 5/3), з білястими плямами, на глибині 11–12 см – білясто-вохристий прошарок піску, вологий, сильноущільнений, легкосуглинковий, грудкувато-зерниста структура, плями сегрегації діаметром 1–2 см, корінці рослин, перехід різкий.
P_1gl 22–29 см	Перший шар ґрунтотворної породи, сірувато-білястого кольору, неоднорідний (7.5YR 7/2), з буро-вохристими прошарками, вологий, ущільнений, у межах прошарків щільний, піщаний, безструктурний, перехід поступовий.
P_2gl 29–75 см	Другий шар ґрунтотворної породи, сірувато-білястого кольору, неоднорідний (7.5YR 7/2), з вохристими плямами оглеєння та темно-бурими прошарками потужністю від 0,2 до 1,5 см, сирий, слабоущільнений, піщаний, безструктурний, залізисто-марганцеві конкреції, перехід помітний за кольором.
P_3gl 75–105 см	Третій шар ґрунтотворної породи, пісок сірого кольору, неоднорідний (7.5YR 6/2), з сизими плямами оглеєння, сирий, слабоущільнений, піщаний, безструктурний.

Гранулометричний склад алювіальних дернових короткопрофільних ґрунтів легкосуглинковий з переважання фракції піску (40-45 %). Вміст фізичної глини коливається у межах 25–29 %. У залягаючих нижче шарах ґрунтотворної породи гранскладпіщаний, де вміст фізичної глини не перевищує 5 %

(табл. 1). Структурно-агрегатний стан ґрунтів характеризується як поганий. Коефіцієнт структурності дуже низький – 0,5. Проте ці ґрунти мають високу водостійкість (показник водостійкості 243 %) (табл. 4). Щільність твердої фази і щільність будови різко зростають від гумусового горизонту до шарів породи (з 2,39 до 2,6 г/см^3 і з 1,04 до 1,61 г/см^3, відповідно). Загальна шпаруватість, як і шпаруватість аерації, знижуються вниз по профілю (з 57 до 37 % і з 23 до 0,7 %, відповідно) (табл. 2). За вмістом гумусу алювіальні дернові короткопрофільні ґрунти є низькогумусними (2,67 %) і характеризуються чітко вираженим регресивно-акумулятивним розподілом. Мають слабкокислу реакцію ґрунтового розчину, безкарбонатні. Варто зазначити, що варіабельність показників фізичних і, особливо, фізико-хімічних властивостей ґрунтів є високою, що залежить від характеру підстилаючих порід, які річки розмивають, знижуючи базис ерозії, характеру рельєфу (гірський чи рівнинний), а також господарського використання ґрунтів.

Останнім етапом еволюції алювіальних дернових ґрунтів є утворення власне дернових ґрунтів з нормальним типом будови ґрунтового профілю. У них розвинутий гумусово-акумулятивний горизонт, під яким залягають кілька перехідних до породи горизонтів. Ці ґрунти приурочені до найбільш вирівняних ділянок прируслової частини заплави. Формуються під добре розвинутим покривом лучної рослинності, тому верхня частина гумусового горизонту добре задернована. Алювіальні власне дернові ґрунти широко розповсюджені в заплавах рік у межах всього Західного регіону України за винятком гірських територій, де вони практично не трапляються. У Передкарпатті та Закарпатті серед алювіальних дернових ґрунтів трапляються опідзолені відміни. В заплавах рік у межах Полісся, Розточчя і Волино-Подільської височини, де четвертинні відклади підстилаються крейдяними породами, ці ґрунти є карбонатними.

Таблиця 4

Структурно-агрегатний склад алювіальних ґрунтів Західного регіону України
(чисельник – сухе просіювання, %;
знаменник – мокре просіювання, %)

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Розміри агрегатів, мм / вміст, %									Сума водостійких агрегатів > 0,25 мм	Показники структурного стану		
		> 10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–,05	0,5–0,25	< 0,25		Коефіцієнт структурності	Показник водостійкості, %	Коефіцієнт водостійкості (за Медведевим)
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
Алювіальний дерновий короткопрофільний глеюватий легкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 1–Г														
Hgl	3–22	63,4	8,2	5,3 55,1	6,1 5,3	3,1 3,6	4,0 3,9	3,5 7,8	3,0 5,1	3,4 19,2	80,8	0,50	243,4	0,8
Алювіальний дерновий карбонатний глеюватий середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз №5–Ш														
Hkgl	3–15	18,6	14,8	15,4 24,6	22,7 17,5	10,5 15,3	10,7 10,6	1,8 4,0	2,2 6,1	3,3 21,9	78,1	3,57	100,0	0,8
HPkgl	15–43	45,8	12,6	10,7 19,4	10,8 15,2	5,8 12,7	6,6 12,1	2,6 4,6	2,2 8,6	2,9 27,4	72,6	1,05	141,5	0,7

Закінчення табл. 4

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*
Алювіальний лучний глейовий середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 3–В														
H_1gl	5–28	31,67	11,98	28,10 42,84	18,50 11,38	4,21 8,24	2,83 9,40	0,93 6,32	0,80 6,82	0,98 15,00	85,0	2,06	126,2	0,9
H_2Gl	28–40	38,85	17,72	18,32 7,86	14,65 8,56	4,95 8,72	3,20 16,54	0,98 12,44	0,70 16,90	0,63 28,98	71,0	1,53	117,4	0,7
Алювіальний лучно–болотний карбонатний середньосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–К														
Hkgl	3–28	58,6	8,6	7,2 20,8	11,4 7,9	5,7 7,9	6,4 19,4	0,9 12,9	0,3 7,6	0,9 23,5	76,5	0,68	188,9	0,8
HPkgl	33–43	70,8	9,7	6,9 1,8	6,1 5,4	2,7 3,2	2,3 19,4	0,5 21,7	0,2 7,6	0,8 40,9	59,1	0,40	208,1	0,6
Алювіальний болотний важкосуглинковий ґрунт на сучасних алювіальних відкладах, розріз № 2–Р														
Hgl	6–25	73,71	10,59	10,70 87,66	2,00 3,2	1,06 2,28	0,19 3,64	1,00 0,9	0,36 0,32	0,39 2,00	98,0	0,35	378,4	1,0

У морфологічній будові алювіальних власне дернових ґрунтів виділяють гумусово-акумулятивний горизонт зернисто-грудкуватої структури і легко- або середньосуглинкового гранулометричного складу. В міру зменшення вмісту гумусу вниз по профілю виділяють один або два перехідні горизонти, переважно оглеєні [5].

Типовим прикладом є розріз алювіального власне дернового карбонатного ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Західний Буг в околицях с. Шихтарі Червоноградського району Львівської області.

Розріз № 5–Ш закладений на високій заплаві лівого берега ріки Західний Буг за 50 м по перпендикуляру на північний захід від русла ріки і 20 м на південний схід від польової дороги поблизу с. Шихтарі.

Рослинний покрив суцільний, представлений лучним різнотрав'ям.

Глибина розрізу – 100 см.

Закипання від 10 % розчину HCl – з поверхні.

Оглеєння – з глибини 15 см.

Ґрунтові води – не розкриті.

Ґрунт: алювіальний дерновий карбонатний глеюватий середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.

Hd 0–3 см	Дернина.
Hk 3–15 см	Гумусово-акумулятивний горизонт, темно-сірий (10YR 5/2), вологий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкувато-зерниста структура, коріння рослин, перехід поступовий за кольором.
HPkgl 15–43 см	Гумусовий перехідний горизонт, темно-сірий з сизим відтінком (10YR 6/3), вологий, ущільнений, легкосуглинковий, грудкувата структура, коріння рослин, перехід поступовий за кольором.
Phkgl 43–80 см	Перехідний горизонт, бурувато-сизий (10YR 6/6), вологий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкувато-призматична структура, іржаві плями оглеєння, перехід поступовий за кольором.

P(h)kGl 80–100 см	Слабогумусована порода, бурого кольору (10YR 6/4), мокра, ущільнена, легкосуглинкова, грудкувата структура, іржаві плями оглеєння.

Гранулометричний склад алювіальних власне дернових ґрунтів середньосуглинковий, хоча трапляються і легкосуглинкові відміни. Переважаючою фракцією цих ґрунтів, на відміну від більш молодих слаборозвинутих і короткопрофільних відмін, є грубий пил (50–60 %). Вміст фізичної глини коливається у межах 30–40 % (табл. 1). Дернові ґрунти є добре оструктурені (коефіцієнт структурності 3,57), агрегати водостійкі (показник водостійкості 78 %). У перехідних до породи горизонтах структурно–агрегатний стан дещо погіршується (табл. 4). Показники щільності твердої фази коливаються у досить вузьких межах (2,46–2,57 г/см^3) і закономірно зростають вниз по профілю. Така ж закономірність простежується і у профільному розподілі щільності будови (1,10–1,50 г/см^3). Загальна шпаруватість і шпаруватість аерації мають тенденцію до зниження з глибиною (з 55 до 40 % і з 15 до 3 %, відповідно) (табл. 2). Вміст гумусу у власне дернових ґрунтах закономірно зростає в процесі еволюції цих ґрунтів і сягає 4,5 %, отож вони належать до середньогумусних. У заплаві ріки Західний Буг ці ґрунти мають слаболужну реакцію ґрунтового розчину, хоча в алювіальних ґрунтах заплав поліських і передкарпатських рік можуть мати нейтральну і навіть слабокислу реакцію. Вони містять невеликий відсоток карбонатів Кальцію (до 10 %), рівномірно розподілених по всьому профілю.

Алювіальні дернові ґрунти використовують здебільшого під сінокоси і як пасовищні угіддя. Розорювання цих ґрунтів спостерігається рідко, що спричинене малопотужним гумусовим профілем, відповідно їхньою невисокою потенційною родючістю, а також періодичним нетривалим затоплюванням прируслової частини заплави і, як наслідок,

втратою врожаю. Для вирощування сільськогосподарських культур на алювіальних дернових ґрунтах необхідно проводити осушення, двостороннє регулювання водного режиму, внесення органічних і мінеральних добрив.

Алювіальні лучні ґрунти (*Gleyic Fluvisols*). Алювіальні лучні ґрунти серед усіх ґрунтів заплави є найбільш гумусованими, найбільш забезпеченими поживними речовинами, мають найпотужніший гумусовий профіль, і загалом, є найбільш родючими ґрунтами в заплаві ріки. За цими показниками це наближає їх до чорноземів. Вони формуються в центральній частині заплави під різнотравно-злаковими луками здебільшого на суглинистому алювії. Ці ґрунти ще називають „зернистими", що пов'язане з тим, що високопродуктивна лучна рослинність розвиває в них потужну кореневу систему, яка охоплює велику товщу ґрунтової маси, що разом з пилувато-суглинковим намулом створює високу структурність ґрунту загалом. Вона може бути зумовлена також і підвищеним вмістом у них заліза. Формування алювіальних лучних ґрунтів відбувається в умовах спокійного затоплення паводковими водами на термін від одного до двох-трьох тижнів. Алювіальний процес характеризується слабкою інтенсивністю, алювій має переважно важкий гранулометричний склад.

Алювіальні лучні ґрунти відрізняються від дернових більшою потужністю гумусового горизонту, поступовим зменшенням вмісту гумусу вниз по профілю, дещо міцнішою зернистою структурою. Ознаки оглеєння в алювіальних лучних ґрунтах проявляються вже у гумусовому горизонті [2; 8].

Алювіальні лучні ґрунти на території Західного регіону України поширені в заплавах рік у межах Полісся (р. Західний Буг, Стир, Прип'ять), Надсянської рівнини (р. Вишня), Волино-Подільської височини (долини невеликих річок і струмків). Значні площі ці ґрунти займають в заплаві Дністра. У заплавах

Передкарпатських і Карпатських рік (приток р. Дністер) алювіальні лучні ґрунти майже не трапляються.

Морфологічна будова профілю алювіальних лучних ґрунтів складається з потужного одного або кількох гумусово-акумулятивних горизонтів і багатьох перехідних за гумусованістю горизонтів: H_1-H_2-Hp-Ph-P.

Гумусово-акумулятивний горизонт темно-сірого, коричнево-бурого або темно-сизого забарвлення з сірими та іржавими плямами оглеєння, вологий, щільний, середньо- або важкосуглинковий, зернистої чи грудкувато-зернистої структури, містить значну кількість гумусу та корінців рослин. Перехідні горизонти характеризуються посвітлінням донизу від темно-сірого до сіро-бурого, сіро-жовтого кольору, збільшенням кількості та розмірів плям оглеєння, зростанням вологості ґрунту, збільшенням кількості піщаних фракцій вниз по профілю. Материнська порода – алювіальний пісок сіро-білястого, буро-сизого кольору. Типовим прикладом є розріз алювіального лучного глейового середньосуглинкового ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Дністер в околицях с. Верин Миколаївського району Львівської області.

Розріз № 3–В закладений у центральній частині заплави ріки Дністер за 300 м на захід від русла ріки і 250 м на південний схід від автомобільної дороги Миколаїв – Розділ в околицях с. Верин.

Рослинний покрив: конюшина, осот рожевий, осока, кінський щавель, подорожник.

Глибина розрізу – 115 см.

Закипання від 10 % розчину HCl – відсутнє.

Оглеєння – з поверхні.

Ґрунтові води – не розкриті.

Ґрунт: алювіальний лучний глейовий середньосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.

Hd 0–5 см	Дернина.
H_1gl 5–28 см	Верхній гумусово-акумулятивний горизонт, сірий з іржавими плямами оглеєння (10YR 5/4), свіжий, ущільнений, тріщинуватий, середньосуглинковий, зерниста структура, натіки Fe_2O_3 по тріщинах, копроліти, червоточини, корені рослин, перехід поступовий.
H_2Gl 28–46 см	Нижній гумусово-акумулятивний горизонт, сірий з інтенсивними іржавими плямами оглеєння (10YR 5/4), свіжий, щільний, тріщинуватий, середньосуглинковий, зернисто-грудкувата структура, Fe-Mn конкреції, копроліти, червоточини, дрібні уламки мушель молюсків, корінці рослин, перехід поступовий за кольором.
HpGl 46–72 см	Перехідний горизонт, сірий неоднорідний (10YR 5/3), з буруватим відтінком та іржавими плямами оглеєння, вологий, щільний, середньосуглинковий, грудкувато-горіхувата структура, Fe-Mn конкреції, корневини, червоточини, слаборозкладені уламки мушель молюсків, дрібні корінці рослин, перехід поступовий за кольором і щільністю.
PhGl 72–98 см	Слабогумусована материнська порода, сіра неоднорідна (10YR 6/3), з інтенсивним буруватим відтінком та іржавими і сизими плямами оглеєння, волога, ущільнена, середньосуглинкова, грудкувата структура, Fe-Mn бобовини, корневини, незначна кількість корінців рослин, перехід ясний за кольором і щільністю.
PGl 98–115 см	Материнська порода – сучасні алювіальні відклади, сиза неоднорідна (10YR 6/2), з інтенсивними іржавими плямами і натіками, волога, ущільнена, легкосуглинкова, безструктурна, Fe-Mn бобовини, поодинокі корінці рослин.

