

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

На правах рукопису

**ГАРБАР ВЛАДИСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ**

УДК 631.445.8:631.48+504.53(477.43)

**РЕНДЗИНИ ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР:  
ГЕНЕЗА, ПОШИРЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ, ОХОРОНА**

11.00.05 – біогеографія та географія ґрунтів

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата географічних наук

Науковий керівник:  
доктор географічних наук, професор  
Позняк Степан Павлович

Львів – 2016

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР.....	10
1.1. Історія вивчення.....	10
1.2. Методологія та методика досліджень.....	20
Висновки до розділу 1.....	29
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ҐРУНТОТВОРЕННЯ.....	31
2.1. Геологічна будова та ґрунтотворні породи.....	33
2.2. Геоморфологічні особливості.....	38
2.3. Гідрогеологічні умови.....	44
2.4. Клімат.....	47
2.5. Рослинність.....	52
Висновки до розділу 2.....	55
РОЗДІЛ 3. ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР.....	58
3.1. Особливості генези рендзин.....	58
3.2. Закономірності поширення рендзин Подільських Товтр.....	67
Висновки до розділу 3.....	76
РОЗДІЛ 4. ВАЛОВИЙ ХІМІЧНИЙ СКЛАД РЕНДЗИН ТА ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ҐРУНТОТВОРЕННЯ.....	77
4.1. Особливості валового хімічного складу.....	77
4.2. Термодинамічні та енергетичні характеристики ґрунтотворних порід та рендзин.....	98
Висновки до розділу 4.....	108
РОЗДІЛ 5. ҐРУНТОТВОРНІ ТА ПРОФІЛЕФОРМУЮЧІ ПРОЦЕСИ І ВЛАСТИВОСТІ.....	110

5.1. Фізико-хімічні процеси та властивості.....	110
5.1.1. Карбонатність та процеси формування карбонатного профілю.....	110
5.1.2. Кислотно-основні властивості та процеси їх формування..	120
5.1.3. Гумусовий стан та процеси формування гумусового профілю.....	125
5.2. Фізичні процеси та властивості.....	140
5.2.1. Гранулометричний склад та його диференціація.....	140
5.2.2. Оструктурення та агрегація.....	148
5.2.3. Складення та процеси його формування.....	162
Висновки до розділу 5.....	171
РОЗДІЛ 6. МОРФОГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР.....	174
Висновки до розділу 6.....	184
РОЗДІЛ 7. ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР.....	186
Висновки до розділу 7.....	197
ВИСНОВКИ.....	199
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	205
ДОДАТКИ.....	233

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Рендзини – специфічні інтразональні біолітогенні ґрунти, невід’ємною умовою формування яких є наявність карбонатних ґрунтоутворних порід. Вміст і склад карбонатів визначає специфіку розвитку елементарних ґрунтових процесів, які у свою чергу зумовлюють особливості формування і розвитку морфогенетичних властивостей рендзин.

Унікальна просторова зміна ґрунтоутворних чинників в межах Подільських Товтр, зумовлює формування різних за морфологічною будовою, властивостями, домінуючими ґрунтоутворними процесами, стадіями та напрямками онтогенезу рендзин і парарендзин. Водночас, значний вплив на властивості, будову профілю та розвиток ґрунтових процесів, має сільськогосподарське освоєння, яке призводить до інтенсифікації деградаційних процесів та формування агрорендзин із своїми специфічними властивостями. Проте, завдяки низькій придатності частини територій для розорювання, збереглися цілинні та малопорушенні антропогенною діяльністю ділянки, що дає змогу дослідити та порівняти властивості і процеси рендзин, що знаходяться в природному стані та в умовах різного антропогенного навантаження.

Вивченню окремих аспектів формування морфогенетичних, фізичних, фізико-хімічних властивостей та проблемам збалансованого використання рендзин Подільських Товтр присвячені наукові праці як вітчизняних так і зарубіжних науковців. Зокрема, це праці О. Г. Набоких (1915), В. О. Гериновича (1926, 1930), В. Лозинського (1932), А. Мусієровича, А. Вондрауша (1936), В. М. Кубійовича, В. Череди́ва (1938), І. М. Гоголева (1951, 1952), Н. М. Іжевської (1968), В. Т. Онопрієнка (1969), Г. О. Андрущенко (1970), Д. І. Ковалишин (1985, 2011), Я. М. Сивого (2000, 2004), Л. П. Царика (2003, 2010), А. А. Кирильчука, С. П. Позняка (2004, 2014), Г. І. Денисика (2005), В. С. Вахняка (2007, 2010), Ф. П. Топольного (2008, 2015), К. Л. Москалюк (2009), І. П. Касіяника (2009, 2011), Б. В. Миця (2011, 2012), Б. Б. Гавришка (2013) та ін.



На сьогодні особливо актуальними є дослідження генетичної природи морфологічного, мінерального і органогенного профілю рендзин, комплексу хімічних, фізико-хімічних та фізичних процесів його формування, а також хроно-хорологічних особливостей їхнього розвитку з метою встановлення напрямів онтогенезу та обґрунтування шляхів збалансованого використання і охорони.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Обраний напрям дисертаційного дослідження пов'язаний з «Загальнодержавною програмою використання та охорони земель на період до 2022 року»; кафедральною держбюджетною тематикою: «Проблеми генези, географії і класифікації ґрунтів Західного регіону України» (1010U001424), «Теоретико-методологічні основи ґрунтово-географічного районування» (0114U000869).

**Мета і завдання дослідження.** Основною метою дисертаційної роботи є вивчення генези, поширення та використання рендзин Подільських Товтр шляхом пізнання сутності ґрунтових процесів і властивостей на різних стадіях та напрямках розвитку їхнього генетичного профілю.

Досягнення поставленої мети передбачає вирішення наступних завдань:

- охарактеризувати природно-антропогенні умови і чинники, що визначають генезу, географію та онтогенез рендзин Подільських Товтр;
- виявити закономірності просторового поширення та встановити характер прояву і напрям розвитку хімічних, фізико-хімічних та фізичних процесів і властивостей рендзин Подільських Товтр на різних стадіях та напрямках онтогенезу;
- визначити термодинамічні та енергетичні характеристики ґрунтотворних порід та рендзин Подільських Товтр;
- дослідити макроморфологічні особливості формування та будови генетичного профілю рендзин, що перебувають на різних стадіях та напрямках онтогенезу;

- встановити характерні процеси та ознаки антропогенної трансформації рендзин внаслідок господарського ґрунтокористування та обґрунтувати шляхи збалансованого використання та охорони рендзин Подільських Товтр.

**Об'єкт дослідження** – рендзини і парарендзини Подільських Товтр.

**Предмет дослідження** – ґрунтотворні процеси та морфогенетичні, фізичні і фізико-хімічні властивості рендзин Подільських Товтр, що перебувають на різних напрямках та стадіях онтогенезу.

**Методи дослідження.** Методологічною основою досліджень є процесно-генетична парадигма, яка передбачає вивчення онтогенезу ґрунтів через пізнання сутності ґрунтових процесів на різних стадіях розвитку їхнього генетичного профілю. При вивченні рендзин Подільських Товтр застосовано комплекс філософських (базуються на принципах руху, взаємозв'язку, причинності, змін у просторі та часі), загальнонаукових (аналіз і синтез, порівняння, системний, спостереження) та конкретно географічних і ґрунтознавчих методів дослідження (порівняльно-географічний, морфолого-генетичний (профільний), порівняльно-аналітичний, статистичний і картографічний з використанням існуючих програм просторового аналізу).

В основу застосованих підходів та методів покладено принцип репрезентативних ділянок, за яким закладені групи розрізів на п'яти модальних ділянках, що представляють педолітокомбінації різновидностей рендзин з різними просторово-генетичними стадіями ґрунтотворення. Аналітичні роботи виконані за загальноприйнятими методиками аналізу ґрунтів ДСТУ ISO, що дало змогу порівнювати та корелювати отримані дані із результатами досліджень інших науковців. Первинні аналітичні дані статистично та графічно оброблені за допомогою програмних пакетів Microsoft Office 2013 (MS Excel, Word), ArcGIS 10.3, Origin Professional 8.0 та Adobe Photoshop CS6.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

*вперше:*

- на основі аналізу систематизації та узагальнення архівних, фондowych, літературних картографічних та ін. матеріалів, складено та обґрунтовано хронологічну періодизацію ґрунтово-географічних досліджень рендзин Подільських Товтр;
- виділено та обґрунтовано педострії, як основну форму просторового поширення рендзин Подільських Товтр, що зумовлена літологічною неоднорідністю ґрунтоутворних порід;
- обґрунтовано необхідність включення в номенклатурний список ґрунтів бурих (бруніфікованих) рендзин та бурих (бруніфікованих) парарендзин;

*удосконалено:*

- базуючись на теоретико-методологічних основах процесно-генетичної парадигми із застосуванням комплексу географічних і ґрунтознавчих методів, на системному рівні досліджено особливості онтогенезу, поширення та використання рендзин в межах природних та природно-антропогенних геокомплексів Подільських Товтр;

*отримали подальший розвиток:*

- проблеми генетичної класифікації та дослідження стадійності розвитку рендзин та парарендзин;
- обґрунтування доцільності виділення унікальних підтипів рендзин і парарендзин Подільських Товтр, як окремих заповідних об'єктів ґрунтово-охоронної інфраструктури та розробка науково-туристичних маршрутів для вивчення особливостей їхнього педогенезу.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у розширенні та доповненні теоретико-методологічних засад дослідження онтогенезу та географії ґрунтів. Систематизована та узагальнена педохронологічна інформація слугуватиме для вирішення генетичних, географічних та класифікаційних проблем, а також завдань збалансованого ґрунтокористування і охорони ґрунтового покриву Подільських Товтр та

суміжних територій. Результати досліджень пропонується використовувати при проведенні ґрунтових обстежень сільськогосподарських підприємств, вивченні динаміки ґрунтових процесів та властивостей з метою моніторингу ґрунтів, розробці заходів з оптимізації ґрунтових властивостей і режимів, бонітуванні і ґрунтово-екологічній оцінці, проведенні землеустрою на адаптивно-ландшафтній основі з вибором найраціональнішої спеціалізації окремих господарств, обґрунтуванні розширення мережі ґрунтово-заповідних територій НПП «Подільські Товтри» та ПЗ «Медобори», а також при вдосконаленні діагностики і класифікації рендзин.