Гранулометричний склад алювіальних лучних ґрунтів середньосуглинковий, проте часто трапляються важкосуглинкові відміни. Переважаючою фракцією є грубий пил (до 50 %). Вміст

фізичної глини коливається у межах 20–45 % (табл. 1). Ці ґрунти є найкраще структурованими (коефіцієнт структурності не нижче 1,5 навіть у перехідних горизонтах). Мають високу водостійкість ґрунтових агрегатів (показник водостійкості 110–130 %) (табл. 4). За показниками щільності твердої фази і щільності будови ці ґрунти незначно відрізняються від дернових глибоких ґрунтів (2,4–2,55 та 1,2–1,35 г/см^3, відповідно). Слід відзначити лише збільшення показника загальної шпаруватості у внутріґрунтовій товщі (до 50 %) (табл. 2). За вмістом гумусу алювіальні лучні ґрунти є високогумусними (понад 6 % гумусу у верхньому горизонті. Вниз по профілю його вміст поступово зменшується, що відповідає прогресивно–акумулятивному типу. Реакція ґрунтового розчину є слаболужною майже по всьому профілю. Ці ґрунти безкарбонатні, хоча трапляється велика кількість і карбонатних ґрунтів у заплавах рік.

Алювіальні лучні ґрунти у Західному регіоні України використовують здебільшого як високопродуктивні сінокісні та пасовищні угіддя. Розорювання цих ґрунтів спостерігається на значних площах, особливо в заплавах великих рік (Дністер, Західний Буг, Стрий, Прип'ять). Завдяки високій потенційній родючості цих ґрунтів отримують високі врожаї сільськогосподарських культур. Проте за інтенсивного господарювання в алювіальних лучних ґрунтах швидко зменшуються запаси гумусу, тому вони потребують внесення органічних і мінеральних добрив. Через періодичне затоплення заплави під час повеней і паводків рослини вимокають і втрачається урожай, тому для сталого сільськогосподарського використання цих ґрунтів необхідно проводити меліоративні заходи з регулювання водного режиму і зниження рівня ґрунтових вод.

Алювіальні лучно-болотні ґрунти (***Gleyic Histic Fluvisols***). Серед алювіальних лучних ґрунтів у пониженнях центральної заплави, а також у її притерасній частині в поєднанні з ними поширені алювіальні лучно-болотні ґрунти, які відрізняються

від лучних важчим гранулометричним складом, відсутністю шаруватості профілю, інтенсивнішим оглеєнням. На цих ділянках заплави характерний порівняно спокійний повеневий режим з відкладанням тонких мулуватих частинок алювію, які відразу освоюються ґрунтотворним процесом. Ґрунтові води тут підходять близько до поверхні (70–90 см), отож ознаки оглеєння простежуються у межах всього профілю у вигляді іржавих та сизих плям, інтенсивність яких донизу зростає. Алювіальні лучно-болотні ґрунти характеризуються інтенсивним гумусонакопиченням у гумусово-акумулятивному горизонті, проте з глибиною вміст гумусу різко зменшується, що пов'язано з посиленням анаеробних умов.

У Західноукраїнському краю алювіальні лучно-болотні ґрунти залягають в комплексі з алювіальними лучними ґрунтами, утворюючи смугасто-лінзоподібні поєднання-мозаїки. Географія їхнього поширення збігається з алювіальними лучними ґрунтами, проте більші площі алювіальних лучно-болотних ґрунтів приурочені до заплав рік поліської частини краю.

Морфологічна будова профілю така ж, як і в алювіальних лучних ґрунтів, проте відрізняється меншою потужністю гумусованої частини та загальною потужністю профілю.

Гумусово-акумулятивний горизонт темно-сірого або сірувато-бурого кольору з рясними бурими та іржавими плямами оглеєння, вологий, середньо- або важкосуглинковий, зернистої або грудкуватої структури. Перехідні горизонти характеризуються сизувато-сірим кольором з помітним посизінням донизу, середньо- і важкосуглинковим гранулометричним складом, збільшенням інтенсивності оглеєння. Материнською породою є пісок сірого, іржаво-сизого кольору, безструктурний.

Типовим прикладом є розріз алювіального лучно-болотного карбонатного середньосуглинкового ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Західний Буг в околицях с. Ракобовти Золочівського району Львівської області.

Розріз № 2–К закладений в пониженні центральної частини заплави лівого берега ріки Західний Буг за 250 м на північний схід від перетину меліоративних каналів і 230 м по перпендикуляру на схід в околицях с. Ракобовти.

Рослинний покрив: очерет, кінський щавель, пирій.

Глибина розрізу – 100 см.

Закипання від 10% розчину HCl – з поверхні, бурхливе.

Оглеєння – з поверхні.

Ґрунтові води – з глибини 100 см.

Ґрунт: алювіальний лучно-болотний карбонатний середньо-суглинковий на сучасних алювіальних відкладах.

Hd 0–5 см	Дернина.
HkGl 5–28 см	Гумусово-акумулятивний горизонт, темно-сірий з іржавими плямами оглеєння (10YR 5/2), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, середньозерниста структура, дуже дрібні включення панцерів слимаків, густо пронизаний корінцями рослин, наявний корінь діаметром 1 см, перехід поступовий за кольором і вологістю.
HPkGl 28–48 см	Верхній перехідний горизонт, світліший від попереднього (10YR 6/3) з іржавими плямами оглеєння, сирий, щільний, легкосуглинковий, грудкувато-зерниста структура, включення мушлів молюсків, дрібні корінці рослин, рідко трапляються коріння діаметром 0,5–0,7 см, перехід поступовий за кольором.
PHkGl 48–70 см	Нижній перехідний горизонт, сірий з бурим відтінком (10YR 6/3), інтенсивні іржаві плями оглеєння значних розмірів, сирий, ущільнений, середньосуглинковий, горіхувато-грудкувата структура, багато корінців діаметром 0,3 см, перехід ясний за щільністю.
PhkGl 70–90 см	Слабогумусована материнська порода, буро-сірого кольору (10YR 7/4), дуже інтенсивне оглеєння, слабоущільнена, середньосуглинкова, дуже багато дрібних уламків мушлів молюсків, дві кореневини діаметром 1,3–1,5 см, перехід різкий за кольором і щільністю.
PkGl 90–100 см	Материнська порода, іржаво-сизого кольору (10YR 6/2), мокра, злита, дуже інтенсивне оглеєння.

Гранулометричний склад алювіальних лучно-болотних ґрунтів середньосуглинковий, хоча часто трапляються і важко-суглинкові відміни. Переважаючими фракціями є піщана і грубопилувата. Вміст фізичної глини коливається у межах 27–50 % (табл. 1). Структурно–агрегатний стан лучно–болотних ґрунтів є гіршим, ніж лучних. У них більший вміст брилуватої фракції, менший коефіцієнт структурності (до 0,7), проте вища водостійкість агрегатів (показник водостійкості 180–210) (табл. 4). Показники щільності твердої фази і щільності будови поступово знижуються вниз по профілю (з 2,29 до 2,53 г/см^3 і з 0,85 до 1,37 г/см^3, відповідно). Загальна шпаруватість і шпаруватість аерації закономірно знижуються вниз по профілю (з 62 по 46 % і з 19 до 4 %, відповідно) (табл. 2). Вміст гумусу в цих ґрунтах хоч і має дещо вищі значення порівняно з лучними ґрунтами (до 8 %), проте крива його розподілу має рівномірно-акумулятивний тип. Реакція ґрунтового розчину цих ґрунтів є слаболужною у межах всього профілю (pH водне 7,0–7,5). Вміст карбонатів Кальцію дещо більший, ніж у лучних (до 20 %), що пов'язане з більшою кількістю уламків мушель молюсків у товщі ґрунтів (табл. 3).

Алювіальні лучно-болотні ґрунти використовують як низькопродуктивні сіножаті та пасовища. У травостої збільшується кількість вологолюбних трав. Розорювання цих ґрунтів недоречне через тривалий термін затоплення під час повеней і паводків.

Алювіальні болотні ґрунти (*Gleysols*). Алювіальні болотні ґрунти поширені у притерасній частині заплави з близьким рівнем залягання ґрунтових вод (50–70 см). Формуються в умовах дуже довгого затоплення паводковими водами (1 місяць і більше). Алювіальний процес характеризується слабкою інтенсивністю. У деяких місцях помітний делювіальний процес, який приносить у притерасну частину заплави продукти змиву з прилягаючих надзаплавних терас і корінних берегів. Для алювіальних болотних ґрунтів характерне інтенсивне оглеєння й олівізація всього профілю, велика кількість органічних і мінеральних речовин,

переважно важкосуглинковий та глинистий гранулометричний склад, незадовільний водно-повітряний режим.

Часто серед цих ґрунтів поширені оторфовані відміни, в яких у ґрунтовій товщі залягають торфові горизонти різного ступеня розкладу. Процес торфоутворення зумовлений тривалими анаеробними умовами і, відповідно, практично постійним надмірним перезволоженням. Морфологічні ознаки, особливо забарвлення, залежать від ступеня розкладу торфу: від світло-жовтого у майже нерозкладених до темно-бурого (майже чорного) у сильнорозкладених торфах. У перших рослинні залишки нерозкладені та видимі неозброєним оком, у сильнорозкладених – рослинні залишки майже невидимі [3; 7; 9].

Алювіальні болотні ґрунти на території Західного регіону України поширені в заплавах рівнинних рік у межах Полісся, Закарпаття та Передкарпаття. Значні площі ці ґрунти займають в заплаві Дністра, Західного Бугу, Стира і Прип'яті.

Морфологічна будова профілю алювіальних болотних ґрунтів складається з гумусово-акумулятивного та перехідного горизонтів і материнської породи. На поверхні ґрунтів утворюється потужна підстилка з густо переплетеного коріння вологолюбних трав, яку називають "очіс". Гумусово-акумулятивний горизонт вирізняється слабкою ущільненістю внаслідок сильного його переплетення корінцями рослин, має темно-сіре забарвлення, у вологому стані з помітним сизуватим відтінком, рясні іржаві плями оглеєння, переважно важкосуглинковий гранулометричний склад. Наявний лише один перехідний горизонт, який характеризується сизувато-сірим кольором з темно-сірими і сизими плямами оглеєння, важкосуглинковим гранулометричним складом, великою кількістю напіврозкладених корінців осоки та рештків молюсків. Материнська порода – алювіальні відклади сірого з буруватим відтінком забарвлення, з великою кількістю іржавих плям

оглеєння. Гранулометричний склад ґрунтотворної породи, залежно від географічного поширення, може бути як піщаний, так і важкосуглинковий. Типовим прикладом є розріз алювіального болотного важкосуглинкового ґрунту на сучасних алювіальних відкладах, закладеного в заплаві р. Дністер в околицях с. Розвадів Миколаївського району Львівської області.

Розріз № 2–Р закладений у притерасній частини заплави ріки Дністер за 250 м на захід від русла ріки та 40 м на схід перпендикулярно до меліоративного каналу в околицях с. Розвадів.

Рослинний покрив: очерет, осока.

Глибина розрізу – 65 см.

Закипання від 10 % розчину HCl – відсутнє.

Оглеєння – з поверхні.

Ґрунтові води – з глибини 65 см.

Ґрунт: алювіальний болотний важкосуглинковий на сучасних алювіальних відкладах.

Оч 0–6 см	Очіс.
HGl 6–25 см	Гумусово-акумулятивний горизонт, темно-сірий неоднорідний (10YR 5/2), з сизуватим відтінком та іржавими плямами оглеєння, вологий, щільний, важкосуглинковий, грудкувата структура, густо пронизаний корінцями рослин, перехід поступовий за кольором.
HPGl 25–50 см	Перехідний до породи горизонт, темно-сірий неоднорідний (10YR 5/1), з інтенсивним сизим відтінком і великою кількістю іржавих плям оглеєння; вологий, донизу стає сирішим; щільний, важкосуглинковий, брилувата структура, велика кількість Fe-Mn конкрецій і бобовин, корінці рослин, перехід помітний за кольором і щільністю.
PGl 50–65 см	Материнська порода, сиза зі значною кількістю іржавих плям оглеєння (10YR 7/1), мокра, злита, важкосуглинкова, безструктурна, Fe-Mn конкреції і бобовини, окремі корені рослин, дрібні уламки вугілля.

Гранулометричний склад більшості алювіальних болотних ґрунтів є важкосуглинковий. Переважаючою фракцією є грубий пил (до 50 %), хоча збільшується порівняно з іншими алювіальними ґрунтами мулувата фракція (до 25–35 %). Вміст фізичної глини коливається у межах 46–52 % (табл. 1). Ці ґрунти є погано оструктурені (коефіцієнт структурності 0,35), мають високий вміст брилуватої фракції. Проте структурні агрегати мають високу водостійкість (показник водостійкості понад 350 %) (табл. 4). У них низькі показники щільності твердої фази та щільності будови (2,2 і 1,0 г/см^3, відповідно) та шпаруватості аерації (менше 10 %) (табл. 2). Вміст гумусу високий (понад 7 %), проте різко знижується вниз по профілю. Ґрунти мають слаболужну реакцію ґрунтового розчину; безкарбонатні, хоча трапляються і карбонатні відміни.

Використовуються як дуже низькопродуктивні сіножаті та пасовища. Розорюють їх рідко через близький рівень ґрунтових вод і тривалий період затоплення паводковими та повеневими водами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вільямс В. Р. Ґрунтознавство. Землеробство з основами ґрунтознавства. Київ, 1948. 444 с.

2. Наконечний Ю. І. Ґрунти міжпасмових долин Пасмового Побужжя. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : Географія*. 2019. Том 47. № 2. С. 40–49.

3. Наконечний Ю. І., Вихопень П. Я. Морфологічні особливості органогенних ґрунтів заплави ріки Західний Буг. *Геополитика и экогеодинамика регионов*. 2014. Т. 10. Вып. 1. С. 750–753.

4. Наконечний Ю. І., Галайко Н. І. Алювіальні ґрунти заплави р. Дністер у межах гірської частини Українських Карпат. *Збірник наукових праць „Ґенеза, географія та екологія ґрунтів”*. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2015. С. 162–167.

5. Наконечний Ю. І., Позняк С. П. Ґрунти заплави ріки Західний Буг : монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. 220 с.

6. Наконечний Ю. І., Войтків П. С. Морфологічні особливості ґрунтів заплави ріки Стрий у межах гірської частини Українських Карпат. *Наукові записки СумДПУ імені А. С. Макаренка. Географічні науки*. 2021. Т. 2. Вип. 2. С. 46–53.

7. Наконечний Ю. І., Гонтар Н. Органогенні ґрунти заплави ріки Західний Буг. *Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті*. 2013. Львів. С. 329–333.

8. Наконечний Ю. І., Коваль М. Лучні ґрунти Малого Полісся. *Конструктивна географія і картографія: стан, проблеми, перспективи : матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 20-річчю кафедри конструктивної географії і картографії Львівського національного університету імені Івана Франка* (Україна, м. Львів, 1-3 жовтня 2020 р.). 2020. С. 180–184.

9. Наконечний Ю. І., Крецька О. Особливості поширення торфових ґрунтів у межах Малого Полісся. *Збірник матеріалів наукової конференції студентів і аспірантів „Ґоризонти ґрунтознавства”* (м. Львів, 12 травня 2021 року). Львів, 2021. С. 87–92.

10. Наконечний Ю. І. Алювіальні ґрунти. *Ґрунти Львівської області : колективна монографія* / за ред. С. П. Позняка. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2020. 424 с.

11. Позняк С. П., Красєха Є. Н. Чинники ґрунтотворення. Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. 400 с.

ПРОЦЕСИ ВТОРИННОГО ПЕДОГЕНЕЗУ У ФОРМУВАННІ АГРОЧОРНОЗЕМІВ РЕГРАДОВАНИХ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ

Ігор Папіш

На межі між енеолітом і раннім бронзовим віком на Волино-Поділлі склався строкатий ґрунтовий покрив. У його просторовій структурі домінували автоморфні текстурно-диференційовані ґрунти лісової ґенези (ясно-сірі та сірі опідзолені), а також темнозабарвлені ґрунти лесових Опіль (темно-сірі лісові та чорноземи попільнякові) і лучних степів (чорноземи типові). На початку бронзового віку спільною ознакою ґрунтів широколистяно-лісової і лісостепової зон Волино-Поділля була відносна стабілізація й адаптація ґрунтових властивостей до потенційних можливостей тогочасної екосистеми, що відобразилось у неповній сформованості генетичного профілю, відносно малій гумусованості та глибокій вилугуваності профілю від кальцій карбонатів (на Опіллях і в лучних степах за межі гумусового горизонту, а в лісових ландшафтах – до материнської породи). Ґрунтовий покрив розвивається і функціонує відповідно до природної структури ландшафтів.