Результати досліджень є вагомим внеском у розвиток теоретичних і практичних основ загального і регіонального ґрунтознавства. Матеріали досліджень частково використані при проведенні ґрунтово-географічного районування території України.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійно виконаним дослідженням, у якому викладено авторський підхід до вивчення теоретико-методологічних проблем онтогенезу та просторового поширення рендзин Подільських Товтр. Дисертант безпосередньо приймав участь у проведенні польових та лабораторно-аналітичних досліджень, спрямованих на вивчення морфогенетичних особливостей ґрунтів та розвитку елементарних ґрунтоутворних процесів, які формують мінеральний, органічний та морфологічний профіль досліджуваних рендзин. На основі результатів цих досліджень, автором виявлені особливості еволюційно-онтогенетичного розвитку та просторові закономірності поширення цих ґрунтів, які висвітлені в дисертаційній роботі та опублікованих наукових працях. Результати, наведені у дисертації та опубліковані у наукових статтях, належать автору і є його науковим доробком.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати наукових досліджень доповідались та обговорювались на: Міжнародній науковій конференції «XVII Докучаевские молодежные чтения. Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания» (3–6 березня

2014 року, м. Санкт-Петербург, Росія), ІХ з'їзді УТГА (30 червня–4 липня 2014 року, м. Миколаїв), Міжнародній науково-практичній конференції «Природничі дослідження на Поділлі» (23–25 вересня, 2014 року, м. Кам'янець-Подільський), Міжнародному науковому семінарі «Ґрунти і сучасність» (11–13 вересня 2015 року, Львів-Ворохта) та щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу Львівського національного університету імені Івана Франка.

**Публікації.** За результатами дисертаційної роботи опубліковано 10 наукових праць, загальним об'ємом 3 друк. арк. (автору належить 2 друк. арк.), з них 5 у фахових наукових виданнях, рекомендованих ДАК Міністерства освіти і науки України, 1 – в закордонному фаховому науковому виданні.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, семи розділів, висновків, списку використаних джерел (з 256 найменувань) та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 232 сторінки, у т. ч. 171 сторінка основного тексту. Робота містить 24 таблиці, 55 рисунків, 6 додатків.

# РОЗДІЛ 1

## ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР

### 1.1. Історія вивчення

Історія дослідження ґрунтів має важливе наукове, прикладне й пізнавальне значення. В. І. Кузнецов стверджував, що «... для розв'язання фундаментальних проблем науки, коли є потреба у розробці нових понять, гіпотез і теорій, історичний підхід до проблеми стає не розкішшю, а нагальною необхідністю. Адже завдяки накопиченому теоретичному та фактичному матеріалу минулого стає можливим проаналізувати розвиток і динаміку сучасних ґрунтоутворних процесів, зміни, які відбулися у ґрунтах унаслідок впливу природних чинників та антропогенної діяльності» [112]. Результати досліджень попередніх років є вихідними даними для запровадження моніторингових спостережень, розробки заходів раціонального використання й охорони ґрунтів та сприяють уникненню «помилки» минулого щодо використання ґрунтів [41]. Окрім цього історія досліджень дає змогу висвітлити внесок окремих вчених та ґрунтознавчих шкіл у вивчення тих чи інших ґрунтів.

Вперше інформацію про рендзини, як особливий інтразональний тип ґрунтів, подано у праці М. М. Сибірцева (1895), де автор досліджуючи зональні дерново-підзолисті ґрунти Привіслянського краю, зазначає: «... не можна не звернути увагу на один інтразональний тип ґрунту, який досить часто трапляється в області вапнякових крейдових мергелів і глинистих вапняків різного віку..., на так звану «рендзину» або «боровину». Це сірий чи темного забарвлення ґрунт, який сформувався безпосередньо з продуктів вивітрювання крейди або вапняку» [96].

Назва рендзин походить від польського слова «rzędzić», що означає «говорити, розмовляти», тобто під час обробітку ґрунту каміння і щебінь вихідної породи вдарялись об метал ґрунтооброблювальних знарядь і

«говорили» з рільником [97]. На території Західного Полісся ці ґрунти називають «боровини» (після оранки на поверхні утворюються борозни з добре вираженою брилуватою структурою), на Західному і Малому Поліссі – «громиші» (від слів «ґриміти», «ґримотіти»), на Західному Поділлі «опоки» (очевидно від назви материнської породи – опоки), а також «скорупіш» (після дощу на поверхні важкосуглинкових рендзин може утворюватись кірка, яку потім за допомогою ґрунтооброблювальних знарядь скородять, руйнують) [97]. Окрім того зазначимо, що в працях В. В. Докучаєва, присвячених вивченню ґрунтів Кавказу та Передкавказзя, для позначення ґрунтів сформованих на елювії карбонатних порід вживається термін «білоземи» («белоземи») [12].

Походження назви «Товтри» має декілька інтерпретацій :

- 1) від польського «Tritri montes», що означає «гостроверхі скелі»;
- 2) від стародавнього польського «Triti (Tortol) montes», що перекладається як «гірська кам'яна порода»;
- 3) з латинського «Tutur mons», в свою чергу запозичена через фракійців у греків у значенні «кінець вістря», в розумінні «гострі вершини». В польській мові переосмислене на «камені, галька, гірська кам'яна порода»;
- 4) раніше у Західній Україні проживали давні булгари, предки сучасних чувашів і залишили в Західній Україні після себе назви багатьох населених пунктів, таких, як, наприклад, Гавареччина, Жукотин, Верин, Хирів, Кимир, Кукезів, Куткір, Якторів та багато інших. Назва Товтри також може бути етимологізована на чуваської основі, від чуваського «ту» – «гора» і «тӑрӑ» – «вершина». Оскільки в багатьох інших тюркських мовах назва гори звучить як «тау», первинна назва гряди могла бути «Таутӑрӑ». До цієї ж праформи сходять і назва гірського масиву Татри на кордоні Словаччини і Польщі.

В історії ґрунтознавчого вивчення території Подільських Товтр за спрямуванням, підходами, детальністю досліджень та завданнями, які при цьому вирішувались, ми виділяємо чотири етапи (табл. 1.1).

**Перший етап** (до початку 1900-х років) характеризується первинними науковими дослідженнями території Подільських Товтр в яких більша увага приділялася вивченню геолого-геоморфологічної будови та палеонтології краю.

Таблиця 1.1

## Періодизація досліджень рендзин Подільських Товтр

Етап	Роки досліджень	Дослідники	Основні напрями досліджень
I	До початку 1900-х рр.	М. П. Барбот-де-Марні, Е. І. Ейхвальд, В. Г. Бессер та ін.	Загальне вивчення умов ґрунтотворення Подільських Товтр, геолого-геоморфологічна характеристика території
II	1900–1940 рр.	О. Г. Набоких, В. О. Геринович, В. М. Кубійович, В. Чередіїв, А. Мусерович, В. Лозинський, А. Вондрауш та ін.	Закономірності формування ґрунтового покриву, географія та морфологія рендзин.
III	1940–1990 рр.	І. М. Гоголев, Г. О. Андрущенко, В. Т. Онопрієнко, В. М. Ребезо, Н. М. Іжевська, В. З. Мазуренко, П. М. Полив'яний, Г. К. Медвідь та ін.	Генеza, поширення, просторова структура рендзин. Великомасштабні обстеження рендзин регіону в рамках вивчення ґрунтів колгоспів і радгоспів УРСР із подальшим створенням карт.
IV	З 1990-х рр. і до наших днів	С. П. Позняк, А. А. Кирильчук, Д. І. Ковалишин, Ф. П. Топольний, В. С. Вахняк, В. Б. Гаврилюк, Л. П. Царик, Г. І. Денисик, Б. В. Миць та ін.	Географо-генетичні особливості, екологія рендзин, оптимізація їх господарського використання.

Зокрема це експедиції з вивчення Подільських Товтр, які організували В. Г. Бессер (1828), Г. Яковицький (1827, 1828, 1830), Е. І. Ейхвальд (1830),



Ф. Дюбуа-де-Монперо (1831) та ін. Діяльність цих дослідників пов'язана з відновленням Вільнюського університету (1803) і відкриттям Кременецького ліцею. Цінність цих праць полягає в тому, що в них міститься первинна документальна інформація про основні чинники ґрунтоутворення: геологічну будову, рельєф та рослинний покрив досліджуваної території.

*Другий етап* (1900-х – 1940 рр.) характеризується досить детальними ґрунтознавчими дослідженнями рендзин Подільських Товтр на основі генетичного підходу. Відбувається вивчення закономірностей формування ґрунтового покриву Товтр, їх просторового поширення, подаються перші детальні морфологічні описи розрізів рендзин. Найбільш відомими є праці О. Г. Набоких, В. О. Гериновича, В. М. Кубійовича, В. Чередієва, А. Мусеровича, А. Вондрауша, В. Лозинського та ін.

Так О. Г. Набоких (1915) у своїй праці [143] зазначав про особливості формування рендзин на території тодішньої Подільської губернії: «... ті рідкісні ділянки темнозбарвлених ґрунтів винятково все ж зустрічаються дрібними островами і смугами серед світлозбарвлених підзолів. Сюди, насамперед слід віднести гумусні ґрунти рендзинного характеру, які зустрічаються на вапнякових породах, і швидше за все теж раніше зайняті лісами, хоч і утворюються на сонячних схилах» [143, 126].

Значний внесок у вивчення ґрунтового покриву Кам'янецького краю (в тому числі і території Подільських Товтр) у 20-х роках ХХ століття зробив В. О. Геринович (1926). В своїх працях він дав визначення ґрунту, проаналізував основні чинники ґрунтоутворення, висвітлив основні етапи формування ґрунтів даної території та здійснив детальну на той час характеристику основних типів ґрунтів краю. Зокрема, він вказував про ґрунтоутворення значення скельних вапнякових порід та алювіальних відкладів: «... Кам'янецьчина не всюди покрита лесом. Наверхною її скельною породою буває також вапняк, пісковик, намул і рінь. Вапняки, як наверхні скельні породи зустрічаються там, де руйнівні чинники природи змили лесове покриття, здовж берегів яружних річок і на Товтрах...» [50, 110].

Детальний опис ґрунтового покриву Тернопільської частини Подільських Товтр можна знайти в працях польського дослідника В. Лозінського (1932). Він склав карту ґрунтів Тернопільського воєводства, на якій виділив ґрунти на крейдових мергелях і міоценових вапняках, ґрунти на медоборських (товтрових) вапняках, ґрунти на гіпсах, лесах, лучні й болотні ґрунти, а також торфовища і піски. Автор також характеризує низку фізичних та фізико-хімічних показників рендзин і стверджує, що «... ґрунти на вапняках Медоборських можна класифікувати як найліпші з височини Подільської...». [246].

Досить інформативною є праця А. Мусєровича та А. Вондрауша «Рендзини північного краю Поділля» (1936) в якій містяться дані обстежень рендзин північно-західної частини Поділля. Автори описують умови ґрунтоутворення (геологію, клімат, материнські породи), морфологію, фізичні та хімічні властивості рендзин, подають карту ґрунтів території дослідження [250].