Наприкінці атлантичного періоду (5,1–4,8 тис. років тому) природно-антропогенні умови ґрунтотворення на Правобережному плато України змінюються. На межі між Лісом і Степом виникають напруження у ландшафтній структурі регіону, спричинені поєднанням глобальних і регіональних змін природної

ситуації. Темпи розширення ареалів антропогенних ландшафтів за рахунок переведення великих масивів з лісовою і степовою рослинністю в орні землі (трипільські поля) прискорюються і набувають регіонального масштабу. На антропогенні зміни ландшафтної структури накладаються поступові глобальні зміни клімату [2; 3]. Екстремальний збіг обставин на сході Європи спричиняється до переміщення великих мас населення з євразійських степів (номади) на захід континенту. У відносно короткі терміни перебудовується не лише ландшафтна структура регіону, а й культура землекористування. Їхній сукупний вплив зумовлює розвиток вторинних процесів педогенезу, що спричиняє еволюцію цілинних ґрунтів у природно-антропогенні, чорноземів на лесових породах – в агрочорноземи реградовані. Процеси вторинного педогенезу суттєво прискорились у період екстенсивного сільськогосподарського використання земель (20-е ст.), який збігся із запровадженням інтенсивних зерно-просапних сівозмін, ростом технологічного навантаження на ґрунти.

Всеосяжні ґрунтово-картографічні дослідження сільськогосподарських земель в Україні відобразили масштаби еволюційних змін ґрунтового покриву. Вони були настільки помітними і незворотними, що зумовили зміни у класифікації ґрунтів України. Вперше у систематичному списку ґрунтів України і на ґрунтових картах появились реградовані ґрунти на рівні окремого регіонального роду в складі опідзолених підтипів ґрунтів [6]. Такого роду ґрунти виділяють лише в українській ґрунтовій класифікації і номенклатурі. Реградованих ґрунтів практично немає на Слобідській Україні, особливо поза нинішніми кордонами України – Білгородщина, Курщина, Воронежчина [3]. На північний схід від Дніпра утворення реградованих ґрунтів було практично неможливим через відсутність характерного природно-історичного збігу обставин, що склались на

території між Карпатами і Дніпром у середньому голоцені.

Досі існує генетична невизначеність у застосуванні терміну «реградовані» до різних підтипів ґрунтів [1]. Термін «реградація» буквально означає «…процеси повернення ґрунту до попередньої стадії ґрунтоутворення …», тобто до його природного стану, чого насправді не відбувається [8]. В основі цього поняття лежить процес вторинного закарбоначення профілю глибоко вилугуваних цілинних ґрунтів (протилежний до вилуговування), який насправді зумовлює закономірне покращення багатьох їхніх природних властивостей і функцій. Більш адекватним терміном, що характеризує ґрунти після інтенсивного закарбоначення профілю є «проградація» або «остепніння» ґрунту – виникнення у профілі ґрунту рис, притаманних ґрунтам степів, внаслідок зміни водного режиму" [8]. Невизначеність самої термінології, її неадекватне застосування у діагностиці та класифікації різних типів ґрунтів є наслідком слабкої вивченості природи процесів вторинного педогенезу і малої кількості наукових публікацій на цю тему. Основною метою цієї публікації є оцінка наслідків основного і супутніх процесів вторинного педогенезу, що спричинили еволюцію цілинних глибоковилугуваних чорноземів в агрочорноземи реградовані.

Реградовані ґрунти – регіональний еволюційний рід зональних типів ґрунтів зони широколистяних лісів і лісостепу, що утворилися внаслідок відносного остепніння ландшафтів і ґрунтів зі зміною лісової рослинності на трав'яну, зрідженням лісів і еволюцією гідротермічного режиму ґрунтів староорних земель. *Реградація* – це наслідок педогенного закарбоначення профілю опідзолених і вилугуваних лесиважних ґрунтів у результаті підняття збагачених кальцій бікарбонатом розчинів вверх по профілю ґрунту до зони активної ризосфери. Недоцільно вживати терміни реградація і закарбоначення профілю як синоніми. Штучно спровокований вторинний процес закарбона-

чення профілю ґрунту не можна замінити терміном реградація (що часто використовують), тому що такого ґрунтотворного процесу не існує. Зміст понять «реградація» чи «реградовані» стосується більше еволюційної термінології.

У результаті зміни гідротермічного режиму ґрунтів і розвитку процесу вторинного закарбоначення профілю агрочорноземів змінюється не тільки карбонатний профіль. Еволюція останнього різною мірою відображається практично на всіх властивостях матричної організації агрочорноземів, за винятком складу силікатної речовини. Найпомітнішими є міжфазові взаємодії між основними складовими біокосної екосистеми: розчинами – газами – твердою речовиною – мікробіотою.

Карбонатний профіль агрочорноземів реградованих докорінним чином відрізняється від профілю цілинних аналогів тим, що в останніх він практично відсутній. В умовах помірно-теплого і вологого клімату Волино-Поділля процес вилуговування у чорноземах є запорукою посиленої гуміфікації органічної речовини і гумусонакопичення [9]. Невипадково гумусовий горизонт чорноземів синхронізується за глибиною з вилугуваністю його від карбонатів. Прямою ознакою антропізації ландшафтів Волино-Поділля є глибина залягання солей кальцію і форми їхніх акумуляцій. У результаті тривалої багатовікової еволюції (3–5 тис років) і складної сезонно-вікової динаміки карбонатів відбувається взаємодія між твердою фазою і розчинами за активної участі мікробіологічних процесів, що змінюють склад і насиченість ґрунтового повітря різними газоподібними сполуками, передусім CO_2. Відносна аридизація клімату агрочорноземів на староорних землях, революційна перебудова кореневої системи щільнодернинних злаків у зоні активної ризосфери на слабо розвинену дрібно-кущову кореневу систему культурних злаків, агротехнологічне ущільнення ґрунтової товщі на значну глибину (50–60 см)

змінюють диференціальну пористість агрочорнозему [4]. При цьому порушується природний баланс капілярних потоків ґрунтової вологи (розірваність капілярних зв'язків). Формується відносно суцільна сітка капілярних судин між вилугуваним від карбонатів гумусовим горизонтом (*H+Hpi*) і акумуляціями карбонатів у долішньому горизонті кротовинного лесу (*Phi+p(h) k*). Характер циркуляції розчинів у новоствореному пористому тілі агрочорнозему відновлюється на глибину ближче до зони активної ризосфери культурної рослинності (30–50 см), а то й вище. У вилугуваній частині профілю колись цілинних чорноземів попільнякових (опідзолених) спостерігається акумуляція різних форм вторинних педогенних карбонатів.

Глибина залягання карбонатів в аргрочорноземах реградованих у просторовому вимірі коливається у досить широких межах, що зумовлено нерівністю давнього рельєфу, малопомітним мікро- і нанозападинним рельєфом земної поверхні, характером і проективним покриттям культурної рослинності, культурою землеробства, станом поверхні агрочорноземів, тривалістю використання ґрунту у зерно-просапних сівозмінах. За глибиною залягання карбонатів агрочорноземи реградовані поділяють на 3 роди: *слабореградовані* ($CaCO_3$ у формі прожилок псевдогрибниці залягає на глибині горизонту кротовинного лесу *Phk + P(h)k*); *середньореградовані* ($CaCO_3$ у формі помітних скупчень псевдоміцелію і карбонатної цвілі акумульований на глибині нижнього гумусового горизонту *Hp(i)k + PH(i)k*); *сильнореградовані* ($CaCO_3$ у формі просочення і рясної карбонатної цвілі сягає глибини гумусово-акумулятивного горизонту *Hk або H(e,k*)).

Найдавніші конкреційні новоутворення карбонатів у формі журавчиків, з менш щільним вапнистим ореолом навколо радіально-тріщинуватого окремнілого ядра, є реліктовими ознаками давнього гідроморфізму чорноземів Волино-Поділля

(рис. 1). Вони залягають на глибині переходу горизонту кротовинного лесу в товщу слабо зміненої ґрунтотворенням породи і корелюють з палеогоризонтом капілярної кайми ґрунтових вод.

Рис. 1. Конкреційні новоутворення кальцій карбонату у формі журавчиків в агрочорноземах Волино-Поділля

У структурі ґрунтового покриву Волино-Поділля найбільша частка агрочорноземів реградованих приурочена до Волинської ерозійної височини і Буго-Стирської денудаційно-акумулятивної рівнини. Для цього склались сприятливі передумови: незначна потужність верхньочетвертинної лесової товщі Волинського плато (6–8 м), неглибоке залягання елювію маастрихтського ярусу крейдяно-мергельних порід, переважно легкосуглинковий гранулометричний склад лесоподібних порід з домінуванням пилуватих фракцій, на 40–90 м нижчий гіпсометричний рівень Волинського плато порівняно з Подільським, менш

вологий клімат і менша лісистість ландшафтів, давня культура землеробства з часів пізнього Трипілля [5].

Морфологічна будова профілю агрочорноземів реградованих Волинської ерозійної височини відображає регіональні та локальні масштаби процесів вторинного закарбоначення профілю і просторову неоднорідність у формуванні ареалів реградованих агрочорноземів. Глибокі розрізи ми заклали між басейнами Західного Бугу і Стиру на широтному відрізку височини вздовж 50° пн. ш. в умовах вододільних плато і коротких випуклих привододільних схилів крутістю 1–2°.

Агрочорнозем слаборегрaдований глибинно-глеюватий (Greyzemic Phaeozems) грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинку Повчанської структурно-горбистої височини (розріз Рогізне Г-1, урочище Попівщина – басейн р. Стир). Географічна прив'язка: 50°23'18'' пн. ш., 25°19'56'' сх. д.. Мезорельєф – широка вододільна поверхня, сильно пофалдована мікроулоговинами. Потужність гумусового горизонту 50 см. Карбонати з глибини 88 см (закипання суцільне сильне) розсіяні в дрібноземі у формі карбонатної цвілі та псевдоміцелію; журавчики, Fe-Mn бобовини, іржаво-бурі плями і розводи з глибини 180 см.

Har (0–12 см) – темно-сірий однорідний (10YR5/3); свіжий; середній суглинок; зернисто-грудкувато-брилувата структура; пухке структурне складення, грубопористий; червоточини; рясні корінці; перехід помітний за структурою і складенням (орний шар).

H(e),d (12–22 см) – темно сірий однорідний (10YR5/3); свіжий; середній суглинок; горіхувато-брилувата структура з ознаками плитоподібної; щільне структурне складення, тріщинуватий; ледь помітна присипка SiO_2; корінці; перехід помітний за щільністю і структурою (шар плужної підошви);

He (22–31 см) – темно-сірий однорідний (10YR5/3), внизу білуватий відтінок посилюється; свіжий; середній суглинок; дрібногоріхувато-зерниста структура; пухке структурне складення, грубопористий; присипка SiO_2; червоточини, копроліти; корінці; перехід помітний рівний (підорний шар).

Hp(i) (31–50 см) – темно-сірий з виразним бурим відтінком (10YR5/2), майже однорідний, у нижній частині бурий колір посилюється; свіжий; середній суглинок; середньозерниста структура; пухке структурне складення, грубопористий; червоточини, копроліти; корінці; перехід ясний хвилястий.

PH (50–86 см) – строкатого забарвлення, сильно кротовинний, сірий з бурим відтінком (10YR6/3) і рясними темно-сірими кротовинами; свіжий; середній суглинок; неміцна зернисто-грудкувата структура; пухке структурне складення, грубопористий; червоточини, копроліти, багато темно-сірих з бурим відтінком кротовин (5–10 см у поперечнику); рідко корінці; перехід поступовий плямистий;

Phk (86–140 см) – строкатого забарвлення сірувато-бурий (10YR7/3) кротовинний лесоподібний суглинок; вологий; середній суглинок; грудкувата структура; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі цвілі (в порожнинах) і псевдоміцелію, багато кротовин (5–10 см), червоточини; перехід помітний, хвилястий.

P(h)k (140–180 см) – строкатого забарвлення світло-бурий (10YR7/3) лесоподібний суглинок; вологий; середній суглинок; невиразна грудкувата структура; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі псевдоміцелію; перехід помітний, дифузний.

Pkgl (180–210 см) – бурувато-палевий лесоподібний суглинок (10YR8/3); вологий; легкий суглинок; безструктурний; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі прожилок псевдогрибниці та журавчиків, рясні мікробобовини Fe_2O_3, іржаво-бурі плями.

Агрочорнозем середньорегрaдований глибинно-глеюватий (Greyzemic Phaeozems) грубопилувато-легко-суглинковий на лесоподібному суглинку Горохівського плато (розріз Сенкевичівка Г-144, урочище Могила). Географічна прив'язка: 50°31'45'' пн. ш., 25°02'18'' сх. д. Мезорельєф – широка вододільна поверхня. Потужність гумусового горизонту 58 см. Карбонати з глибини 40 см (закипання плямисте слабке, з 52 см – суцільне сильне). Карбонати у формі рясної цвілі з глибини 80 см; журавчики і Fe-Mn бобовини – з глибини 150–170 см.

Har (0–18 см) – темно-сірий однорідний (10YR5/3); свіжий; легкий суглинок; пилувато-зернисто-грудкувата структура; пухке

структурне складення, грубопористий; червоточини; корінці; перехід ясний за структурою і складенням (орний шар).

H(d) (18–30 см) – темно-сірий однорідний (10YR5/3); свіжий; легкий суглинок; зернисто-грубогрудкувата (брилувата) структура; пухке структурне складення (в окремих морфонах ознаки переущільнення), грубопористий; червоточини; корінці; перехід ясний нерівний (підорний шар).

Hp(e)k (30–58 см) – бурувато-сірий (10YR5/2), строкатого забарвлення; свіжий; легкий суглинок; грудкувато-зерниста структура; пухке структурне складення, грубопористий; карбонати у формі просочування; при підсиханні ледь помітна борошниста присипка SiO_2, часті червоточини, темно-сірі кротовини; перехід ясний хвилястий.

phk (58–90 см) – сірувато-бурий (10YR6/2), строкатого забарвлення; свіжий; легкий суглинок; грудкувато-зерниста структура; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі просочування і псевдоміцелію, а з глибини 80 см – рясна карбонатна цвіль (в порожнинах); червоточини, багато бурувато-сірих кротовин; рідко корінці; перехід поступовий хвилястий;

Phk (90–130 см) – сірувато-палевий (10YR7/3), більш однорідний; свіжий; легкий суглинок; грудкувата структура; щільне капілярне складення, тонкопористий; глибокі заклинки гумусованого матеріалу; червоточини, камери, по стінках грубих червоточин – копроліти і гумусові потьоки, великі кротовини (10–20 см у поперечнику); карбонати у формі рідкої цвілі (тільки в пустотах) і псевдоміцелію; перехід поступовий хвилястий.

P(h)k (130–150 см) – строкатого бурувато-палевого забарвлення (10YR7/3) кротовинний лесоподібний суглинок; вологий; легкий суглинок; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі просочування; перехід помітний язикуватий;

Pk(gl) (150–180 см) – бурувато-палевий лесоподібний суглинок (10YR8/3); вологий; легкий суглинок; безструктурний; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі просочування і псевдоміцелію; поодинокі мікробобовини Fe_2O_3 з глибини 190 см.

Агрочорнозем сильнореградований глибинно-глеюватий (Greyzemic Phaeozems) грубопилувато-легкосуглинковий на лесоподібному суглинку Сокальського плато (розріз Трудолюбівка СП-4, урочище Вільшана – басейн р. Західний Буг). Географічна

прив'язка: 50°31'01'' пн. ш., 24°13'52'' сх. д. Мезорельєф – короткий випуклий привододільний схил крутістю 1–2°. Потужність гумусового горизонту – 40 см. Карбонати з глибини 30 см (закипання суцільне середнє, з 40 см – сильне) у формі просочування, цвілі та псевдоміцелію; журавчики, Fe-Mn бобовини та іржаво-бурі плями з глибини 115 см.

H(e)ar (0–29 см) – темно-сірий з буруватим відтінком, однорідний, рівномірний (10YR5/3); вологий; легкий суглинок; грудкувато-зернисто-горіхувата структура; пухке структурне складення, ущільнений, грубопористий; при підсиханні ледь помітна присипка SiO2; червоточини, копроліти; рясні корінці; перехід різкий, рівний за забарвленням, структурою і складенням (орний шар).

Hp(e)k (29–40 см) – бурувато-сірий, однорідний, рівномірний (10YR5/2); вологий; легкий суглинок; зернисто-грудкувата структура; щільне структурне складення, ущільнений, грубопористий; за підсихання малопомітна присипка SiO_2; червоточини, копроліти; дрібні корінці; перехід ясний хвилястий.

Phk (40–71 см) – кротовинний лесоподібний суглинок; строкатого забарвлення сірувато-бурий (10YR7/3); вологий; легкий суглинок; невиразна зернисто-грудкувата структура; щільне капілярне складення, ущільнений, тонкопористий; карбонати у формі просочування, цвілі (в порожнинах) і псевдоміцелію, одиничні дрібні журавчики; багато кротовин, червоточини, копроліти; дрібні корінці; перехід поступовий, хвилястий.

P(h)k (71–115 см) – кротовинний лесоподібний суглинок; строкате забарвлення, палево-бурий із сірим відтінком (10YR7/3); вологий; легкий суглинок; грудкувата структура; щільне капілярне складення, щільніший за горішній, тонкопористий; карбонати у формі просочування і псевдоміцелію; зрідка грубі червоточини, невиразні кротовини; одиничні корінці; перехід поступовий, дифузний.

Pk(gl) (115–150 см) – бурувато-палевий лесоподібний суглинок (10YR8/3); свіжий; легкий суглинок; безструктурний; щільне капілярне складення, тонкопористий; карбонати у формі просочування, псевдоміцелій, прожилки псевдогрибниці, рясні журавчики, зрідка іржаво-бурі плями, транзитні червоточини.

Гранулометричний склад агрочорноземів реградованих Волино-Поділля більшою мірою успадкований від ґрунтотворної

породи (табл. 1). Підвищений і рівномірно витриманий з глибиною вміст піщаної фракції (15–19 %), характерні співвідношення між фракціями, а також незначна кількість мулу (16–22 %) в агрочорноземах реградованих Волино-Поділля є ознаками того, що ґрунти сформувались на слабокарбонатних (10–15 % $CaCO_3$) лесових породах Західноукраїнського типу [7].

Педолітогенні карбонатні новоутворення ґрунтотворної породи, успадковані ґрунтом, зосереджені здебільшого у тонких порах-дендритах самої породи і в горизонті кротовинного лесу. Вони представлені дрібнокристалічним кальцитом у формі білих прожилків і грибниці псевдоміцелію.

Таблиця 1

Гранулометричний склад агрочорноземів реградованих

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	W, %	Розмір частинок, мм; кількість, %						Частинки < 0,01 мм
			фізичний пісок		фізична глина				
			пісок		пил			мул	
			1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	< 0,001	
Агрочорнозем середньореградований глибинно-глеюватий грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинкові Повчанської структурно-горбистої височини (розріз Рогізне В-1)									
Har	0–12	1,96	0,14	18,41	49,54	6,76	6,21	18,94	31,91
H(e)d	12–20	2,15	0,13	14,73	54,27	1,76	10,17	18,94	30,87
He	20–31	1,94	0,15	14,22	54,55	6,42	6,58	18,08	31,08
Hp(i)	31–40	2,56	0,10	14,96	52,72	6,24	5,18	20,80	32,22
	40–50	1,96	0,10	16,07	50,57	6,42	6,24	20,60	33,26
PH(k)	50–60	1,94	0,02	16,12	53,29	9,63	3,94	17,00	30,57
	60–70	1,96	0,16	14,97	53,65	7,18	3,72	20,32	31,22
	70–80	1,90	0,06	16,77	51,30	3,93	7,18	20,76	31,87
Phk	100–110	1,87	0,04	15,78	52,23	5,73	4,52	21,70	31,95
Pkgl	190–200	1,50	0,10	16,83	53,40	6,39	6,52	16,76	29,67

Примітка: W - гігроскопічна волога.

Педогенні карбонати у формі дифузного просочування (морфологічно не виражені), карбонатної цвілі і накипу, частково псевдоміцелію, зосереджені у некапілярних порах і порожнинах, на стінках структурних агрегатів вище від горизонту кротовинного лесу. Вони є твердофазними продуктами процесу вторинного закарбоначення профілю на висоту капілярного підняття солей карбонатної кислоти у зоні активної аерації. У профілі ґрунту переважають водно-міграційні міцелярно-карбонатні форми новоутворень (рис. 2).

Рис. 2. Водно-міграційні міцелярно-карбонатні новоутворення в агрочорноземах типових Буго-Стирської денудаційно-акумулятивної рівнини

Морфологічні дослідження агрочорноземів реградованих у полі та лабораторний аналіз відібраних зразків за-свідчують правильність тези про необхідність повторної перевірки й уточнення деяких морфологічних показників ґрунтів на камеральному етапі. Особливо це стосується морфологічних ознак ґрунтів з активним розвитком вторинних процесів педогенезу. Оскільки візуальні спостереження є доволі суб'єктивними, зокрема стосовно глибини закипання від HCl, через що в польових умовах ґрунт часто діагностують як слабореградований. Під час лабораторного аналізу зразків ґрунту на карбонатність часто виявляється, що ґрунт насправді є середньореградованим.

Морфологічні форми та загальний вміст карбонатів в агрочорноземах реградованих Волинської височини підтверджують розвиток ґрунтів на слабокарбонатних лесоподібних суглинках вододільної фації (табл. 2). Карбонатний профіль цілком зрілий, але ще не сформований до кінця. Запаси педогенних карбонатів в однометровій товщі не перевищують 1 500 т/га, у той час як у двометровій товщі їх майже у 8–10 разів більше (> 11,8 тис. т/га), що вказує на різко диференційований карбонатний профіль і засвідчує високу активність процесів вторинного закарбоначення профілю.

Різноманітні морфологічні форми карбонатів диференційовані у профілі агрочорноземів реградованих на різних стратиграфічних рівнях, що відображає сезонно-вікову динаміку вторинного закарбоначення ґрунту в середньому і пізньому голоцені.

Вертикальний розподіл карбонатів вказує на дисбаланс у співвідношенні процесів вилуговування і вторинного закарбоначення. З глибини горизонту кротовинного лесу (160–170 см) вміст карбонатів поступово зменшується і підтягується доверху, що вказує на виразне домінування процесів вторинного закарбоначення над вилуговуванням у сезонно-багаторічному циклі педогенезу. Максимум карбонатів (13,07 %) на глибині 160–170 см є показником глибини максимального вилуговування карбонатів на час формування цілинного чорнозему на ранній фазі сповільненого розвитку (середній голоцен). Наявність єдиного максимуму карбонатного профілю свідчить про один повний цикл вилуговування-закарбоначення агрочорнозему впродовж голоцену.

Таблиця 2

Вміст карбонатів в агрочорноземах реградованих

Співвідношення ЕҐП	Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Кальцій карбонати ($CaCO_3$)		
			Морфологічні форми	Вміст,%	Запаси, т/га
Агрочорнозем середньореградований глибинно-глеюватий грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинкові Повчанської структурно-горбистої височини (розріз Рогізне В-1)					
Профіль вилуговування	*Har*	0–12	немає	0,0	0,0
	H(e)d	12–20	немає	0,0	0,0
		20–30	немає	0,0	0,0
	Hp(i)	31–40	немає	0,0	0,0
		40–50	немає	0,0	0,0
	PH	50–60	немає	0,0	0,0
Профіль закарбоначення		60–70	просочування	1,63	151,7
		70–80		–	–
		80–86	карбонатна цвіль	–	–
	Phk	90–100		8,58	1 149,7
		100–110	псевдоміцелій	7,35	1 123,8
		110–120		6,53	1 112,7
		120–130		7,76	1 452,6
		130–140		–	–
	P(h)k	140–150		–	–
		150–160		–	–
		160–170		13,07	3 355,0
		170–180	прожилки	–	–
	Pkgl	180–190		–	–
		190–200	прожилки + журавчики	10,62	3 440,8
Запаси карбонатів у шарі:		0-50		0,0	0,0
		0-100			1 301,4
		0–200			> 11 786,3

Примітка: ЕҐП – елементарні ґрунтотворні процеси; – не визначались

Процес вторинного закарбоначення профілю агрочорноземів реградованих спровокував інтенсифікацію багатьох побічних вторинних процесів педогенезу, які безпосередньо відображаються на фізичних і фізико-хімічних властивостях ґрунтів. Насамперед це стосується кислотно-основних характеристик ґрунтів, які тісно пов'язані з фізико-хімічною вбирною здатністю (табл. 3).

На глибину гумусового горизонту (80–85 см) реакція середовища ($pH_{водне}$) слабокисла 5,5–6,4, змінюючись на нейтральну (6,7–6,8) у нижньому перехідному горизонті *Phk*. В горизонтах кротовинного лесу і породі (140–200 см) вона наближається до нижнього порогу слаболужної реакції (7,0–7,1). Дуже поступовий і розтягнутий перепад кислотно-лужної рівноваги у вертикальному профілі агрочорнозему реградованого свідчить про рівномірно прогресуючу тенденцію вторинного закарбоначення профілю ґрунтів.

Гідролітична кислотність змінюється асиметрично змінам pH середовища і характеризує низький (2,1–3,0) і дуже низький (< 2,0) ступінь кислотності ґрунту. Показники гідролітичної кислотності (1,5–2,8 ммоль) є оптимальними і стимулюють мікробіологічну активність у гумусовому горизонті.

Високі показники суми увібраних основ (20,8–29,2 ммоль) гумусового горизонту характеризують його високий пороговий рівень насичення основами (90,5–94,8 %). За співвідношення увібраних Ca^{2+} : Mg^{2+} 1,03–2,7 відносна роль магнію у вбирному комплексі зростає. Це свідчить про поєднання відносного ксероморфізму процесів вторинного закарбоначення профілю і збалансованого гідротермічного режиму, на фоні якого розвивається цей процес. Такий висновок закономірний, адже за недостатнього зволоження ґрунту атмосферною вологою мобілізація і під-тягування карбонатів з глибини кротовинного лесу до зони активної ризосфери стали б проблематичними.

Таблиця 3

Кислотно-основні властивості агрочорноземів реградованих

Шифр зразка ґрунту	Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	pH водне	Увібрані основи, ммоль/100 г ґрунту		Гідролітична кислотність, ммоль	Сума увібраних основ, ммоль	Ступінь насичення основами, %
				Ca^{2+}	Mg^{2+}			
Агрчорнозем середньореградований глибинно-глеюватий грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинкові Повчанської структурно-горбистої височини (розріз Рогізне В-1)								
1/2060	*Har*	0–12	5,82	13,6	13,2	2,8	26,8	90,5
1/2061	*H(e)d*	12–20	5,64	15,6	8,8	2,4	24,4	91,0
1/2062		20–30	5,51	15,2	5,6	2,8	20,8	88,1
1/2063	*Hp(i)*	31–40	5,61	17,6	11,6	2,6	29,2	91,8
1/2064		40–50	5,76	16,8	11,0	1,5	27,8	94,8
1/2065	*PH*	50–60	5,96					
1/2066		60–70	5,97					
1/2067		70–80	6,06					
		80–86	6,41					
1/2068	*Phk*	90–100	6,68					
1/2069		100–110	6,73					
1/2070		110–120	6,78					
1/2071		120–130	6,75					
1/2071а		130–140	6,80					
1/2072	*P(h)k*	140–150	7,00					
1/2072а		150–160	7,06					
1/2073		160–170	6,98					
1/2073а		170–180	7,05					
1/2073б	*Pkgl*	180–190	7,01					
1/2074		190–200	7,02					

Процеси вторинного закарбоначення профілю та формування реградованих ґрунтів розвиваються в умовах більш контрастного, порівняно з цілинними екосистемами ґрунтів, водно-теплового режиму. Збалансоване поєднання макроклімату Вологої атлантичної фації агрочорноземів Волино-Поділля і посилення контрастності ґрунтотворення на староорних землях є головною причиною відсутності реградованих агрочорноземів у східних, більш засушливих, фаціях агрочорноземів Східної Європи.

Позитивні зміни кислотно-основних властивостей агрочорноземів реградованих теоретично повинні відобразитися на аналогічних тенденціях у змінах гумусового стану ґрунтів. Проте умови, за яких розвиваються процеси вторинного педогенезу, зокрема закарбоначення профілю, унеможливлюють адекватні зрушення у складі гумусових речовин агрочорноземів реградованих. Антропізація ґрунтотворення на фоні підвищеної аерації прискорюють процеси дегуміфікації органічної речовини. За вмістом і запасами гумусу в гумусовому горизонті агрочорноземи реградовані Волино-Поділля належать до малогумусних (1,8–2,9 %).

Фізико-хімічні процеси і властивості агрочорноземів реградованих позитивно відображаються на їхньому структурному стані (табл. 4).

Підтягування карбонатів вверх по профілю, їхня кристалізація у формі дрібнокристалічного кальциту зумовлюють об’ємні зміни, які спричиняють мікродислокації ґрунтових мас у мікропорах структурних агрегатів (педів) природних ґрунтів. Наслідком цих процесів є розпушення ґрунтової маси, переорганізація структурно-агрегатного складу і зниження щільності складення ґрунту.

У структурно-агрегатному складі агрочорноземів реградованих переважають фракції агрономічно цінних агрегатів. Зі зменшенням розмірів водостійких агрегатів збільшується їхній вміст. З глибиною розпиленість структури зменшується. Коефіцієнт структурності досить високий (1,32–1,44) в

орному шарі, чому сприяють агротехнічні та фітомеліоративні заходи. В опресійному шарі плужної підошви він закономірно знижується до 1,03. У верхньому перехідному гумусовому горизонті *Hp(i)* коефіцієнт структурності помітно вищий – 1,53–1,76, чому сприяють процеси поступового усереднення кислої реакції середовища в долішній частині гумусового горизонту і підвищення ступеня насичення ґрунту основами. На глибині півметрового шару процеси дегуміфікації послаблюються.