Ще одним із дослідників цього періоду є В. М. Кубійович (1938), який у своїй праці [44], спираючись на дані В. Чередієва, приводить морфологічну характеристику рендзинних ґрунтів заходу України: «На Розточі, Поділлі, Волині й Холмщині, де на поверхню виходять вапняки, витворилися своєрідні багаті на гумус вапнякові ґрунти, що зветься боровинами (дряговинням), румошами або рендзінами. Поверхневий гумусовий шар боровин буває 15-30 см завгубшки; він має сіре, темно-сіре, а у звогченому стані – чорне забарвлення. Переходовий позем буває ясніший – біляво-сірий». Великим здобутком В. М. Кубійовича є його констатація про еволюційні зміни рендзин: «Старі боровини, де процес звітріння матірної породи зайшов дуже далеко, і вона під ґрунтом утворила жовтуватий суглинок, можуть у вогкому кліматі перетворюватися на ґрунти попільнякуваті...» [46]. На карті ґрунтів з «Атласу України та сумежних країв» (1937), Кубійович в межах Подільських Товтр рендзини як окремий тип ґрунту не позначає через малий відсоток площі їхнього поширення.

*Третій етап* (1940–1990 рр.) характеризується фундаментальними ґрунтово-географічними дослідженнями рендзин Західного регіону України, які базувалися на докучаєвському генетичному підході до ґрунту, як функції умов і чинників природно-господарського середовища, започаткованими наприкінці 40-х років ХХ століття українськими вченими ґрунтознавцями І. М. Гоголевим та Г. О. Андрущенко [3, 51, 52].

У 1949–1951 рр. І. М. Гоголевим вперше детально обстежені «темнозabarвленні» ґрунти (рендзини) Верхньо-Бузького Полісся на площі близько 31 тис. га. [52]. На підставі одержаних результатів, а також матеріалів інших територій заходу України, І. М. Гоголев у 1951 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук: «Темноцветные почвы (рендзины) Западных областей Украины» та опублікував упродовж 1949–1958 рр. низку тематичних праць [52].

До головних наукових здобутків І. М. Гоголева необхідно віднести вивчення специфіки чинників ґрунтоутворення і домінуючих процесів ґрунтоутворення, які зумовили формування даних ґрунтів в умовах Західного регіону України. Вчений зазначає: «... в умовах території дослідження основними чинниками утворення «темнозabarвлених» ґрунтів (рендзин) є лісова рослинність (широколистяні ліси) і літологічний склад материнської породи, представленої продуктами елювіогенези крейдового мергелю з домішками флювіогляціальних відкладів у Верхньо-Бузькому Поліссі та літотамнієвими вапняками на Розточчі (та Товтрах). Водночас, дерновий процес ґрунтоутворення є домінуючим. Це зумовлює формування малопотужного профілю, наявності значного вмісту (7,61–9,23%) і запасів гумусу, слабокислої реакції у верхньому горизонті ( $pH_{KCl}$  6,3), стійких до зовнішнього впливу та сприятливих для росту і розвитку сільськогосподарських культур агрохімічних властивостей, високого місту найголовніших елементів кореневого живлення рослин (N, P, K) та порівняно високої потенційної родючості ...» [52].

У працях І. М. Гоголева найгрунтовніше описана морфологічна будова «темнозбарвлених» ґрунтів (рендзин). Вчений не тільки вперше виділяє у нижній частині профілю відносно потужний (8–10 см) перехідний горизонт (Phk), але і детально описує механізм його формування. Автор зазначає, що: «... у випадках слабого стоку поверхневих вод відбувається інтенсивніше промивання ґрунту. Це призводить до пришвидшення процесів вилуговування ґрунтоутворюючої породи і формування дещо потужнішого гумусованого профілю рендзин» [52]. Однак він зазначає, що така більша потужність гумусованого профілю та морфологічна подібність рендзин до чорноземних ґрунтів не дає підстави об'єднувати їх в один тип ґрунту.

Подальші дослідження рендзин Подільських Товтр пов'язані з проведенням великомасштабних (1:25000) обстежень ґрунтів колгоспів та радгоспів УРСР, які виконувалися у 1957–1961 та 1964–1966 рр. співробітниками ґрунтознавчих партій Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції під керівництвом О. П. Коломійця, Тернопільської державної сільськогосподарської дослідної станції під керівництвом начальника партії В. П. Корницького, ґрунтознавчої партії при кафедрі ґрунтознавства Української академії сільськогосподарських наук під керівництвом начальника партії В. Ю. Калюжного і старших інженерів-ґрунтознавців П. М. Полив'яного й Б. Г. Кабаченка та експедиції по дослідженню ґрунтів Науково-дослідного інституту землеробства і тваринництва західних регіонів УРСР під керівництвом начальника експедиції Ф. Л. Кожухара та начальників партії М. М. Мельника, І. Д. Ткачука і Ф. В. Гримайлюка [78].

За даними цих досліджень була створена серія ґрунтових карт колгоспів та радгоспів масштабу 1:25000 та ґрунтові карти областей масштабу 1:200000. У складанні ґрунтової карти Хмельницької області масштабу 1:200000 брали участь ґрунтознавці землевпорядної експедиції інституту «Укрземпроект» В. З. Мазуренко, Н. М. Іжевська, Г. К. Медвідь, В. А. Поляруш, Е. Ф. Ващенко, а Тернопільської – З. П. Дяченко, С. А. Онопрієнко, О. Т. Новейко,

Т. А. Рижих. Окрім картографічних матеріалів узагальнюючі результати цих обстежень були висвітлені в коротких нарисах про ґрунти областей: «Ґрунти Хмельницької області» (1968) [78], та «Ґрунти Тернопільської області» (1969) [149].

Однією із фундаментальних праць початку 70-х рр. по вивченню ґрунтів Подільських Товтр стала монографія Г. О. Андрущенко "Ґрунти Західних областей УРСР" (1970), в якій автор характеризує рендзини як: "... інтразональні біолітогенні ґрунти, які сформувалися на елювіальній корі вивітрювання крейдяних мергелів під одночасною дією деревної та трав'яної рослинності, в умовах промивного типу водного режиму...". Автор детально описує морфогенетичні особливості рендзин та переконливо доводить їхнє "лісове" походження на підставі детального аналізу перерозподілу півтораоксидів у профілі цих ґрунтів. Він зазначає: "... поєднання різних елементарних ґрунтоутворних процесів в умовах достатнього зволоження призвело до формування недиференційованого профілю, який характеризується збагаченням на колоїди і півтораоксидами гумусово-аккумулятивним горизонтом та поступовим їх зменшенням вниз по профілю, за винятком кальцію, який збільшується у тому ж напрямі. Такий перерозподіл півтораоксидів та кальцію є характерним для ґрунтоутворного процесу під деревною рослинністю, який відбувається у напрямі до опідзолення. Водночас, відбувається виразна акумуляція фосфору у верхніх горизонтах, що і є найхарактернішою ознакою ґрунтоутворення" [3].

Ще одним із вагомих внесків у розвиток ґрунтознавства Поділля стала серія наукових праць «Природа областей Західного регіону України» за редакцією К. І. Геренчука, в якій окремий розділ присвячений ґрунтам території. Так у 1979 році вийшла колективна монографія «Природа Тернопільської області» [182], а в 1980 році – «Природа Хмельницької області» [184]. Розділ «Ґрунти» був написаний тоді доцентом Львівського університету С. В. Трохимчуком. Особлива увага була приділена дерново-карбонатним ґрунтам (рендзинам) Подільських Товтр, де подана їх

морфологія, фізичні та фізико-хімічні властивості, встановлено географічні межі поширення та запропоновано заходи щодо раціонального сільськогосподарського використання.

Узагальнюючою працею цього етапу досліджень, став том «Почвы» із серії «Природа Украинской ССР», в якому подана характеристика ґрунтового покриву України і Подільських Товтр зокрема. Окрім, висвітлення морфологічних, фізичних і фізико-хімічних властивостей рендзин, тут встановлено особливості просторового поширення та генези ґрунтового покриву Подільських Товтр: «На вершинах товтрових пагорбів розвинуті малопотужні дерново-карбонатні ґрунти (рендзини). Вони мають малопотужний гумусовий горизонт, потужністю 10–15 см, під яким лежить шар вивіреного вапняку, що різко переходить в тверду породу. На схилах, на лесоподібних відкладах, формуються світло-сірі ґрунти, які на глибині 150–200 см підстилаються вапняками...» [183].

**Четвертий етап** (з 1990-х рр. і до наших днів) вивчення рендзин Подільських Товтр представлений дослідженнями багатьох наукових установ в основному Західного регіону України. Одним із центрів таких досліджень стала кафедра ґрунтознавства і географії ґрунтів географічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Науковцями кафедри було досліджено рендзинні ґрунти Подільських Товтр та межуючих територій – Малого Полісся, Розточчя, Вороняків. За результатами цих досліджень було захищено кандидатські (2001, 2008, 2016) та докторську дисертації (2014), видано монографії (2004, 2010) та опубліковано низку наукових статей [32–40, 94–102, 159, 160, 163, 199].

Особливістю таких досліджень стало поєднання методів генетичного, географічного, екологічного та історичного ґрунтознавства, що дало змогу виявляти кореляційні зв'язки на рівні елементарних ґрунтових процесів. Такий підхід був обумовлений тривалим сільськогосподарським використанням значних площ рендзин, який суттєво змінює відносно сталі умови ґрунотворення та пришвидшує розвиток багатьох негативних ґрунтових

процесів. У своїй монографії «Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малоого Полісся» (2004), автори стверджують, що «... проблема вивчення змін властивостей ґрунтів, спричинена їх освоєнням і сільськогосподарським використанням... Складна генетична природа рендзин і недостатнє вивчення динаміки ґрунтових процесів у них зумовили неоднозначне трактування домінування тих чи інших елементарних ґрунтових процесів: гумусонакопичення, дегуміфікації, вилуговування, дезагрегації, внутрішньогрунтового вивітрювання, що позначилося на їхній родючості та викликало проблеми на таксономічно-класифікаційному рівні...» [102]. Тому в останні роки, для вирішення даних проблем, науковцями кафедри проводяться дослідження рендзин Подільських Товтр та Західного регіону України в цілому.

Вивченням рендзин на кафедрі ґрунтознавства і географії ґрунтів займаються С. П. Позняк, А. А. Кирильчук, О. М. Підкова, Р. Б. Семащук, В. В. Гарбар, В. Г. Гаськевич, І. Я. Папіш.

Окрім Львівського центру ґрунтознавства, вивчення рендзин Подільських Товтр проводили також науковці Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка (Д. І. Ковалишин 1990, 2011, Л. П. Царик 2011), Кіровоградського національного технічного університету (Ф. П. Топольний 2008, 2012, 2015), Інституту агроєкології та економіки природокористування НААНУ (Б. В. Миць 2011, 2012), Подільського державного аграрного університету (В. С. Вахняк, 2003, 2006), Хмельницького обласного державного проектно-технологічного центру «Облдержродючість» (В. Б. Гаврилук, 2013), Вінницького національного університету ім. М. Коцюбинського (Г. І. Денисик, 2005, 2006) та ін. [7, 13, 14, 15, 23, 24, 56–59, 105, 133–135, 185, 210].

## 1.2. Методологія та методика досліджень

Сучасна теорія ґрунтоутворення і його географічного різноманіття була сформульована ще В. В. Докучаєвим та його першими послідовниками у вигляді формули: чинники ґрунтоутворення → властивості ґрунту. У 60–70 рр. І. П. Герасимовим (1973, 1975) було усвідомлено необхідність включення процесів, як ще однієї ланки ґрунтоутворення. У якості фундаментальної формули він запропонував використовувати тріаду: чинники → процеси → властивості [47, 48].

На основі сучасних уявлень про функціонування, формування і еволюцію ґрунтових систем неодокучаєвська тріада (чинники → процеси → властивості) була доповнена ще однією ланкою: процесами функціонування багатофазної ґрунтової системи. При цьому середня ланка тріади – «процеси», була поділена на власне процеси функціонування системи і на процеси формування, накопичення і диференціації твердофазних продуктів функціонування в ґрунтових тілах, тобто на елементарні ґрунтові процеси (ЕГП) в сучасному розумінні. Така доповнена формула ґрунтоутворення трансформувалася у тетраду: чинники → процеси функціонування → ЕГП → властивості ґрунтів [154, 206].

Вищезгадані положення свідчать, що вчення про генезу ґрунтів вступило в період переосмислення існуючих теоретичних положень. Воно представлено новою парадигмою, в якій для вирішення генетичних і класифікаційних проблем перевагу надано не тільки складу і властивостям ґрунтів, але й їхнім процесам та функціонуванню. Тобто факторно-географічна (факторно-горизонтна) парадигма поступово змінюється на процесно-генетичну. Причина таких змін, пов'язана насамперед із надзвичайною складністю ґрунту як системи.

Сутність такої системи зводиться до пізнання генези ґрунтів через елементарні ґрунтові процеси (ЕГП), які відображають будову профілю ґрунтів, а також їхній склад та властивості. Насамперед, це властивості, які



відповідають за педогенні зміни основної маси материнської породи (гранулометричний, хімічний, мінералогічний склад); стан органічної речовини ґрунту (кількість, запаси, склад гумусу і гумусовий профіль); характеристики вбирного комплексу; властивості, які відображають морфологічну диференціацію і організацію ґрунтової маси (колір, структура, новоутворення, поділ на горизонти тощо) [48]. Існують також праці, де висвітлені спроби розробки факторно-генетико-географічного підходу [48, 206].

Проте слід зазначити, що при дослідженні наукових об'єктів або процесів, до загальної методології науки можуть відноситися не тільки підходи і методи, але і шляхи наукового пізнання. За визначенням М. Азімова (1962), методологія «не ставить перед собою мету детально пояснювати, як необхідно чинити у тому чи іншому конкретному випадку» вона навпаки має справу з засадничими концепціями, поняттями і загальними методами вирішення цілих класів проблем, ... і набуває рангу... загальної стратегії дослідження, яка формує і скеровує розвиток основ наукової дисципліни; у свою чергу зміст науки, її структура – це за сутністю організуюча стратегія дослідницького процесу, яка формує і скеровує розвиток способів вирішення індивідуальних проблем. Для кожної окремої проблеми дослідник повинен розробляти конкретний метод або тактику її вирішення» [цит. за 2].

В ґрунтознавстві існує низка методів та підходів до вивчення ґрунту як складної поліфункціональної системи. Проте, як наголошував у своїх працях А. А. Кирильчук – склад, властивості рендзин і процеси що їх формують, значною мірою залежать від їхнього літологічного складу, який прямо впливає на розвиток ґрунтового профілю [97, 98, 100, 102]. Тому, для вивчення процесів формування, розвитку та динаміки рендзин, необхідно використовувати літологічно зорієнтовані методи та напрями досліджень.

Зокрема і більш доцільним є застосування порівняльно-географічного підходу (не методу), який уперше запропонований В. Фрідландом. Під ним слід розуміти «... методологічний напрям у ґрунтознавстві, що пов'язаний із

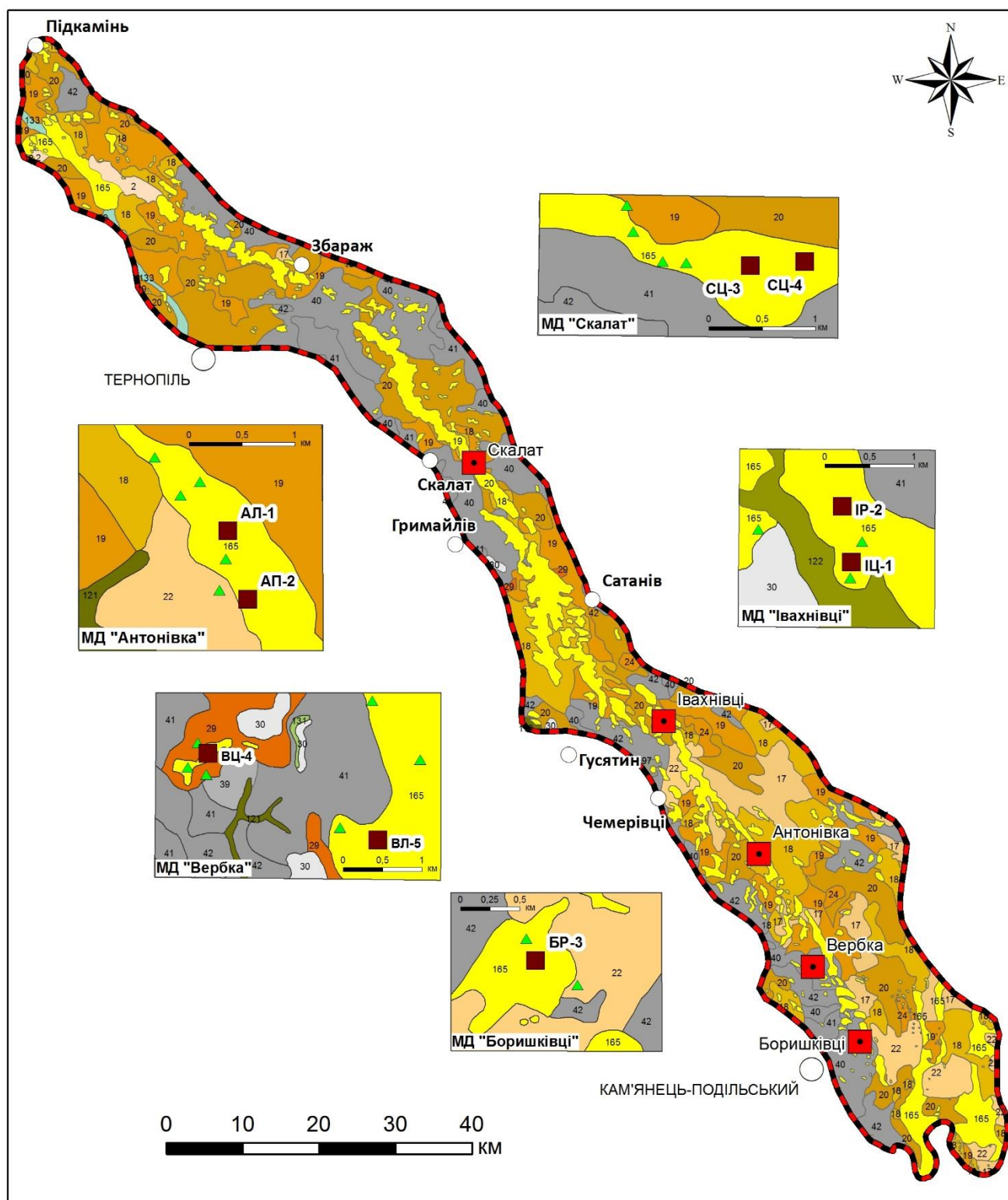
встановленням впливу різних компонентів ландшафтної сфери у процесі їхнього розвитку на властивості ґрунтів, які визначають генезу ґрунтів і тип просторово-часових утворень» [цит. за 169].

Застосовуючи порівняльно-географічний підхід, ми використали систему різних методів, зокрема власне порівняльно-географічний, морфолого-генетичний (профільний), порівняльно-аналітичний, тощо.

Порівняльно-географічний метод базується на співставленні ґрунтів і відповідних факторів ґрунтоутворення в їх історичному розвитку і просторовому поширенні, що дозволяє робити обґрунтовані висновки про генезис ґрунтів та закономірності їхнього поширення. Одним із перших його застосовував ще В. В. Докучаєв і в подальшому він використовувався у більшості ґрунтово-географічних праць [68, 92, 93, 108, 181 та ін].

В основу порівняльно-географічного методу у процесі вивчення генези та поширення рендзин Подільських Товтр покладено принцип репрезентативних модальних ділянок, при виборі яких нами проаналізовано і використано карти ґрунтів Львівської (1967), Тернопільської (1969), та Хмельницької (1968) областей масштабу 1:200000, карта ґрунтів України (2014) масштабу 1:200000, картографічні матеріали за даними ґрунтових обстежень сільськогосподарських підприємств 1990–2011 рр. масштабу 1:10000, а також топографічні карти масштабу 1:10000 та 1:25000 для кореляції ґрунтового покриву із рельєфом досліджуваної території.

Загалом, для вивчення рендзин Подільських Товтр, було закладено розрізи на 5 модальних ділянках (рис. 1.1), загальна характеристика яких наведена у таблиці 1.2. Представлені в дисертаційній роботі карти та картографічні матеріали створені в програмному середовищі ArcGIS 10.0.



#### Умовні позначення:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| Межі Подільських Товтр   | Вербка                  |
| Гусятин  | Модальні ділянки        |
| Населені пункти  | МД "Антонівка"          |
| 165 Рендзини та парарендзини (вкл. педокомбінації з сірими лісовими ґрунтами та чорноземами) | Опорні ґрунтові розрізи |
|  | Ґрунтові прикопки       |

Рис. 1.1. Картохема поширення рендзин Подільських Товтр та просторової локалізації досліджуваних ґрунтових розрізів (складено автором на основі векторизованої карти ґрунтів України (2014) та картографічних матеріалів за даними ґрунтових обстежень сільських рад 1990–2011 рр. масштабу 1:10000)

## ЛЕГЕНДА

**Дерново-підзолисті ґрунти на давньоалювіальних, водно льодовикових відкладах**

2 Дерново-слабо- і середньо підзолисті піщані та глинисто-піщані ґрунти

**Опідзолені ґрунти переважно на лесових породах**

17 Ясно-сірі опідзолені ґрунти

18 Сірі опідзолені ґрунти

19 Темно-сірі опідзолені ґрунти

20 Чорноземи опідзолені

**Опідзолені оглеєні ґрунти переважно на лесових породах**

22 Сірі опідзолені оглеєні ґрунти

24 Чорноземи опідзолені оглеєні

**Реградовані ґрунти переважно на лесових породах**

29 Темно-сірі реградовані ґрунти

30 Чорноземи реградовані

**Чорноземи глибокі переважно на лесових породах**

39 Чорноземи глибокі слабогумусні вилуговані

40 Чорноземи глибокі малогумусні

41 Чорноземи глибокі малогумусні карбонатні

42 Чорноземи глибокі малогумусні вилуговані

**Лучно-чорноземні ґрунти переважно на лесоподібних породах**

97 Лучно-чорноземні вилуговані і опідзолені ґрунти

**Лучні ґрунти на делювіальних та алювіальних відкладах**

118 Лучні ґрунти

121 Лучні глейові ґрунти

122 Лучні та дернові карбонатні глейові ґрунти

**Лучно-болотні ґрунти на алювіальних та делювіальних відкладах**

131 Лучно-болотні ґрунти

**Болотні і торфво-болотні ґрунти на різних породах**

133 Болотні ґрунти

**Дернові ґрунти**

165 Дернові карбонатні ґрунти на елювії щільних карбонатних порід (рендзини)