Таблиця 4

Структурно-агрегатний склад агрочорноземів реградованих

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків	Розмір структурних агрегатів, мм; вміст, %									*К* / *А*
		> 10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25	
Агрочорнозем середньореградований глибинно-глеюватий грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинкові Повчанської структурно-горбистої височини (розріз Рогізне В-1)											
Hag	0–12*	29,86/0,00	7,46/0,00	6,83/0,76	11,23/0,86	8,38/0,66	14,63/2,76	5,73/6,42	4,73/32,16	11,15/56,38	1,44/369
	12–20*	37,51/0,00	12,29/0,00	8,81/0,00	13,22/0,88	6,84/1,30	9,37/2,92	3,17/7,12	3,25/26,86	5,54/60,92	1,32/529
Ha/ag	20–31*	44,17/0,00	11,59/0,00	7,67/0,94	9,22/0,68	5,42/1,08	9,46/2,04	4,35/6,92	3,20/33,54	4,92/54,8	1,03/536
Hp(i)	31–40*	32,74/0,00	11,07/0,00	9,70/0,18	12,11/1,88	6,88/1,46	11,18/9,88	5,36/12,02	4,42/20,62	6,54/53,96	1,53/334
	40–50*	29,71/0,00	9,22/0,00	9,29/0,00	12,58/20,82	7,61/2,96	13,53/4,84	5,77/6,90	5,82/9,74	6,47/54,74	1,76/144

Примітки: чисельник – сухе просіювання, знаменник – мокре просіювання; * – трикратна повторність; *К* – коефіцієнт структурності; *А* – критерій водостійкості АФІ (%).

Зміни структурно-агрегатного складу у ході вторинного закарбоначення профілю агрочорноземів реградованих відображаються на щільності складення ґрунтів. Перехідні до породи горизонти разом з горизонтом кротовинного лесу вирізняються щільним тонкопористо-капілярним структурним складенням на рівні 1,34–1,51 г/см^3 (табл. 5).

Таблиця 5

Щільність будови агрочорноземів реградованих

Шифр зразка ґрунту	Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Щільність будови, г/см^3
Агрочорнозем середньореградований глибинно-глеюватий грубопилувато-середньосуглинковий на лесоподібному суглинкові Повчанської структурно-горбистої височини (розріз Рогізне В-1)			
1/2060	*Har*	0–12	1,18
1/2061	*H(e)d*	12–20	1,25
1/2062		20–30	1,38
1/2063	*Hp(i)*	31–40	1,27
1/2064		40–50	1,26
1/2065	*PH*	50–60	1,30
1/2066		60–70	1,33
1/2067		70–80	1,28
1/2067а		80–86	1,31
1/2068	*Phk*	90–100	1,34
1/2069		100–110	1,39
1/2070		110–120	1,42
1/2071		120–130	1,44
1/2071а		130–140	1,45
1/2072	*P(h)k*	140–150	1,45
1/2072а		150–160	1,48
1/2073		160–170	1,51
1/2073а		170–180	1,55
1/2073б	*Pkgl*	180–190	1,56
1/2074		190–200	1,62

При цьому формується структура ґрунту, максимально близька за типовими і родовими ознаками до аналогічної структури малогумусних текстурно слабо- або недиференційованих відмін (агрочорноземи типові, агродернові глибокі) з тією відмінністю, що вертикальний розподіл фракцій різного розміру і водостійкості майже рівномірний по профілю (див. табл. 3). Фракції водостійких агрегатів розміром > 3 мм в гумусовому горизонті практично відсутні. У невеликих кількостях (20,8 %) вони трапляються на глибині 40–50 см гумусового горизонту, майже впритул до горизонту залягання карбонатів у формі просочування.

Кількості гумусу і акумульованих карбонатів на глибині другого півметрового шару достатньо для помірного розпушення ґрунтової маси (1,28–1,34 г/см^3), але явно замало для формування агрономічно цінної водостійкої макроструктури.

Висновки. Поява у складі структури ґрунтового покриву Волино-Поділля реградованих агрочорноземів синхронізується з середньоголоценовим етапом антропізації ландшафтів і глобальними кліматичними змінами. Вони зумовили остепніння ландшафтів регіонального масштабу. Без втручання людини у природне середовище в умовах вологого помірно-теплого клімату Волино-Поділля процеси вторинного педогенезу, спровоковані закарбоначенням профілю глибоковилугуваних ґрунтів, є малоймовірними. Явище реградованості ґрунтів є комплексним. Насправді воно означає покращення фізико-хімічних, фізичних і агрономічних властивостей ґрунтової екосистеми (проградація) через вторинну акумуляцію педогенних карбонатів вище від зони їхнього природного залягання.

Еволюційні зміни у ґрунтовому покриві були спровоковані революцією гідротермічного режиму ґрунтів на староорних землях. На першому етапі змінюється склад і концентрація ґрунтових розчинів, які активізують процеси взаємодії з твердою

фазою ґрунту. Твердофазними продуктами процесу вторинного закарбоначення є педогенні форми кальцій карбонату, які інтенсивно акумулюються у профілі колись вилугуваного ґрунту. Зрушення кислотно-лужної рівноваги у межах профілю вилуговування цілинних чорноземів призвели до незворотних змін у властивостях ґрунтів. Вони спровокували ланцюгову реакцію змін фізико-хімічних, фізичних і агрономічних властивостей агрочорноземів реградованих: розвитку карбонатного профілю, усереднення реакції середовища, стимулювання біологічної активності ґрунту через оптимізацію ступеня його кислотності, розвиток протикислотної буферності, стабілізація колоїдної системи ґрунтової матриці, покращення структурно-агрегатного стану, диференціальної пористості і щільності складення. Явище реградації агрочорноземів попільнякових і вилугуваних є природним аналогом формування культурних ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буртова О., Папіш І. Педогенні ознаки ксероморфності ґрунтоутворення у чорноземах реградованих Волинської височини. *Збірник матеріалів наук. конф. студентів і аспірантів «Горизонти ґрунтознавства»*. 2022. Львів : ЛНУ імені Івана Франка. С. 20–28.

2. Відейко М. Ю. Подорож до прадавньої країни. Київ : Вища школа, 2011. 167 с.

3. Гродзинський М. Д. Середньоголоценове постагрикультурне остепнення – перше на території України антропогенне перетворення ландшафтів регіонального масштабу. *Український географічний журнал*. 2019. № 2(106). С. 3-12.

4. Медведев В. В., Лындина Т. Н., Лактионова Т. Н. Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты). Харків, 2004. 244 с.

5. Природа Волинської області / за ред. К. І. Геренчука. Львів, 1975. 147 с.

6. Систематичний список ґрунтів Української РСР. *Додаток до Програми карти ґрунтів Української РСР в масштабі 1:200 000*. Київ, 1965. 13 с.

7. Соколовский И. Л. Лессовые породи Западных областей Украины. Київ : АН УССР, 1958. С. 8–54.

8. Тлумачний словник з ґрунтознавства (рос.). М.: Наука. 1975. 287 с.

9. Buber L. Die galizisch-podolische Schwarzerde, ihre Ennstehung und naturliche Beschaffenheit unb die gegenwatigenlandwirtschaftichen Betriebsverhaltnisse des Nordostens dieser Bodenzone Galiziens. 1910. Berlin. 205 p.

АНТРОПОГЕННІ ҐРУНТИ В МЕЖАХ ТЕРИТОРІЇ МІСТА ЛЬВОВА

Олексій Телегуз,
Ярослав Борис

Вплив антропогенної діяльності на ґрунти посилився, зокрема з кінця минулого тисячоліття. У географів-ґрунтознавців складається враження про природність всіх ґрунтів, тобто про те, що всі ґрунти відповідають природним чинникам, природній зоні та генетичному типові.

Здебільшого антропогенні зміни ґрунту вважають особливими подіями або фактами з дуже слабкою кореляцією з загальними теоріями ґрунтотворення та характеристиками ґрунтового покриву. Антропогенні зміни властивостей ґрунту та характеристик ґрунтового покриву часто вивчають і аналізують незалежно від природних умов, зокрема процесів ґрунтотворення. Таке відокремлення географії ґрунтів і таксономічного розвитку природних і змінених людиною ґрунтів характерне не лише для української ґрунтознавчої школи, а й більшою мірою для західної ґрунтознавчої школи.

Важливо розглядати світ антропогенної модифікації та антропогенних ґрунтів у контексті єдиної системи з внутрішніми та зовнішніми зв'язками. Аналіз цих ґрунтів з погляду ґрунтових процесів, взаємодії з природними й антропогенними факторами середовища є особливо важливим.

На цей час ще не завершено стадію збору основних фактів, які стосуються антропогенних ґрунтів, лише розпочинається стадія їхнього аналізу, узагальнення та класифікації, тому певні визначені висновки робити зарано. Нові дослідження, які проводять в Україні, зокрема науковцями кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка, додають інформацію, що слугуватиме стимулом для подальших досліджень, наприклад, вивчення антропогенного впливу під час містобудування, будівництва магістральних трубопроводів, пошуків і видобутку корисних копалин тощо.

Дослідженню антропогенних ґрунтів міста Львова останнім часом почали приділяти значну увагу. Завдяки постійному науковому інтересу до питань формування та функціонування антропогенних ґрунтів існує значна кількість публікацій з цих питань. Актуальними стають дослідження урбанізованих екосистем, складних антропогенних утворень, якими є великі міста, зокрема і Львів, зі зміненими компонентами ландшафту – рослинністю та ґрунтовим покривом.

Ґрунтовий покрив міста Львова досліджували О. Б. Вовк, П. К. Волошин, Я. В. Ґеник, І. М. Волошин, О. Р. Собечко, В. П. Кучерявий М. М. Назарук, О. Г Телегуз, С. П. Позняк та інші .

Вперше поняття «міські ґрунти» увів Бокгейм (1974), який визначив його як ґрунтовий матеріал, що містить антропогенний шар несільськогосподарського походження потужністю понад 50 см, створений шляхом перемішування, заповнення або забруднення поверхні землі в міських і приміських територіях.

Сьогодні прийнято таке визначення: міські ґрунти – антропогенно змінені ґрунти, які мають створений в ході людської діяльності поверхневий шар потужністю понад 50 см, отриманий перемішуванням, насипанням, похованням

або забрудненням матеріалу урбогенного походження, в тому числі будівельно-побутового сміття [11].

Як зазначають С. П. Позняк і О. Г. Телегуз, міський ґрунт є біокосною системою, яка складається з твердої, рідкої, газоподібної фаз з участю живої фази, він виконує певні екологічні функції. Ґрунти в місті існують і розвиваються під впливом таких самих чинників ґрунтотворення, що і природні ґрунти, але антропогенний чинник тут є визначальним. У широкому розумінні міський ґрунт – це будь-який ґрунт, який функціонує в навколишньому середовищі міста.

У вузькому розумінні цей термін визначає специфічні ґрунти, сформовані діяльністю людини в місті. Ця діяльність водночас є і пусковим механізмом, і постійним регулятором міського середовища. Природні умови території місця розташування міста та зональні особливості ґрунтотворення накладають значний (певний) відбиток на елементарні процеси ґрунтотворення та їхню інтенсивність у ґрунтовому профілі міських ґрунтів [11].

У працях О. Б. Вовк [1–3] висвітлено еколого-функціональні особливості ґрунтового покриву міських парків, екологічний потенціал антропогенних ґрунтів, а також особливості ґрунтового моніторингу в умовах м. Львова.

Дослідження засвідчили, що структуру ґрунтового покриву парків м. Львова утворюють гетерогенні та територіально неоднорідні блоки природних і антропогенних ґрунтів, що первинно або вторинно змінені рекреаційним навантаженням. Серед антропогенних ґрунтів переважають урбаноземи [1]. Оцінку еколого-функціонального стану антропогенних ґрунтів О. Б. Вовк здійснювала на підставі їхніх водно-фізичних, фізико-хімічних і фізіологічних властивостей [2].

Дослідження еколого-функціонального стану антропогенних ґрунтів парку «Знесіння» здійснювали О. Б. Вовк і

Шрубович Ю. Ю. Було встановлено, що кар'єрний «техноґрунт» паркуформується на схилах значної крутизни, де закріплення дрібноземного матеріалу є утрудненим, і на сильно ущільнених днищах кар'єру. Середньосуглинковий субстрат з уламками пісковика, як підстильна порода, водночас є субстратом для поселення піонерної рослинності (формацій остепнілих лук). Після припинення експлуатації кар'єрів і 30-ти років спонтанного заростання можна спостерігати перші ознаки структурування ґрунтового профілю і формування гумусового горизонту потужністю до 1 см на схилах і 1,5–2,0 см – в їхньому підніжжі за рахунок інтенсивного змиву органіки зі схилу [3].

Техногенні ґрунти центральної частини Львова досліджував П. К. Волошин. Аналіз отриманих даних засвідчив, що техногенні ґрунти суцільним плащем покривають територію історичної частини Львова, розташованої у межах Львівської улоговини. Потужність ґрунтів культурного шару змінюється в широких межах: від 2–4 до 6–9 м. Накопичення ґрунтів культурного шару міста тривало понад 15 століть. Найдавніші шари виявлено археологами у котловані готелю «Золотий Лев», який будувався в заплаві р. Полтви [12].

Пересічна швидкість антропогенного осадонагромадження становить 0,5–1,0 см за рік. Сумарний об'єм техногенних ґрунтів понад 5 млн м^3 [4].

Я. В. Ґеник досліджував зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтового покриву в лісопаркових і паркових насадженнях міст Карпатського регіону України, зокрема у Львові обстежував Винниківський лісопарк, парк «Високий Замок» та Парк Івана Франка [6].

Ґрунтовий покрив лісопаркових і паркових насаджень урбанізованих екосистем, що зазнає значних змін у процесі господарського та рекреаційного впливу, за генезисом та особливостями будови науковець поділив на дві основні кате-

горії: антропогенно змінені, близькі до природних (Винниківський лісопарк) та штучно сформовані (парки центральної історичної частини Львова).

Антропогенні навантаження на лісопаркові та паркові насадження урбанізованих екосистем призводять до ущільнення верхніх шарів ґрунтового покриву (щільність будови – 0,98–1,18 г/см^3 за слабкого та 1,36–1,47 г/см^3 за сильного антропогенного навантаження), зниження польової вологості, зменшення показників шпаруватості (50,5–54,4 % за слабкого та 40,4–47,9 % за сильного антропогенного впливу) та погіршення аерації ґрунту [6].

Структуру урбанізованих ґрунтів Львова й особливості забруднення важкими металами трансформованих ґрунтів у різних ландшафтах досліджували І. М. Волошин та О. Собечко, ними складено також картосхему ґрунтів Львова.

Їхні дослідження охопили урбоземи п’яти ландшафтів: Пасмове Побужжя, Давидівське пасмо, Львівське плато, Львівсько-Любінська рівнина та долина р. Полтва. У зразках урбоґрунтів визначено такі техногенні полютанти: Fe, Mn, Pb, Be, Ni, Ti, V, Mo, Ba, Sr, Zr, Cu, Cd, Cr, Zn, Co, Sn, і виявлено закономірності вмісту, площинного поширення важких металів техногенного та природного походження [5].

Ґрунтовий покрив Львова досліджував також В. П. Кучерявий. У своїх працях він зазначає, що однією з рис найпоширеніших антропогенних змін міських ґрунтів є утворення так званого культурного шару. Під «культурним шаром» зазвичай розуміють верхні шари землі великих населених пунктів, які несуть на собі відбиток діяльності людини.

Місцями нагромадження культурного шару найчастіше стають річки, потоки, болота, яри, куди часто скидають будівельне сміття найчастіше з метою вирівнювання території для подальшого будівництва. На території Львова з його

розгалуженою в минулому гідрографічною мережею засипано або перетворено в колектори близько сотні річок і потоків.

Вивчення ґрунтів парків, лісопарків, скверів, бульварів і вуличних насаджень старовинного Львова свідчить, що за характером походження і фізико-хімічними особливостями вони поділяються на дві основні категорії – природні (парки Стрийський, Залізна Вода, Личаківський) і насипні (Парк Івана Франка, парк «Високий Замок», багато скверів, вуличні насадження).

Характерно, що природні ґрунти в насадженнях Львова вирізняються підвищеною кислотністю (pH 4,6–4,9) і нестачею поживних речовин. Натомість насипні ґрунти часто містять більше гумусу, ніж природні, і вирізняються лужною реакцією (pH 1,7–9,0) [7].

Впровадженням рішень у сферах планування і масштабування розумних та інтегрованих енергетичних систем, які перетворюють міста у сталі, людиноцентричні та екологічно стійкі екосистеми, що забезпечують високі стандарти життя для мешканців, досліджував М. М. Назарук [9]. На думку М. М. Назарука, потрібно усіма силами зберегти території і локальні ділянки міста, які ще не встигли зазнати безпосереднього втручання з боку людини, оскільки вони є важливою складовою міської урбоекосистеми, яка стрімкими темпами зазнає кардинальних змін.

Природний ґрунтовий покрив на більшій частині території Львова відсутній і замінений ґрунтами різного ступеня трансформації. За даними науковців, найбільшу площу в місті займають урбаноземи та їхні підтипи – 110 км^2, що становить 61% від загальної площі міста. Природний покрив зберігся лише невеликими острівцями в міських парках і лісопарках та на периферійних ділянках міста. За результатами обстеження ґрунтового покриву в межах території міста Львова ми виділили типи та підгрупи антропогенно змінених ґрунтів:

Урбанозем (*UrbicTechnosols (Humic*) → Культурозем (*Anthrosols* (*Technic*) → Екранозем (*Ekranosols*).

Антропогенно зміненні ґрунти утворюють тип власне міських ґрунтів – урбаноземів. Для них характерний урбіковий горизонт потужністю понад 50 см. Урбаноземи поділяють на дві підгрупи: механічно перетворені ґрунти, в яких відбулася фізико-механічна перебудова профілю (до неї належать культуроземи) та підгрупа хімічно-перетворених ґрунтів, до якої належать екраноземи.

Культуроземи (агроурбаноземи) – міські ґрунти фруктових і ботанічних садів, старих городів. Вони характеризується значною потужністю гумусового горизонту – понад 50 см.

За сучасного містобудування до 70–90% території міста закрито асфальтом та іншими дорожніми покриттями, а також будівлями. Під покриттям можуть бути запечатані різноманітні ґрунтоподібні тіла. Ґрунти, запечатані під дорожніми асфальто-бетонними покриттями, – екраноземи (*Sealed Soils*) – є невід'ємною частиною міста. Ці ґрунти суттєво ущільнені, в них змінюється водний, тепловий і газовий режими, мікробіота – за анаеробним типом.

Для визначення особливостей головних морфологічних, фізичних і фізико-хімічних властивостей антропогенних ґрунтів міста Львова ми застосувалитакі методи: порівняльно-географічний, порівняльно профільний, порівняльно-аналітичний. В основі цих методів лежить принцип модальних ділянок. Він полягає у виборі територій, в межах яких закладали ґрунтові розрізи та серію прикопок [10].

У період з 2018 до 2021 року ми заклали 9 ґрунтових розрізів і прикопки до них. Ґрунтовий покрив території дослідження закономірно пов'язаний насамперед з діяльністю людини. Зважаючи на просторову неоднорідність,ми визначили ключові ділянки, які відображають типові ознаки досліджуваних ґрунтів. Ці ділянки позначені на картосхемі ґрунтів м. Львова (рис. 1).

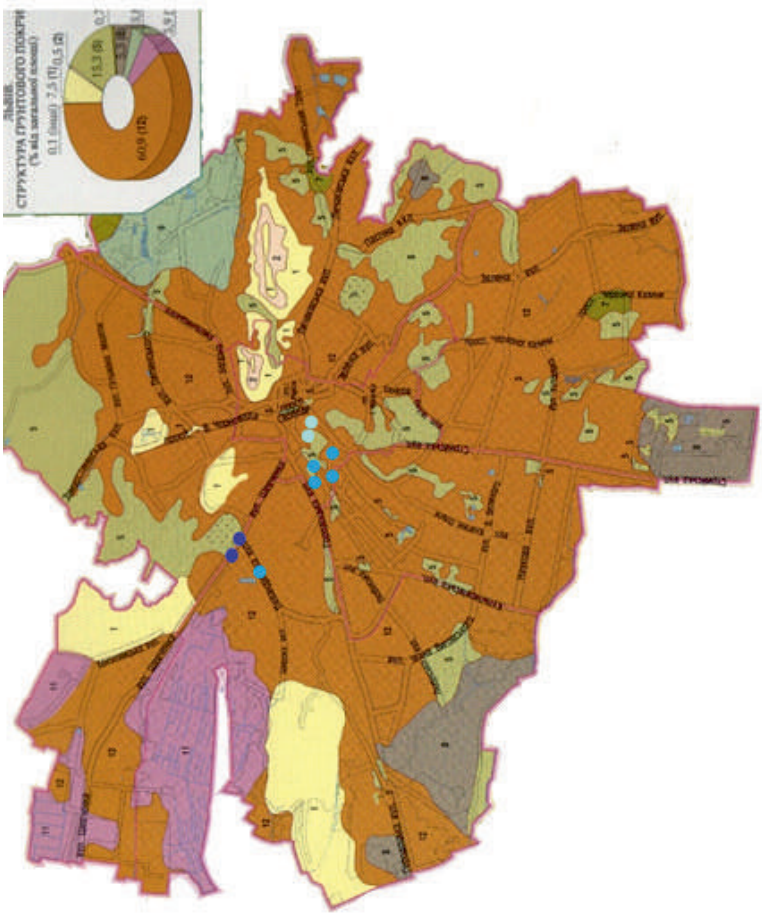

Рис. 1. Ґрунтова картосхема міста Львова та локалізації ґрунтових розрізів [8]:
● – *урбанозем* ● – *культурозем* ● – *екранозем*

Для вивчення ґрунтів міста вагоме значення має дослідження морфологічних властивостей. На основі власних опрацьованих досліджень ми встановили, що суттєве місце у профілях міських ґрунтів займає насипний горизонт, притаманний культурозему, який має, принаймні, одну літологічну відмінність. Характерним явищем є відсутність або інверсія генетичних горизонтів на значну глибину, проте з часом цей горизонт за своїми характеристиками набуває усіх ознак генетичного горизонту.

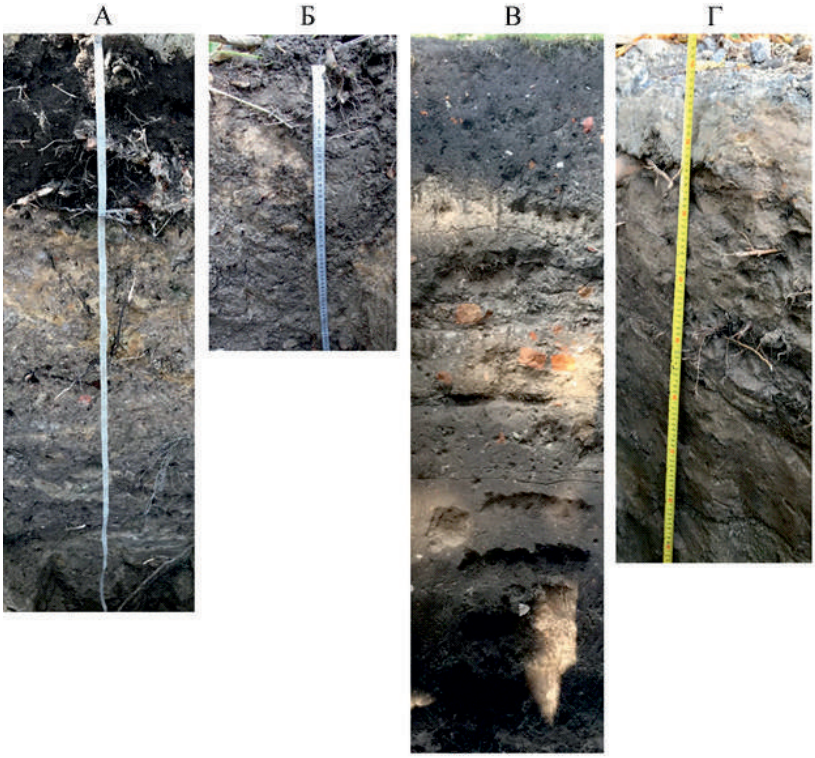

Рис. 2. Ґрунтові профілі: А, Б – урбанозем (*розрізи № 5 і № 2*); В – культурозем (*розріз № 3*); Г – екранозем (*розріз № 7*)

Урбаноземи мають найбільше поширення на території міста. Ґрунтовий профіль складається з діагностичного горизонту «урбік» з домішками побутово-будівельного сміття та з привнесеним родючим субстратом на поверхню, що зумовлює зміни гранулометричного складу у верхній частині профілю; наявна значна кількість антропогенних включень.

Досить частим є закривання екранозему асфальтом, бетонними плитами, комунікаційними спорудами та іншими об'єктам, що призводить до переущільнення та зміни фізико-хімічних властивостей. Для детального ознайомлення подаємо розрізи досліджуваних ґрунтів міста Львова та їхній морфологічний опис.

Розріз № 5 закладений у м. Львові на території Митрополичих садів собору Святого Юра.Координати розрізу: 49°83′93″ пн.ш. і 24°01′55″ сх.д.

Угіддя – сад.

Глибина розрізу – 78 см.

Рослинність – кропива дводомна (*Urtica dioica* L.), молочай (*Euphyrbia*), клен звичайний (*Acer platanoides*), акація (*Acacia*).

Ґрунт: Урбанозем.

Hp+Ph 0–16 см	гумусовий горизонт, сірий, грудкувато-горіхувата структура, неоднорідний з світлими і темними плямами, ущільнений, свіжий, коріння рослин до 10%, перехід помітний;
HU+P 16–35 см	перехідний горизонт, кубоподібний, світло-сірий з світло-сірими включеннями породи, неоднорідний, ущільнений, свіжий, новоутворень та включень до 5% (поодинокі корені рослин, уламки цегли, звітріла порода – мергель), перехід помітний;
P(h)u 35–55 см	перехідний горизонт, призматично-кубічної структури, сірий з темними плямами, свіжий, включення породи діаметром 3–5 мм, неоднорідний, ущільнений, новоутворення до 5 % – поодинокі корені рослин, уламки вугілля, звітріла порода;
Hpu 55–78 см	похований горизонт, брилуватої структури, темно сірий, неоднорідний, ущільнений, свіжий, включення та новоутворення до 3% (уламки вугілля, цегли), поруч траншея труби.

Розріз № 2 закладений на вул. Степана Бандери, 89, у м. Львові. Координати розрізу: 49°83′54″ пн. ш. і 24°00′48″ сх. д.

Глибина – 240 см.

Рослинність – молочай (*Euphyrbia*), осот звичайний (*Cirsium vulgare*), клен звичайний (*Acer platanoides*).

Ґрунт: Урбанозем.

HU 0–33см	насипний гумусовий горизонт, темно-сірого забарвлення, свіжий, пухкий, легкосуглинковий, великий вміст коріння, включення цегли та щебеню різного діаметру, перехід різкий;
U_1 33–65 см	антропогенний горизонт, неоднорідного забарвлення, свіжий, щільний, значний вміст кварцового піску, включення цегли та каміння, значна кількість коріння, ознаки оглеєння, перехід різкий;
U_2 65–117 см	антропогенний горизонт, мозаїчного неоднорідного забарвлення, свіжий, щільний, на глибині 71 см простежується перегниле коріння дерева, наявність оглеєння, включення цегли та каміння,виявлений артефакт керамічної водогінної труби на глибині 110 см, перехід різкий;
U_3 117–180 см	антропогенний горизонт, сизого забарвлення, вологий, щільний, наявність заліза по всій глибині горизонту, коріння рослин, наявне оглеєння, перехід помітний;
U_4gl 180–200	темно-сизий горизонт, мокрий, щільний, залізисті новоутворення, окремі включення щебеню.

Розріз № 3 закладений у м. Львові на території партерної частини парку імені Івана Франка.

Координати розрізу: 49°50′22″ пн.ш. і 24°01′19″ сх.д.

Угіддя – сад.

Глибина – 240 см.

Рослинність – молочай (*Euphyrbia*), клен звичайний (*Acer platanoides*), акація (*Acacia*), осот звичайний (*Cirsium vulgare*).

Ґрунт: Культурозем.

Но 0–3 см	дернина, значний вміст дрібних коренів рослин, містить окремі незначні включення антропогенного походження;
U_1 H_1 3–8 см	темно-сірий,гумусовий рекультивований (насипний) горизонт, добре оструктурений – переважає дрібногрудкувата структура, ущільнений, сухий, містить копроліти та червоточини, перехід різкий;
U_2H+Pa 18–56 см	снасипний горизонт, сірий, забарвлення мозаїчного характеру, щільний, сухий, світлі плями породи та залишків будівельних матеріалів, із характерними включеннями керамічної цегли та інших артефактів (скло, кераміка різних розмірів), містить багато коренів дерев, значна кількість копролітів, перехід різкий;
U_3Pa+h 56–86 см	насипний горизонт, менш щільний, сухий, відрізняється від попереднього істотним переважанням антропогенного матеріалу й артефактів, окремі корені дерев та обвугленого матеріалу, перехід різкий;
U_4Pa 86–100 см	насипний горизонт, дуже щільний, (шар руйнування будівель), складений уламками керамічної цегли, вапняної штукатурки, скла, дрібної кераміки, перехід різкий;
U_5Pa 100–130 см	насипний горизонт, безструктурний, сухий, складений переважно з глауконітового піскуз окремими включеннями вапняного розчину та коренів рослин, перехід ясний;
U_6Pa 130–150 см	насипний горизонт, безструктурний, сухий, складений із будівельного піску й окремих включень глинистого матеріалу та дрібних включень вапняної штукатурки, містить окремі корені рослин, перехід ясний;
H+PGL 150–195 см	темно-сірий, мозаїчного забарвлення, грубогрудкуватий, щільний із сизими включеннями підстеляючої породи - лучного мергелю, плями оглеєння, окремі залізисті новоутворення;
PHGL 195–240 см	темно-сірий похований горизонт,добре оструктурений, щільний, вологий, без ознак механічних антропогенних порушень, вохристі плями сполук заліза, відмічається вертикальна тріщинуватість по гранях структурних елементів, значна кількість залізистих новоутворень у вигляді натіків, плівок і дрібних рудяків, плями оглеєння.

Розріз № 7 закладений на вул. Тараса Шевченка, 73, у місті Львові. Координати розрізу: 49°84′78″ пн.ш. і 24°00′08″ сх.д.

Глибина розрізу – 150 см.

Рослинність – клен звичайний (*Acer platanoides*), акація (*Acacia*), осот звичайний (*Cirsium vulgare*).

Ґрунт: Екранозем.

U 0–10 см	тротуарна плитка, під якою гравійна подушка різного діаметру, необкатаний щебінь, перехід різкий;
U_1 10–50 см	шар піску брудно-сизуватого відтінку, свіжий, розсипчастий, коріння дерева різного діаметру, наявні включення будівельної цегли та каміння, перехід ясний;
U_2 50–80 см	шар насипаного піску брудно-палевого забарвлення, свіжий, щільний, неоднорідна структура, простежуються плями заліза, незначні включення корінців, перехід помітний;
U_3 GL 80–150 см	сизий горизонт, вологий, щільний, наявність залізисто-марганцевих конкрецій, оглеєння по всьому горизонту.

У відібраних у польових умовах ґрунтових зразках ми провели власні лабораторно-аналітичні дослідження у сертифікованій лабораторії фізико-хімічних аналізів ґрунтів кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів ЛНУ імені Івана Франка та визначили показники профільного розподілу в ґрунтах загального вмісту гумусу, реакції ґрунтового розчину, карбонатності та гранулометричного складу. Отримані результати далинам змогу одночасно з виявленням генетико-географічної диференціації морфологічних особливостей встановити особливості генетико-географічної диференціації фізико-хімічних властивостей досліджуваних антропогенних ґрунтів.