Таблиця 1.2

## Загальна характеристика модальних ділянок

Модальна ділянка, прив'язка	Розміщення згідно районування [158]		Ґрунотворна порода	Рельєф	Рослинність, угіддя
	Адміністративного	Ґрунтово-географічного			
МД «Боришківці» N 48° 43' 10" E 26° 40' 06"	Кам'янець-Подільський р-н, Хмельницька обл.	Південно-Подільський ґрунтовий край	Елювій серпуло-моховаткових вапняків	Схил бічного пасма Товтр, крутизною 2-3°	Зернові культури, рілля
МД «Вербка» N 48° 48' 23" E 26° 36' 51"	Кам'янець-Подільський р-н, Хмельницька обл.	Південно-Подільський ґрунтовий край	Елювій літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків та карбонатні полігенетичні суглинки	Головне пасмо з відносною висотою 45–55 м, гостроверхі скелі бічних товтр.	Дубово-грабовий ліс; лучно-степові фітоценози, цілина
МД «Антонівка» N 48° 56' 11" E 26° 31' 46"	Чемеровецький р-н, Хмельницька обл.	Південно-Подільський ґрунтовий край	Елювій літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків та карбонатні полігенетичні суглинки	Головне пасмо із асиметричними за крутизною схилами і відносною висотою 50–60 м.	Дубово-грабовий ліс; чагарники, переліг
МД «Івахнівці» N 49° 06' 22" E 26° 22' 03"	Чемеровецький р-н, Хмельницька обл.	Південно-Подільський ґрунтовий край	Елювій літотамнієвих вапняків	Вирівняна вершина поверхня головного пасма Подільських Товтр	Лучно-степові фітоценози, цілина; бобові культури, рілля
МД «Скалат» N 49° 27' 10" E 26° 01' 05"	Підволочиський р-н, Тернопільська обл.	Західно-Подільський ґрунтовий край	Елювій літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків та карбонатні полігенетичні суглинки	Головне пасмо із асиметричними за крутизною схилами і відносною висотою 30–40 м.	Лучно-степові фітоценози, чагарники, цілина

Однак корелятивного підходу, який лежить в основі порівняльно-географічного методу, недостатньо для вирішення просторово-генетичних питань. Тому нами при польових дослідженнях був також застосований морфолого-генетичний (профільний) метод, який полягає у вивченні ґрунту не з поверхні, а за сукупністю генетичних горизонтів на всю глибину ґрунтового профілю [106]. В. А. Ковда (1973), описуючи цей метод особливо підкреслює той факт, що незалежно від того які процеси чи властивості вивчають у ґрунті, профільний метод спонукає дослідника розглядати всі показники зверху донизу у кожному горизонті, у тому числі ґрунтоутворну породу [106].

Цей метод ми застосовували при вивченні морфологічної будови ґрунтових горизонтів та верхню ( $\approx 10\text{--}15$  см) частину ґрунтоутворної породи. Розрізи на модальних ділянках закладались згідно рекомендацій по вибору місця для закладення ґрунтових розрізів [195], в середньому до глибини 75–80 см, або до досягнення верхньої найбільш звітненої частини материнської породи та незмінених ґрунтоутворенням щільних брилово-блокових літотамнієвих, серпуло-моховаткових чи мікробіалітових вапняків. На схилах, де елювій вапняків поступово перекривався полігенетичними суглинками, розрізи закладались до глибини залягання щільних карбонатних порід.

У дисертаційній роботі, окрім порівняльно-географічного підходу до ґрунту як системи, нами реалізовано також еколого-генетичний і системний підходи.

Еколого-генетичний підхід передбачає вивчення природного формування ґрунтів на підставі дослідження закономірностей ґрунтоутворення у двох напрямках:

- 1) ґрунтово-екологічний напрям – орієнтований на встановлення зв'язку ефективності ґрунтоутворного процесу з певним режимом функціонування екосистеми, на вивчення “відгуку” ґрунту при зміні чинників ґрунтоутворення, насамперед субстратного і біотичного (наприклад, на різних ґрунтоутворних породах),

2) ґрунтово-генетичний – відзначається вивченням розвитку ґрунтових ознак і властивостей (наприклад, ґрунтів, що утворилися на різновікових поверхнях).

Системний підхід дає змогу розкрити структуру, тобто будову складних об'єктів, які формуються з простіших, тісно пов'язаних між собою, отже, співіснуючих частин певного таксономічного рівня. Е. Г. Коломиц (1987) зазначає, що "... розвиток геосистеми певного таксономічного рівня є, з одного боку, процесом онтогенії (якщо розглядати цю систему щодо її більш дрібних складових, і, відповідно, менш довговічних комплексів), а з іншого – філогенетичним процесом у порівнянні її з більш довговічною системою вищого таксономічного рангу, частиною якої вона є" [цит. за 97].

В основі цього методу лежить принцип єдності, просторового впорядкування ґрунтових ареалів різного рівня організації. Спираючись на специфіку ґрунтових тіл, особливості їхнього взаємозв'язку як між собою, так і з довкіллям, в основу виділення різних рівнів організації ґрунтового покриву слід покласти функціональні залежності різного рівня, процесуальні рівні, зумовлені типами геохімічної міграції елементів, потоками речовин, енергії та інформації між різними ґрунтовими тілами, які утворюють елементарні структури ґрунтово-географічного простору [167].

Під час польових досліджень рендзин Подільських Товтр, в ґрунтових розрізах проведено детальні морфометричні дослідження генетичних горизонтів із зазначенням їх потужностей та відповідним макро- та мезоморфологічним описом. Позначення генетичних горизонтів досліджуваних рендзин здійснювали за О. Н. Соколовським (1956) та згідно рекомендацій «Руководства по описанию почв» (2012) [195, 204]. Забарвлення генетичних горизонтів визначали за шкалою Мансела [249]. Індивідуальні зразки ґрунту для подальших лабораторно-аналітичних досліджень відбиралися пошарово (через кожні 10 см), із окремих генетичних горизонтів.

В польових умовах також відбирали зразки для визначення щільності будови ґрунту приладом із лабораторії Литвинова (об'єм циліндра 50 см<sup>3</sup>) в

5-кратній повторності у генетичних горизонтах, де вміст дрібнозему складає не менше 30% від загального об'єму горизонту. Окремо в картонні коробки з гумусових горизонтів відбирали зразки ґрунту для вивчення структурно-агрегатного складу. Наявність та розподіл карбонатів кальцію в профілі визначали за допомогою 10% розчину HCl.

Головним для кількісної характеристики складу, властивостей і процесів є порівняльно-аналітичний метод, зміст якого полягає у порівнянні речовинного складу і мінеральної частини кожного ґрунтового горизонту з одного боку, та материнської породи – з іншого. Окрім того, зазначений метод передбачає також порівняння складу і властивостей індивідуальних генетичних горизонтів у межах ґрунтового профілю [191].

Лабораторно-аналітичні дослідження проводили загальноприйнятими методиками [4, 9, 22, 92, 93, 100, 151, 208, 247, 249], з метою спрощення порівнянь отриманих даних та їх кореляції із попередніми дослідженнями інших науковців.

У відібраних ґрунтових зразках у лабораторії досліджували:

- щільність твердої фази – пікнометричним методом (ДСТУ 4745:2007);
- гігроскопічна волога – термостатно-ваговим методом (ДСТУ ISO 11465:2001);
- загальна шпаруватість – розрахунково;
- шпаруватість аерації – розрахунково;
- гранулометричний склад – ареометричним методом Кассагранде (ISO 11277:2005) [229, 239, 256];
- структурно-агрегатний склад:
  - сухе просіювання – ситовим методом (ДСТУ 4744:2007);
  - водостійкість ґрунтових агрегатів – методом Н. І. Саввінова (ДСТУ 4744:2007);
- рН<sub>Н2О</sub> – на потенціометрі рН-150-М (ДСТУ ISO 10390:2007);



- CO<sub>2</sub> карбонатів – на кальциметрі за методом Гейслера-Максим'юк (ДСТУ ISO 1093:2001);
- загальний гумус – методом І. В. Тюріна в модифікації Є. Д. Нікітіна (ДСТУ ISO 14235:2005);
- груповий і фракційний склад гумусу – за методом І. В. Тюріна в модифікації В. В. Пономарьової і Т. А. Плотнікової (ДСТУ 4289:2004);
- валовий хімічний склад – за методикою Є. В. Арінушкіної (ДСТУ ISO 14869-2:2005).

Результати польових і лабораторно-аналітичних досліджень статистично оброблені за загальноприйнятими методиками Б. О. Доспехова та Є. А. Дмитрієва з використанням методу варіаційної статистики [61, 68 ] та програмних пакетів Microsoft Office Excel 2013.

### **Висновки до розділу 1**

1. На підставі аналізу та узагальнення літературних, архівних, картографічних та фондових матеріалів нами вперше здійснено хронологічну періодизацію ґрунтово-географічних досліджень рендзин Подільських Товтр, яка включає чотири етапи.

2. Перші наукові дослідження території Подільських Товтр були зорієнтовані на вивчення умов ґрунтоутворення рендзин – в основному геолого-геоморфологічної будови та стратиграфії. В подальшому ґрунтознавцями досліджувались особливості генези та просторового поширення рендзин, зі створенням відповідних картографічних матеріалів.

3. Сучасні дослідження рендзин Подільських Товтр базуються на застосуванні процесно-генетичного підходу, що полягає у виявленні особливостей функціонування та сутності елементарних ґрунтових процесів на різних стадіях становлення і розвитку генетичного профілю рендзин.

4. Встановлено, що склад, властивості рендзин і процеси, що їх формують, значною мірою залежать від літологічного складу ґрунтоутворних порід, тому необхідно використовувати літологічно зорієнтовані методи та

напрями досліджень, в т. ч. порівняльно-географічний, морфолого-генетичний (профільний), порівняльно-аналітичний та інші.

5. В основу застосованих підходів та методів покладено принцип репрезентативних ділянок, за яким закладено розрізи на п'яти модальних ділянках, що представляють педолітокомбінації різновидностей рендзин з різними просторово-генетичними стадіями ґрунтоутворення.

6. Під час проведення польових та лабораторно-аналітичних досліджень нами використовувались загальноприйняті методи досліджень з метою спрощення порівнянь отриманих даних та їх кореляції із дослідженнями інших науковців.