Під час визначення вмісту гумусу у антропогенних ґрунтах ми застосували метод Тюріна в модифікації Нікітіна. Суть цього методу полягає в окисненні органічної речовини ґрунту хромовою сумішшю в сильнокислому середовищі під час нагрівання у термостаті за температури 150°С. Результати

засвідчили, що найбільша концентрація гумусу у верхньому насипному горизонті й коливається вона на рівні 4,4–4,8%; такі показники вмісту гумусу характерні для ґрунтів садів і припаркових зон, до яких входять урбаноземи Митрополичих садів і культуроземи партерної частини парку ім. Івана Франка з відповідними значеннями. Найнижча кількість гумусу є в екраноземі на вулиці Т. Шевченка, вона становить 0,26% (рис. 3).

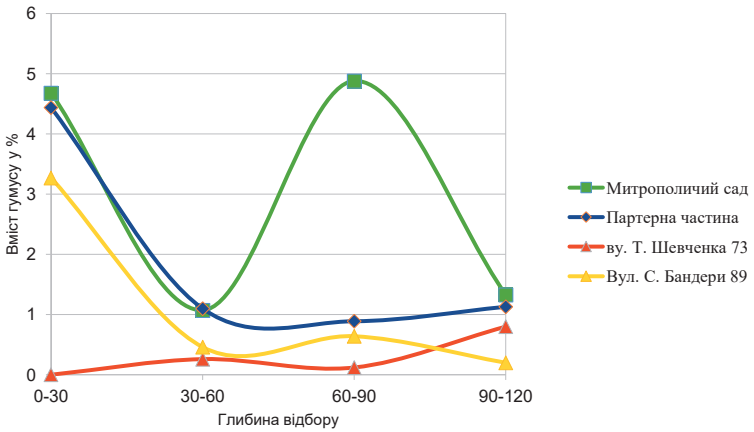

Рис. 3. Вміст гумусу в антропогенних ґрунтах м. Львова

Під час визначення реакції ґрунтового розчину ми застосували потенціометричний метод, оскільки ним можна визначити pH як у прозорих, так і в каламутних розчинах, безпосередньо у ґрунтових суспензіях і пастоподібному стані ґрунту. На основі проведених аналізів з'ясовано, що реакція ґрунтового розчину в досліджуваних антропогенних ґрунтах по профілю змінюється від нейтральна до лужної (табл. 1).

Таблиця 1

Значення величини pH антропогенних ґрунтів

Генетичний горизонт	Глибина відбору, см	начення pHводне
Розріз № 5. Урбанозем території Митрополичих садів Святого Юра		
Hp+Ph	0–16	6,5
HU+P	16–35	6,6
P(h)u	35–55	7,3
Hpu	55–78	7,3
Розріз № 2. Урбанозем території вул. Степана Бандери, 89		
HU	0–33	7,8
U_1	33–65	8,0
U_2	65–117	8,0
U_3	117–180	8,1
U_4 gl	180–200	7,8
Розріз № 3. Культурозем партерної частини парку ім. Івана Франка		
U_1 H_1	3–18	6,8
U_2H+Pa	18–56	7,2
U_3Pa+h	56–86	7,1
U_4Pa	86–100	7,6
U_5Pa	100–130	7,3
U_6Pa	130–150	7,3
H+PGL	150–195	7,1
PH GL	195–240	7,2
Розріз № 7. Екранозем території вул. Т. Шевченка, 73		
U_1	10–50	7,7
U_2	50–80	7,7
U_3 GL	80–150	8,1

Під час визначення CO_2 карбонатів ґрунту ми застосовували метод Гейслера-Максим'юк, який ґрунтується на об'ємному визначенні діоксиду карбону (CO_2) карбонатів, який виділяється внаслідок руйнування карбонатів 10 % хлоридною кислотою. В

антропогенних ґрунтах дуже нерівномірний розподіл карбонатів кальцію, що зумовлено впливом антропогенної діяльності татим, що ґрунти міста Львова неодноразово зазнавали механічних порушень у зв'язку з прокладанням міських мереж водопостачання, нових тротуарних мощень, завезенням нових насипних ґрунтів для газонного покриття тощо (табл. 2).

Таблиця 2

Вміст $CaCO_3$ в антропогенних ґрунтах міста Львова

Генетичний горизонт	Глибина відбору, см	Вміст $CaCO_3$, %
Розріз № 5. Урбанозем території Митрополичих садів Святого Юра		
Hp+Ph	0–16	–
HU+P	16–35	5,3
P(h)u	35–55	12,2
Hpu	55–78	8,5
Розріз № 2. Урбанозем території вул. Степана Бандери, 89		
HU	0–33	11,1
U_1	33–65	16,0
U_2	65–117	13,5
U_3	117–180	11,5
U_4 gl	180–200	–
Розріз № 3. Культурозем партерної частини парку ім. Івана Франка		
U_1 H_1	3–18	2,0
U_2H+Pa	18–56	14,
U_3Pa+h	56–86	8,2
U_4Pa	86–100	6,1
U_5Pa	100–130	9,4
U_6Pa	130–150	6,1
H+PGL	150–195	6,5
PH GL	195–240	6,0
Розріз № 7. Екранозем території вул. Т. Шевченка, 73		
U_1	10–50	9,4
U_2	50–80	–
U_3 GL	80 – 150	10,3

Гранулометричний склад є важливим показником виробничих властивостей ґрунтів і їхньої родючості. Він відображає ґрунтотворний процес, під впливом якого сформувався ґрунт, дає змогу прослідкувати зміни ґрунтотворної породи під впливом цього процесу. Антропогенні ґрунти мають мозаїчний гранулометричний склад, починаючи з піщаного в екраноземах, суглинкового в культороземах, завершуючи середньоглинистим в урбаноземах (табл. 3). Такий неоднорідний гранулометричний склад вказує на перемішаність генетичного профілю досліджуваних ґрунтів (табл. 3).

Урбаноземи та культороземи порівняно з екраноземами є більш генетично самостійними ґрунтами, які мають ознаки як зональних педогенних процесів, так і специфічні властивості. Для них характерний поверхневий органо-мінеральний насипний змішаний горизонт з урбоантропогенними включеннями, що є характерним для міських ґрунтів з привнесенням в ґрунт піску і гравію. Важливою характеристикою є також форма щебеню, бо наявність уламків загостреної форми зумовлює слабке проникнення та взаємодію флори і фауни з ґрунтом.

Урбоекосистема міста Львова характеризується штучним створенням нових типів систем унаслідок деградації, знищення і/або заміщення природних систем. Антропогенні порушення функціонування колообігу в міській системі залежать від джерел і виду втручання людини, чинників навантаження, якості середовища, що має певні наслідки, в тому числі негативні.

Таблиця 3

Гранулометричний склад антропогенних ґрунтів м. Львова

№ розрізу	Глибина відбору зразка, см	Розмір частинок, мм; кількість, %						Сума частинок < 0,01 мм, %	Назва ґрунту за гранулометричним складом
		Фізичний пісок			Фізична глина				
		пісок		пил			мул		
		1–0,25	0,25–0,05	0,05–0,01	0,01–0,005	0,005–0,001	<0,001		
Розріз № 5. Урбанозем території Митрополичих садів святого Юра									
5	0–16	4,9	3,2	16,1	24,3	24,4	28,1	76,8	Середньоглинистий
	16–35	1,2	1,8	12,3	24,1	32,3	28,3	84,7	Важкоглинистий
	35–55	4,6	6,4	8,4	28,2	16,1	36,3	80,5	Середньоглинистий
	55–78	5,8	5,2	20,3	0	44,2	24,5	68,7	Середньоглинистий
Розріз № 3. Культурозем партерної частини парку ім. Івана Франка									
3	3–18	12,2	7,4	53,6	6,4	7,6	12,8	26,8	Легкоглинистий
	18–56	26,2	25,4	29,2	6,0	9,6	3,6	19,2	Легкосуглинковий
	56–86	26,0	35,6	23,2	2,4	9,6	3,2	15,2	Середньо-суглинковий
Розріз № 7. Екранозем території вул. Т. Шевченка, 73									
7	10–50	26,4	65,2	5,2	0,8	1,6	0,8	3,2	Піщаний
	50–80	66,0	22,4	4,8	3,2	1,6	2,0	6,8	Зв’язнопіщаний
	80–150	39,2	42,4	12,4	1,2	0,8	4,0	6,0	Зв’язнопіщаний

Ґрунт є добрим природним антисептиком, сприяє знищенню патогенних мікроорганізмів і розкладає органічні залишки та продукти обміну живих організмів. Антропогенні порушення ґрунтового покриву призводять до серйозних змін, аж до деградації всього природного комплексу, що в підсумку створює загрозу здоров'ю і життю людей у містах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вовк О. Б. Еколого-функціональні особливості ґрунтового покриву міських парків (на прикладі м. Львова), *Ґрунтознавство*. 2004. С. 86–92.

2. Вовк О. Б. Оцінка екологічного стану ґрунтів урботехноекосистем Розточчя та Опілля. *Наук. зап. Держ. природозн. музею*. 2000. С. 139–146.

3. Вовк О. Б., Шрубович Ю. Ю. Оцінка екологічного стану техноґрунтів парку Знесіння (м. Львів). *Вісник ЛДУ. Сер. геогр*. 1999. С. 95–96.

4. Волошин П. К., Качур Р. П. Антропогенний морфолітогенез у центральній частині Львова. *Геоморф. досл. В Україні: минуле, сучасне, майбутнє*. 2002. С.150–151.

5. Волошин І., Собеско О. Кислотні опади міста Львова: їх хімізм, металізація природних компонентів. Львів, 2013. С. 127–140.

6. Геник Я. В. Вплив антропогенних навантажень на стан ґрунтового покриву паркових і лісопаркових насаджень міст Карпатського регіону України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. С. 110–114.

7. Кучерявий В. П. Урбоекологія. Львів: Світ, 2001. 440 с.

8. Львів. Комплексний атлас / ред. Шаблій О. І. Львів: Картографія. 2012.

9. Назарук М. М., Полянський Ю. С., Остроушко М. В. Реалії та перспективи розвитку урбосистем у місті Львів. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*, 2022. С. 6–21. URL: https://doi.org/10.26565/1992-4224-2022-37-01

10. Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А. Ґрунтознавство. Чернівці, 2004. 400 с.

11. Позняк С. П., Телегуз О. Г. Антропогенні ґрунти: навчальний посібник. Львів, 2021. 200 с.

12. Voloshyn P. K. Geologiczno-inżynierska charakterystyka gruntów technogennych historycznej zabudowy Lwowa. *Przegld Geologiczny*. 2014. P. 62–68.

МОРФОГЕНЕЗ ІНІЦІАЛЬНИХ ҐРУНТІВ

Роман Семащук,
Андріана Яворська

Ґрунти, що перебувають на початковій стадії свого формування, називають ініціальними, або ж первинними. Ініціальні ґрунти (лат. *initialis* – початковий, первинний) є початковим етапом формування ґрунту, профіль якого характеризується наявністю лише одного чи двох горизонтів, які залягають безпосередньо на щільній породі.

Ініціальні ґрунти поширені там, де є круті схили, а відтак молоді геоморфологічні поверхні, та стійкі до вивітрювання породи (пісковики, граніти тощо). Поширенню ініціальних ґрунтів сприяють екстремальні кліматичні умови, що пригнічують біологічну активність, обмежуючи у такий спосіб акумуляцію органічних речовин і звітрювання материнської породи, внаслідок чого ґрунт може «відставати» у розвитку [7].

Світова реферативна база ґрунтових ресурсів (*WRB*) описує такі ґрунти у групі *Leptosols* як слаборозвинені кам'янисті ґрунти з менш ніж 20 % (за об'ємом) дрібнозему, які мають незначну потужність і підстелені щільною породою або пухким кам'янисто-гравійним матеріалом. Такі ґрунти інтразональні, поширені зазвичай у гірських областях або місцях виходу на поверхню щільних порід [7].

Ініціальні рендзинні ґрунти (Rendzic Leptosols) сформувалися у місцях, де корінні крейдяно-мергелеві та вапнякові

породи виходять на денну поверхню та утворилася елювіально-делювіальна кора звітрювання порід, яка слугує основою для їхнього формування [5; 6]. У межах Львівської області ареали ініціальних рендзин поширені на північному уступі Подільської височини, що простягається від м. Бібрка Перемишлянського району до с. Підкамінь Бродівського району, частково охоплюючи Буський і Золочівський райони. Для ініціальних рендзин характерними є значний вміст уламків різної форми та розмірів вихідної ґрунтотворної породи й аморфного твердофазного грубо- та тонкодисперсного продукту вивітрювання у вигляді порошкоподібної та борошнистої маси. У профілі ініціальних рендзин вирізняють такі генетичні горизонти: чітко виражений гумусово-акумулятивний (H_{Ca}) та слабовиражений перехідний гумусований горизонт (Ph_{Ca}), потужність яких у середньому становить 5–11 і 4–6 см, відповідно. Характерною рисою ініціальних рендзин є наявність у профілі та на поверхні гравійних, щебенюватих і кам'янистих уламків вихідної ґрунтотворної породи. Подаємо морфологічний опис профілю ініціальних рендзинних ґрунтів.

Розріз закладено у межах Західноподільської височинної області Вороняківського природного району (урочище Біла Гора.) Розріз закладено в нижній третині схилу західної експозиції, крутість крутістю – 10–12є. Рослинність – сосна чорна європейська (вік ≈ 80 років). На поверхні ґрунту в межах крони (r ≈ 2 м) фрагментарна підстилка, сформована опадом хвої.

Ґрунт: ініціальна рендзина на елювії крейдяного мергелю.

H_o 0–2 см	Лісова підстилка, складається з двох шарів: верхній (0–1 см) – минулорічний опад хвої бурого забарвлення, яка не втратила анатомічної будови; 1–2 см – хвоя напіврозкладена темно-бурого і темно-сірого забарвлення, волога.
H_{Ca} 2–4 см	Гумусово-акумулятивний горизонт, свіжий, сірий з буруватим і білястим відтінками (10YR7/1), нетривкої дрібнозернистої структури, слабоущільнений, середньосуглинковий, перехід різкий.

$P(h)_{Ca}$ 4–6 см	Верхня фрагментарно слабогумусована частина ґрунтотворної породи білого забарвлення з ледь помітним сіруватим відтінком (10YR8/1), безструктурна, складається з гравійних і щебенюватих окремостей вихідної ґрунтотворної породи, простір між якими заповнений пастоподібним вивітрілим матеріалом бруднувато-жовтого забарвлення, донизу розмір елювію крейдяного мергелю зростає, перехід різкий.
P_{Ca} 6–12 см	Ґрунтотворна порода – елювій крейдяного мергелю, у верхній частині складається з щебенюватих окремостей діаметром 5–7 см.

Формування ініціальних рендзин на продуктах звітрювання крейдяного мергелю визначає їхню головну особливість – усі вони середньо- і сильнокарбонатні з поверхні та по всьому профілю (вміст $CaCO_3$ 55,2–78,8 %). Вміст карбонатів у профілі досліджуваних ґрунтів закономірно збільшується з глибиною (табл. 1).

Ступінь диференціації профілю за вмістом карбонатів (Ph_{Ca}/H_{Ca}) ініціальних рендзин залежить від фітоценотичних умов формування: до слабодиференційованих належать ініціальні рендзини, що формуються в межах екотопу сосни, до середньодиференційованих – ґрунти, що розвиваються під впливом трав'янистої рослинності, до сильнодиференційованих – ініціальні рендзини, що розвиваються під сукупним впливом деревної та трав'янистої рослинності [5; 6].