## РОЗДІЛ 2

### УМОВИ ҐРУНТОТВОРЕННЯ

Подільські Товтри – рифові утворення середнього міоцену, які сформувались 13–18 млн. років тому на території Подільської височини в теплих прибережних водах Центрального Паратетису [139]. В сучасному рельєфі Товтри представлені відпрепарованим денудацією баденським бар'єрним рифом (головне пасмо) з відносними висотами до 160 м, та біогермними сарматськими масивами (бічні товтри) з відносними висотами 40 м.

За фізико-географічним районуванням [124] досліджувана територія виділяється на рівні Збаразько-Смотрицького (Товтровою) природного району в межах Західно-Подільської височинної області, що відноситься до зони широколистяних лісів (рис. 2.1). Територія простягається з північного заходу на південний схід уздовж лінії Підкамінь (Львівська обл.) – Гаї Розтоцькі – Збараж – Скалат – Красне – Личківці (Тернопільська обл.) – Іванківці – Вишнівчик – Кам'янець-Подільський – Яруга (Хмельницька обл.) майже на 150 км. Середня ширина Подільських Товтр коливається в межах 5–30 км, а загальна площа становить близько 3 тис. км<sup>2</sup>.

У ландшафтній структурі Подільських Товтр К. Геренчук [182, 184], Д. Ковалишин та І. Каплун [105] виділяють Мильнівський, Збаразький, Медоборський та Товтровий індивідуальні ландшафти, в межах яких поширені наступні місцевості:

- високих товтрових горбогір'їв зі слабо опуклими вирівняними вершинами, вкритими неглибоким шаром елювію вапняків, який вниз по схилу змінюється облесованим елювієм і делювієм цих порід; вапнякові вершини цих горбогір'їв частково оголені, частково покриті трав'яною рослинністю або розорані з дерново-карбонатними ґрунтами (рендзинами). Вниз по схилу зростає потужність облесованого елюво-делювію і дерново-

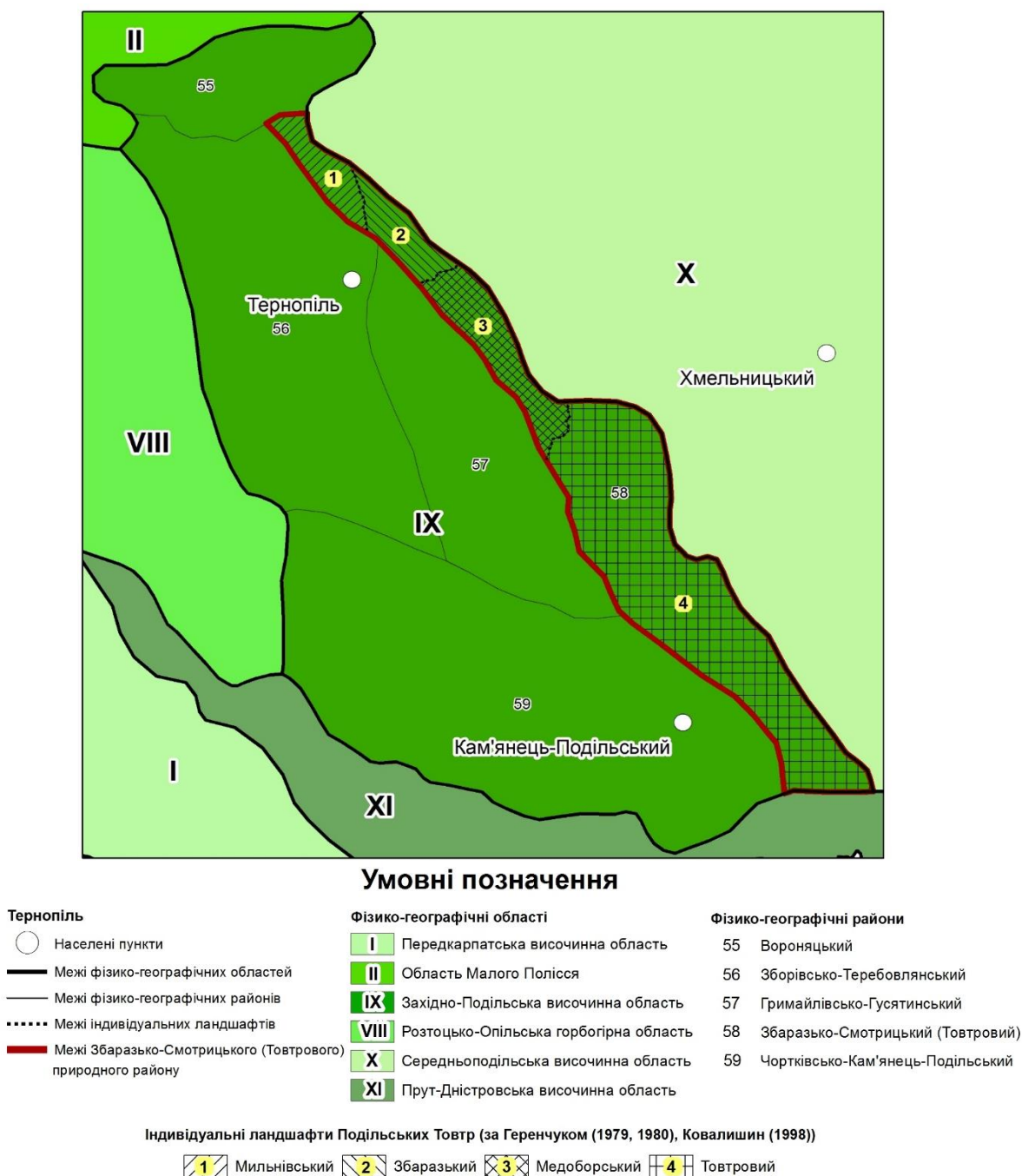


Рис. 2.1. Фізико-географічне районування Подільських Товтр [105, 182, 184] та прилеглих територій [124]

карбонатні ґрунти (рендзини) змінюються чорноземами та сірими лісовими ґрунтами;

- високих товтрових горбогір'їв зі слабо опуклими вершинами, на яких зберігся облесований елювій, до якого вниз по схилу домішується делювій. Ці горбогір'я вкриті багатою лісовою і трав'яною рослинністю з

дерново-карбонатними ґрунтами на елювії вапнякових порід, а також сірими опідзоленими ґрунтами на облесованому делювії на різній глибині, підстеленому вапняками;

- високих хвилястих міжгорбогірних рівнин, які утворилися на місці міжгорбогірних долин, похованих під осадовими піщаними й лесовими породами. Тепер вони, здебільшого, розорані, подекуди із залишками лісової рослинності, під якою сформувалися сірі опідзолені ґрунти;
- долин річок, що перетинають Товтрове пасмо. Схили долин стрімкі, часто урвисті з виходами на поверхню вапняків, дно плоске нешироке;
- похованих рифових споруд, перекритих лесами. Колись вони були вкриті лісами, під якими утворилися сірі опідзолені ґрунти, але розорювання цих горбів призвело до часткового оголення ерозією рифового каміння;
- групових та ізольованих оголених рифових скелястих горбів із дерново-карбонатними ґрунтами (рендзинами), які вниз по схилу змінюються чорноземними;
- хвилястих міжгорбогірних рівнин вкритих лесами, переважно розораних, зі сірими опідзоленими та чорноземними ґрунтами;
- розлогих міжрифових рівнин, які утворилися на місці відмираючих лагун, що існували між ізольованими групами рифів та відділяли їх від суходолу. Останні складені облесованими озерними суглинками, на яких утворились чорноземні ґрунти [105, 182, 184].

## **2.1. Геологічна будова та ґрунтоутворні породи**

Територія Подільських Товтр розташована на південному заході Східно-Європейської платформи в межах Волино-Подільської плити. У структурі тектоносфери, зона підпорядкована діагональній системі трансрегіональних глибинних розломів наскрізного розвитку вздовж лінії ступінчастого опускання фундаменту Східно-Європейської платформи у напрямку Передкарпатського прогину. Прямолінійність простягання Подільських Товтр

зумовлена Тербовлянським розломом, який розділяє Придністровський та Подільський мегаблоки фундаменту платформи, з різним режимом тектонічного розвитку [198, 218]. Зміщення по розлому обумовили структурні виступи на дні міоценового моря і створили сприятливі умови для розвитку організмів-рифобудівників.

Геолого-геоморфологічну основу Подільських Товтр складають відклади міоцену – верхнього бадену та нижнього сармату. У підніжжі міоценових відкладів Товтр залягають карбонатні породи силуру (вапняки і доломіти), подекуди перекриті відкладами верхньої крейди (вапняки та мергелі), які відслонюються у глибоко врізаних долинах Дністра та його приток [113]. Найнижча частина відкладів міоцену утворена кварцовими пісками з багатоморською фауною, які належать до підгорецьких верств. Піски перекриті фаціально відмінними відкладами тернопільських верств, які представлені літотамнієвими вапняками, мергелями, органічно-детритовими та літотамнієвими рифовими вапняками Товтр.

В основі головного пасма є відпрепарований денудацією баденський бар'єрний риф. Головне пасмо збудоване верхньобаденськими органічними та органічно-детритовими вапняками, які трансгресивно залягають на еродованій поверхні порід силуру або крейди. Максимальна потужність верхньобаденських відкладів досягає 150 м. Зверху вони локально перекриті вапняковими відкладами нижнього сармату та четвертинними лесоподібними суглинками. Літологічний склад верхньобаденських відкладів – рифогенні, органічно-детритові, шаруваті, літотамнієві вапняки, мергелі, глини, алевроліти, піски, пісковики [125, 139].

У центральній частині Товтр нижня частина розрізу міоцену складена кварцовими пісками, піщанистими літотамнієвими вапняками (уламковий матеріал представлений, головним чином, зернами кварцу та кременю) [109, 132]. Вище по розрізу залягає товща глинистих літотамнієвих вапняків з прошарками органічно-детритових вапняків. Часто, глинисті літотамнієві вапняки перекриті добре відсортованими “пилуватими” детритовими

вапняками, на яких залягають рифові вапняки, які завершують розріз верхнього бадену Товтрової гряди (рис. 2.2).

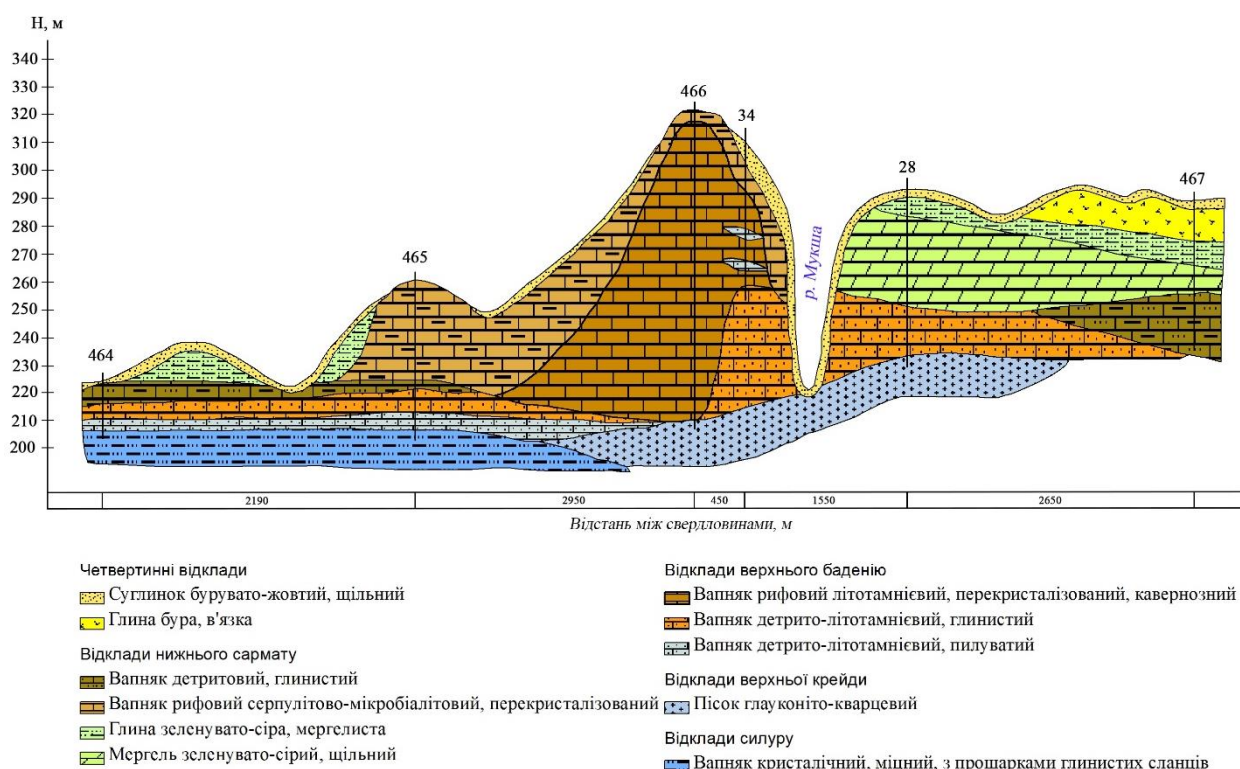


Рис. 2.2. Геологічний розріз Товтрової пасма у районі с. Вербка (за даними Михайлова, 1971)

Верхньобаденські вапняки Товтр – сірі, голубувато-сірі, бурувато-сірі масивні, часто кавернозні породи. Переважають літотамнієві різновиди (здебільшого хвилясто-літотамнієві), рідше трапляються верметусові та моховатко-водоростево-верметусові вапняки. Під мікроскопом структура вапняків органогенна, текстура – неорієнтована. Порода утворена з уламків літотамнієвих водоростей, складених приховано-кристалічним кальцитом. Проміжки між літотамнієвими водоростями заповнені дрібним детритовим матеріалом, який має мікрозернисту будову [132].

Східніше Подільських Товтр у нижній частині розрізу верхньобаденських відкладів переважають піски, пісковики, піщанисті вапняки – комплекс відкладів, утворення яких відбувалось в умовах мілководного морського басейну поблизу берегової лінії. Західніше головного пасма Товтр у нижній частині баденських відкладів переважають глинисті

літотамнієві вапняки, які перешаровуються з пісками, глинами, черепашниками. Верхня частина розрізу характеризується більшою літологічною строкатістю – чергуванням глин, алевролітів, пісковиків, глинистих літотамнієвих і органічно-детритових вапняків [139].

Серпулові рифові вапняки нижнього сармату [132, 240, 248] перекривають верхньобаденські, а також простежуються на південний захід від Головного пасма, де утворюють скелясті підняття, які називають товтрами. Товтри звичайно простежуються групами, утворюючи лінійно витягнуті ланцюги та окремі пасма, зорієнтовані перпендикулярно до рифових піднять верхнього бадену. Сарматські рифи, які перекривають головне пасмо та формують бічні товтри, збудовані серпуло-мікробіалітовими та серпуло-моховатковими вапняками (Додаток А). Це твердий і пористий вапняк, який на денній поверхні набуває жовтувато-бурого кольору. Його основною складовою є пелоїдні мікритові утворення, які формують мікробіаліти. Трубки серпул з родини *Hydroides* значно поширені, проте становлять лише декілька відсотків об'єму породи. Часто замість трубок серпул трапляються скелети моховаток з родини *Tubulipora*. Отже, органічні побудови нижнього сармату можна називати “серпуло-мікробіалітовими рифами” [197].

Відклади середньосарматського під'ярусу поширені східніше смуги Товтр у південній частині Поділля. Тільки в районі с. Чемерівці відклади нижнього сармату поширені західніше Головного Товтрового пасма. Західна межа середньосарматських відкладів проходить по лінії сіл Вільхівці–Чемерівці–Хропотова–Чорна–Карачківці.

Середньосарматські відклади залягають на породах нижнього сармату і перекриті пліоценовими (у долині Дністра) і четвертинними відкладами. У літологічному відношенні вони представлені перешаруванням глинистих тонкозернистих пісків, тонкошаруватих строкатих глин з присипками піску, мергелів, та поодинокими (до 0,5 м) прошарками жовтувато-сірого глинистого пелітоморфного вапняку, потужністю від 1–2 м до 60 м [139].



Алювіальні відклади пліоцену поширені в південній частині району Товтр – у долині Дністра. Вони складають древню терасу Дністра, залягають на сарматських відкладах і перекриті четвертинними лесоподібними суглинками. Літологічний склад пліоценового алювію – бурі піщанисті глини, гумусовані, з вапняковими включеннями, бурі мілкозернисті сильно глинисті піски, галечники, суглинки. Потужність алювію коливається в межах 10–30 м.

Четвертинні відклади розповсюджені майже по всій території Подільських Товтр, вони відсутні лише на крутих схилах річкових долин, де відслонюються більш древні відклади, та на скелястих вершинах. Потужність четвертинного покриву досягає 30 м. За віком четвертинні відклади діляться на середньочетвертинні, верхньочетвертинні та сучасні, за генетичним принципом на еолово-делювіальні, елювіальні, гравітаційні (осипи, обвали), алювіальні, пролювіальні та озерно-болотні відклади [139].

До середньочетвертинних належать алювіальні відклади третіх надзаплавних терас Збруча і Смотрича (суглинки і глини потужністю 10–15 м), і мілкозернисті кварцеві слабо глинисті піски в районі смт. Залізці.

До нерозчленованих середньо-верхньочетвертинних відкладів належать елювіальні, еолово-делювіальні покривні лесоподібні і делювіальні важкі піщанисті суглинки схилів плато, річкових долин і балок.

До верхньочетвертинних відкладів належить алювій перших та других надзаплавних терас: суглинки, супіски, піски, галечники.

Сучасні четвертинні відклади – алювіальні та алювіально-пролювіальні відклади річкових заплав та днищ балок: піски, супіски, суглинки, мули, глини з галькою та уламки порід; озерно-болотні відклади: мули, торф; сучасні руслові алювіальні відклади: піски, галечники; колювіальні відклади: осипи щебеню під скельними виходами; хемогенні вапнисті туфи біля виходів мінералізованих джерел тощо.

Отже, ґрунтоутворюючими породами для рендзин Подільських Товтр є відклади верхнього бадену та нижнього сармату, які представлені літотамнієвими, серпуло-мікробіалітовими, моховатковими, та органічно-

детритовими вапняками. На схилах товтр, окрім вапнякових порід, ґрунтотворною породою також є облесований елюво-делювій та карбонатні полігенетичні суглинки на яких формуються бурі рендзини та парарендзини.

## **2.2. Геоморфологічні особливості**

У сучасному рельєфі Подільської височини, Подільські Товтри представлені відпрепарованим денудацією баденським бар'єрним рифом (головне пасмо) та біогермними сарматськими масивами (бічні товтри). Вони простягаються з північного заходу на південний схід уздовж лінії Підкамін'я (Львівська обл.) – Гаї Розтоцькі – Збараж – Скалат – Красне – Личківці (Тернопільська обл.) – Іванківці – Вишнівчик – Кам'янець-Подільський – Яруга (Хмельницька обл.) майже на 150 км (рис. 2.3). Рельєф усього комплексу викопних органогенних утворень (головного пасма та бічних товтр) є різноманітним, що зумовлено особливостями їх формування та комплексної денудації.

У схемі геоморфологічного районування території України, Подільські Товтри виділено на рівні району (Товтрова денудаційна горбиста височина) у межах Подільської структурно-денудаційної височинної області [72].

К. Л. Москалюк у своїй праці [139], виділяє три підрайони – Збараський, Медоборський і Кам'янець-Подільський, та десять мікрорайонів – Мильнівський, Збараський, Луб'янецький, Скалатський, Гримайлівський, Закупненський, Демківецький, Смотрицький, Кам'янець-Подільський та Придністерський, які відрізняються рисами морфографії і морфометрії рельєфу головного пасма та бічних товтр (рис. 2.4).