За значеннями pH ініціальні рендзинні ґрунти відзначаються середньо- та сильнолужною реакцією ґрунтового розчину. Значення pH так само, як і вміст карбонатів, вниз по профілю збільшується. З поверхні усі досліджувані ґрунти мають слаболужну або ж лужну реакцію, значення pH коливаються у вузьких межах – 8,0–8,5 (див. табл. 1).

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості ініціальних рендзин

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Вміст $CaCO_3$, %	Значення pHH_2O	Вміст гумусу, %	S_{Ca}*
Ініціальна рендзина на елювії-делювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю, (рослинність відсутня)					
Ph_{Ca} H_{Ca} P_{Ca}	0–10 10–16 16–45	78,8 70,6 77,4	8,39 8,08 8,27	1,23	–
Ініціальна рендзина на елювії-делювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю, (екотоп сосни звичайної)					
H_{Ca} $P(h)_{Ca}$ P_{Ca}	2–4 4–6 6–12	65,6 73,8 86,2	8,21 8,37 8,46	1,17	1,09
Ініціальна рендзина на елювії-делювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю (екотоп сосни звичайної з трав'янистим покривом)					
H_{Ca} $P(h)_{Ca}$ P_{Ca}	3–13 13–20 20–33	55,2 75,0 89,8	8,29 8,98 9,02	2,59	1,76
Слаборозвинута рендзина на елювії-делювії турон-сенонських відкладів крейдяного мергелю (багаторічні трави з домішкою моху)					
H_{Ca} PH_{Ca} Ph_{Ca}	3–17 17–24 24–38	63,8 73,6 81,6	8,51 8,73 9,01	3,60	1,43

*Примітка. S_{Ca} – коефіцієнт диференціації профілю за вмістом карбонатів (PhCa/HCa).

За вмістом загального гумусу у верхньому гумусово-акумулятивному горизонті ($Н_{Са}$ або $НР_{Са}$) ініціальні рендзини належать до малогумусних (< 3 %) і середньогумусних (3–5 %). Найбільшим вмістом загального гумусу у верхньому гумусово-акумулятивному горизонті характеризуються ініціальні рендзини, що розвиваються під впливом дернового процесу і відзначаються регресивно-акумулятивним типом розподілу гумусу.

Для рендзинних ґрунтів характерний дуже високий ступінь гуміфікації з діапазоном показників 45,45–57,98 % та здебільшого фульватно-гуматний тип гумусу. Відношення $С_{ГК}$:$С_{ФК}$ сягає 1,1–1,6 та 0,9, відповідно. У складі гумусу домінує фракція гумінових кислот, зв'язана з Кальцієм (28,41–42,02 %), з глибиною вміст фракції зменшується [5; 6].

Особливістю хімічного складу ініціальних рендзинних ґрунтів є дуже високий вміст кальцій оксиду (CaO) у всіх горизонтах профілю – 85–89 %. Вміст SiO_2 сягає 6,3–9,3 %, R_2O_3 – 1,3–3,7 %.

Ініціальні ґрунти на щільних пісковиках приурочені здебільшого до виходу на денну поверхню пісковиків Кросненської світи Українських Карпат. Основні їхні ареали розташовані в межах Турківського і Сколівського адміністративних районів. Такі ґрунти формуються на флішових породах з переважанням грубошаруватих пісковиків [1].

Ініціальні ґрунти на щільних породах характеризуються наявністю лише одного або двох генетичних горизонтів, які залягають безпосередньо на щільній породі, а їхня потужність не перевищує 20 см. За морфологічними ознаками, фізико-хімічними та хімічними властивостями їх поділяють на ембріональні, ґрунтоподібні тіла (куруми), первинні, примітивні (молоді) ґрунти [2; 3; 4].

Ембріональні ґрунти (ґрунти-плівки) – це органо-мінеральні прошарки потужністю до 1 см, темно-бурого, темно-сірого

однорідного забарвлення, що щільно прилягають до скельної породи і важко відділяються від неї, не мають ознак поділу на генетичні горизонти, формуються під літофільними угрупуваннями і лишайниками; вони формують окремі плями, приурочені до невеликих заглиблень чи тріщин у скельній породі.

Поселення листових лишайників на підготовлений упродовж ембріональної стадії субстрат і поєднання процесів ґрунто- і літогенези зумовлює формування ґрунтоподібних тіл (курумів) під покривом листового лишайника (*Parmelia saxatilis*) із потужністю органогенного темно-сірого прошарку до 3 см, без видимих ознак поділу на генетичні горизонти, що залягає безпосередньо на щільній скельній породі та легко відділяється від неї (табл. 2).

Таблиця 2

Морфометричні показники ініціальних ґрунтів

Морфометричні показники	*n* (кількість аналізованих зразків)	*X* (середнє значення)	X_{max} (максимальне значення)	X_{min} (мінімальне значення)
Потужність ембріонального ґрунту, см	5	0,6	1,1	0,1
Потужність ґрунтоподібного тіла (гуміфікований прошарок), см	6	2,5	3,0	1,5
Примітивний (молодий) ґрунт				
Потужність горизонту дернини (Td), см	15	10	21	5
Потужність торфового горизонту (T), см	15	12	20	5

Під мохами на щільних скельних породах формуються первинні ґрунти з потужністю органогенного горизонту до 10 см, що легко відділяється від породи та має помітні ознаки диференціації на ґрунтові горизонти (Td+T). Видовий склад мохів залежить від кліматичних умов і висотного поясу. У гірсько-лісовій зоні домінує леукобрій сизий (*Leucobryum glaucum* (*Hedw.*) *Angsts.*), а в субальпійській – політріхум стиснутий (*Polytnichum stnictum*). Значний приріст біомаси мохів за умови короткого вегетаційного періоду сприяє нагромадженню відмерлих органічних решток, росту первинного ґрунту вгору. Поселення на мохах лучного різнотрав'я, дернових злаків, чагарників зумовлює збільшення потужності органогенного горизонту до 20 см, що поділяється на генетичні горизонти (Td і T), та формування примітивних (молодих) ґрунтів [2; 3; 4].

Для ембріонального ґрунту характерне незначне накопичення SiO_2 (62,97 %), збільшення вмісту сполук алюмінію та феруму (6,44–7,54 та 2,69–4,12, відповідно). Водночас відбувається процес повного вилуговування сполук Ca і Mg, пісковик починає активніше піддаватися процесам вивітрювання, реакція середовища стає сильнокислою (pHH_2O – 3,28, pH_{KCl} – 2,47), обмінна кислотність становить 21 ммоль-екв/100 г ґрунту зі значним переважанням обмінного Al^{3+} – 17 ммоль-екв/100 г ґрунту (табл. 3). Першими на підготовленому субстраті поселяються накипні лишайники лепрарія (*Lepraria incana* (*L. Ach*), кладонія жовто-зелена (*Cladonia ochrochlora*), леканора заплутана (*Lecanora intricate* (*Ach.*) *Ach*), умбілікрія циліндрична (*Umbilicaria culindrical* (*L.*) *Delise*), які є основними донорами органічної речовини для ембріонального ґрунту.

Унаслідок життєдіяльності літофільних організмів на щільних породах формується незначна кількість органо-мінерального субстрату з поєднанням органічних азотистих

і мінеральних сполук, що створює передумови для поселення вимогливіших літофільних організмів (листових лишайників, грибів), формуються ґрунтоподібні тіла (куруми) під покривом листового лишайника (*Parmelia saxatilis*).

Таблиця 3

Фізико-хімічні властивості ініціальних ґрунтів

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Обмінна кислотність	Кількість обмінного H^+	Кількість обмінного Al^{3+}	pHH_2O	pHKCl	Зольність, %
		ммоль-екв/100 г ґрунту					
Ембріональний ґрунт							
	0–1	21,0	4,0	17,0	3,38	2,47	23,17
Ґрунтоподібне тіло							
	0–3	27,0	2,0	25,0	2,97	2,01	8,85
Первинний ґрунт							
	0–8	23,0	3,0	20,0	4,21	3,17	8,59
Примітивний (молодий) ґрунт							
Td	0–7	19,0	5,0	14,0	4,95	4,01	0,97
T	7–18	23,0	4,0	19,0	4,41	3,79	10,81

Валовий хімічний склад лишайника (*Parmelia saxatilis*) засвідчив доволі високий вміст кремнезему (74,9 %) та сполук Феруму (3,8 %). Поселення листових лишайників інтенсифікує процеси ґрунтотворення та біологічного звітрювання. Для ґрунтоподібного тіла характерне активне накопичення кремнезему (66,1 %), алюмінію та феруму (13,4 і 6,1 %, відповідно). З рослинними рештками в ґрунтоподібне тіло вноситься значна частина кальціє- і магнієвмісних сполук. Незважаючи на це, реакція ґрунтового середовища є максимально кислою (pHH_2O – 2,97, pHKCl – 2,01), оскільки лишайники виділяють

значну кількість органічних кислот (лимонну, щавлеву, лишайникову та ін.), що посилює процеси руйнування щільних порід. Зольність гуміфікованого прошарку становить 8,9 %, вміст Карбону – 33,8 % (табл. 4). У процесі життєдіяльності та відмирання лишайників нагромаджується 30–40 % органічної речовини, а також значна кількість вторинних глинистих мінералів. Ґрунтоподібні тіла (куруми) фрагментарно поєднуються із зональними слаборозвинутими ґрунтами в межах тріщин і ущелин та ембріональними ґрунтами на щільних породах.

Таблиця 4

Вміст органічного карбону в ініціальних ґрунтах

Генетичний горизонт	Глибина відбору зразків, см	Вміст $C_{орг}$, %
Ґрунтоподібне тіло		
	0–3	33,83
Первинний ґрунт		
	0–5	30,60
Примітивний (молодий) ґрунт		
Т	7–18	27,31

Поселення за умов значної зволоженості мохів на підготовлений органо-мінеральний прошарок зумовлює еволюцію ґрунтоподібних тіл до первинних ґрунтів під моховими асоціаціями. Для первинних ґрунтів характерне накопичення кремнезему (від 61,8 % у пісковику до 79,6 % у ґрунті), зменшення вмісту сполук алюмінію і феруму (табл. 5) порівняно з ґрунтоподібним тілом. Відповідно, реакція ґрунтового розчину стає менш кислою (pHH_2O – 4,21, pHKCl – 3,17). Вміст карбону становить 30,6 %, висока обмінна кислотність зумовлена рухомим алюмінієм – 20 ммоль-екв на 100 г ґрунту.

Таблиця 5

Валовий хімічний склад ініціальних ґрунтів

Глибина відбору зразків, см	Втрати від прожарювання, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	CaO	MgO	SO_3	K_2O	Na_2O	$CaCO_3$
Ембріональний ґрунт												
0–1	21,11	62,97	7,54	4,12	0,0	0,31	0,58	0,67	0,05	1,37	1,22	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1.18	30,74
Ґрунтоподібне тіло												
0–3	2,67	66,07	13,35	6,13	0,0	0,9	4,33	2,78	0,1	4,43	1,91	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1.18	30,74
Первинний ґрунт												
0–8	1,27	79,62	10,33	3,86	0,0	0,79	1,57	1,54	0,07	1,39	1,26	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1.18	30,74
Примітивний (молодий) ґрунт												
0–7	3,98	73,77	11,22	5,82	0,0	1,01	3,48	1,47	0,18	2,48	1,41	0,0
7 18	7,94	80,28	8,66	4,52	0,15	0,69	2,70	1,26	0,0	2,10	1,07	0,0
120*	15,02	61,80	6,44	2,69	2,57	0,32	18,9	3,31	1,24	1,42	1.18	30,74

*Примітка. Відомості з джерела [1].

У торфовому горизонті примітивного (молодого) ґрунту вміст кремнезему збільшується до 80 %, зменшується вміст сполук алюмінію до 8,66 % та феруму до 4,52 %, що зумовлює зміни реакції ґрунтового розчину (pHH_2O – 4,95, pHKCl – 4,01 у горизонті Td; pHH_2O – 4,41, pHKCl – 3,79 у горизонті T), накопичуються сполуки кальцію та магнію (3,48 % і 1,47 %, відповідно). Зольність шару Td становить 0,97 %, T – 10,81 %; вміст органічного карбону в торфовому горизонті – 27,31 %.

Тривалий вплив фізичного, хімічного, біологічного та ґрунтотворного процесів зумовлює руйнування пісковика та утворення елювіальних відкладів, проникнення процесу ґрунтотворення вглиб, еволюцію ініціальних ґрунтів. Упродовж цієї стадії ініціальні ґрунти еволюціонують до фаціальних буроземів у гірсько-лісовій смузі або до гірсько-лучних буроземних ґрунтів у субальпійській зоні. Ця стадія супроводжується формуванням перехідного кам’янистого горизонту та посиленням процесів мінералізації органіки.

Морфологічні особливості та умови розташування ініціальних ґрунтів унеможливлюють їхнє використання в сільському господарстві. Однак дослідження цих ґрунтів має важливе наукове значення, оскільки може слугувати основою з’ясування загальної схеми ґрунтотворення. Ініціальні ґрунти мають важливе екологічне значення та є унікальними, отож потребують особливої охорони, зачислення їх до рідкісних і внесення до Червоної книги ґрунтів України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Геренчук К. І. Природа Українських Карпат. Львів, 1968. 267 с.

2. Паньків З. П., Яворська А. М. Валовий хімічний склад ініціальних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Вісник Одеського національного університету. Серія: Географічні та геологічні науки*. 2019. Вип. 2(35), С. 69–79.

3. Паньків З. П., Яворська А. М. Сучасний стан вивчення ініціальних ґрунтів та ініціального ґрунтоутворення (аналітичний огляд). *Вісник Львівського університету. Серія географічна.* 2017. Вип. 51. С. 267–277.

4. Паньків З. П., Яворська А. М. Стадії ґрунтотворення підвісних ґрунтів Верховинського Вододільного хребта Українських Карпат. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2017. Вип. 50.

5. Семащук Р. Б., Кирильчук А. А. Ініціальне ґрунтотворення та рендзинні ґрунти Західного Поділля: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 164 с.

6. Семащук Р. Б. Особливості формування морфогенетичних властивостей ініціальних рензинних ґрунтів. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2013. Вип. 44. С. 49–56.

7. The World Reference Base. URL: http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/ soil-classification/world-reference-base

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ГЕНЕТИЧНОГО ҐРУНТОЗНАВСТВА

Колективна монографія
За редакцією доктора географічних наук, професора З. П. Паньківа

Автори:
Проф. Позняк С. П. , проф. Паньків З. П.,
доц. Бонішко О. С., зав. лаб. Єфімчук Н. М.,
проф. Ямелинець Т. С., доц. Іванюк Г. С.,
проф. Кирильчук А. А, к. геогр. н. Семащук Р. Б.,
к. геогр. н. Яворська А. М., доц. Наконечний Ю. І.,
проф. Папіш І. Я., доц. Телегуз О. Г.,
асп. Борис Я. Я., проф. Гаськевич В. Г.,
к. геогр. н. Лемега Н. М., асп. Вітвіцький Я. Й.

Редактор
Комп'ютерне верстання *Любов Семенович*
Обкладинка *Василя Рогана*

Формат 60×84/$_{16}$. Умовн. друк. арк. 14,18. Тираж 100 прим. Зам.

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Університетська, 1, м. Львів, 79000.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції.
Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Друк ТзОВ «Простір-М»

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції.
Серія ДК № 2167 від 21.04.2005 р.

вул. Чайковського, 8, м. Львів, 79000,
тел.: (032) 261-09-05, e-mail: prostir@litech.net