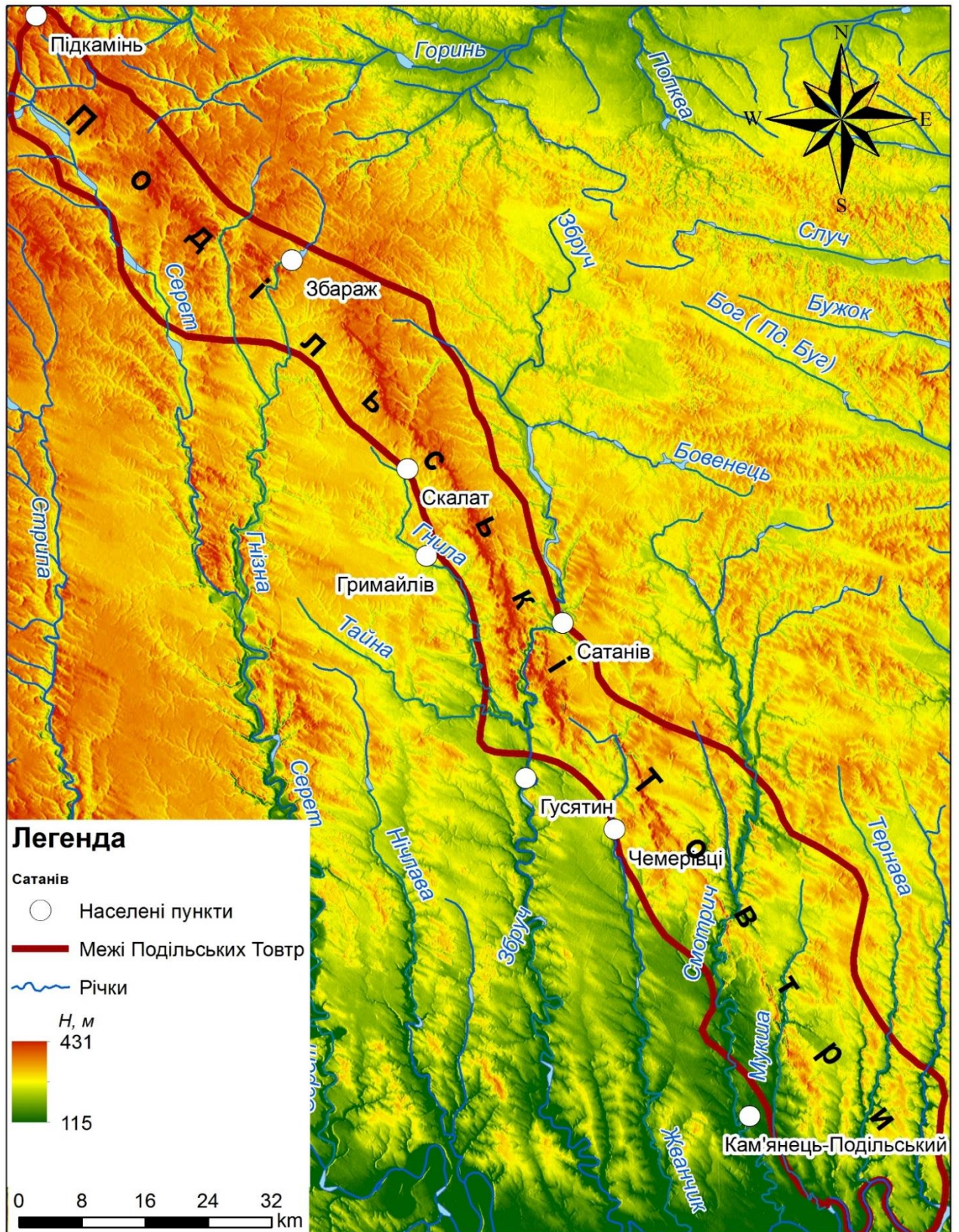


Рис. 2.3. Гіпсометричні рівні Подільських Товтр

Ступінь та форма прояву Товтр у сучасному рельєфі в різних частинах Поділля суттєво відрізняються. На півночі досліджуваної території, між смт. Підкамінь до широти м. Тернополя, головне пасмо Товтр представлене



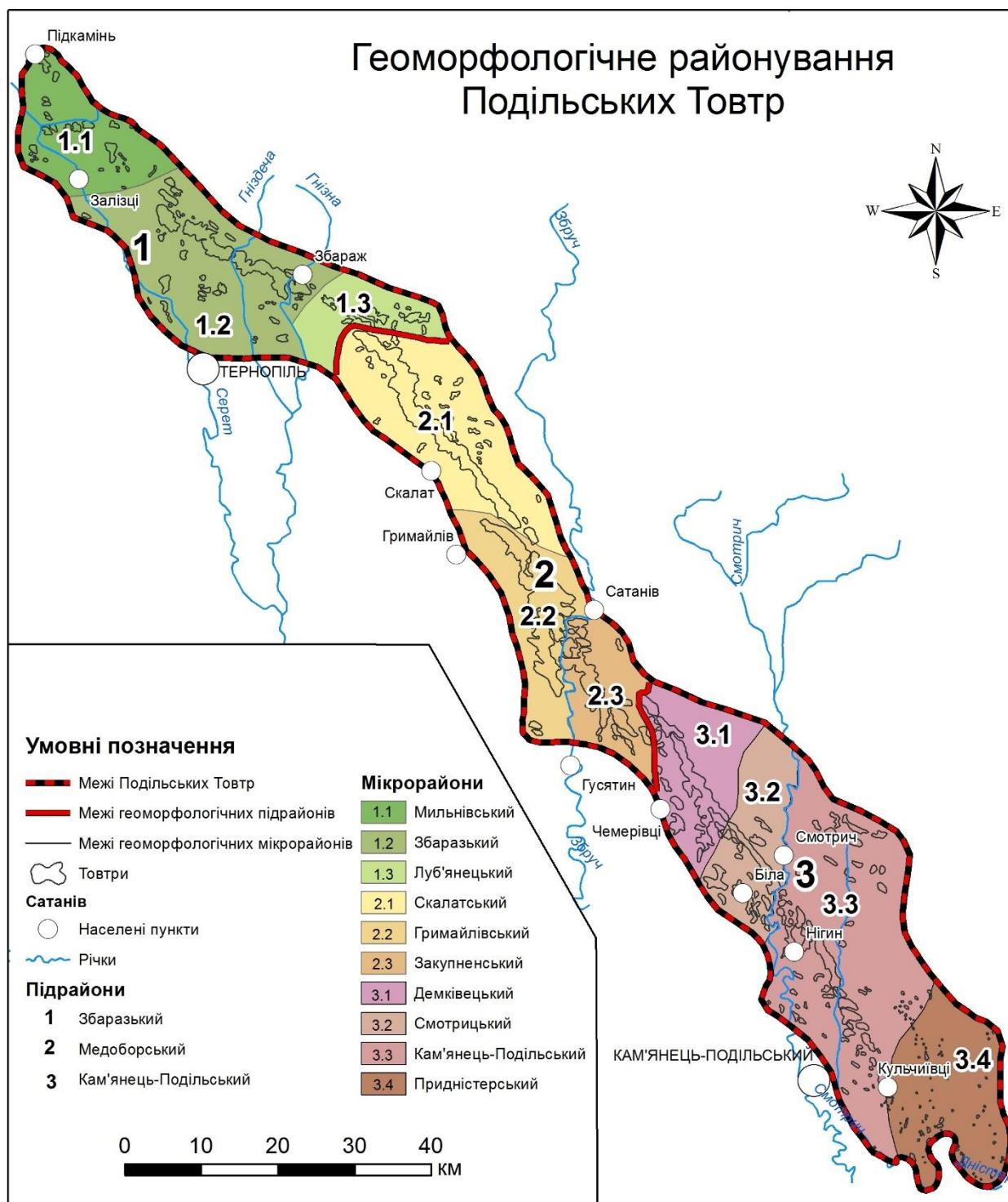


Рис. 2.4. Геоморфологічне районування Подільських Товтр (за даними К. Москалюк, 2009)

порівняно невисокими масивами (відносні висоти не перевищують 60–80 м) з пологими схилами. Головне пасмо тут супроводжують численні бічні товтри.

Окремі товтри хаотично розташовані у підніжжі південно-західного макросхилу головного пасма, або на значній відстані від нього (до 12–15 км).

У центральній частині Товтр головне пасмо представлене масивними пасмами, які часто розташовані паралельно одне одному. Тут головне пасмо чітко виділяється у рельєфі і піднімається над прилеглими територіями на 120–160 м. Від долини р. Збруч до долини р. Дністер головне пасмо простягається лінійно витягнутими з північного заходу на південний схід окремими масивами, чітко вираженими у рельєфі (над прилеглими територіями масиви головного пасма піднімаються на 100–120 м), які супроводжуються численними бічними товтрами (Додаток Б) [140].

Головне пасмо Подільських Товтр простягається від смт. Залізці до с. Кульчиївці і представлене у рельєфі відокремленими лінійно витягнутими масивами, відстань між якими інколи досягає 3–5 км. Масиви головного пасма розділені на другорядні пасма річковими долинами, балками та сідловинами. Характерним елементом рельєфу для усіх окремих масивів головного пасма є широка (200–500 м) й вирівняна вершинна поверхня, яка характеризується досить витриманою на усій протяжності пасма абсолютною висотою. Висоти головного пасма знижуються з північного заходу на південний схід внаслідок загального нахилу Подільської плити. Максимальні висоти головного пасма коливаються від 440–430 м у його північно-західній частині до 320–350 м у південно-східній. Для усіх масивів головного пасма Товтр характерна виразна асиметрична будова схилів: південно-західний схил короткий і крутий (до 35–40°), північно-східний – порівняно довгий і пологий (крутість не перевищує 10–12°). Типова асиметрія схилів викопних рифових піднять ускладнюється крутими схилами східної експозиції, які приурочені до річкових долин [139].

Найнижчі показники горизонтального розчленування рельєфу Товтр характерні для вершинної поверхні головного пасма і становлять 0,3–0,5 км/км<sup>2</sup>. Максимальні показники горизонтального розчленування рельєфу спостерігаються у місцях перетину пасма річковими долинами (2,6–4,0 км/км<sup>2</sup>) та у підніжжях схилів головного пасма Товтр (3,0–3,5 км/км<sup>2</sup>) [139].

Східніше головного пасма Подільських Товтр розташовані викопні органогенні споруди пізнього бадену, які за своїми морфологічними

особливостями нагадують масиви головного пасма. За походженням – це ймовірно берегові рифи, які формувались одночасно із бар'єрним рифом Товтр. Останці берегових рифів знайдені поблизу смт Почаїв, сіл Смотрич та Теремці (Бакота), паралельно до напрямку головного пасма Товтр.

Бічні товтри суттєво відрізняються від головного пасма за геологічною будовою та морфологічними особливостями рельєфу. Бічні товтри – це окремі пагорби та групи пагорбів, розташовані, головне, на захід від головного пасма Товтр. Бічні товтри завжди нижчі від головного пасма, досягаючи 350–360 м абсолютної висоти у центральній частині території Подільських Товтр, та 300–330 м у північній та південній частинах. Відносні перевищення бічних товтр над прилеглими територіями становлять 30–40 м.

За морфологічними особливостями серед бічних товтр виділяються конусоподібної форми пагорби (власне «товтри»), з крутими схилами (до 20–35°) та численними кам'яними розсипами на вершинах, які утворюють скелясті гребені, розташовані перпендикулярно до напрямку простягання головного пасма; невисокі пагорби з пологими схилами («могилки») та окремі лінзи серпуло-мікробіалітових рифових вапняків нижнього сармату, які практично непомітні у рельєфі, хаотично розташовані поблизу головного пасма [139].

В північно-західній частині Подільських Товтр бічні утворення представлені слабовираженими у рельєфі пагорбами, сформованими нижньосарматськими серпулітовими вапняками, які перекриті четвертинними лесоподібними відкладами. Вони розташовані хаотично на значних площах прилеглого Тернопільського плато. Відстань окремих товтр від головного пасма становить 10–15 км. Відносні перевищення бічних товтр тут становлять 5–35 м, при абсолютних висотах 415–426 м (г. Ширед, г. Ушерова) [140].

Із рухом на південний схід внаслідок кращої відпрепарованості процесами денудації, відносні перевищення бічних товтр збільшуються, і поблизу с. Вікно (Гусятинський р-н), становлять 30–40 м (г. Гостра Скеля). Між станцією Закупне і долиною річки Смотрич бічні товтри представлені у

рельєфі у вигляді пологих пасом, які за морфологічними особливостями рельєфу нагадають головне пасмо. Відмітки найвищих вершин бічних товтр порівняно високі та становлять 355–365 м. Поблизу сіл Біла та Чорна на Хмельниччині бічні товтри представлені у рельєфі порівняно високими (325–336 м) конусоподібними пагорбами з крутими увігнутими схилами та численними скелястими виходами сарматських порід. Бічні товтри поширені на значній площі (близько 25 км<sup>2</sup>) і у плані утворюють коло, що дало підставу В. Ласкареву (1914) вважати їх викопним атолом [118].

Для бічних Товтр поблизу м. Кам'янця-Подільського, характерні ланцюжки лінійно витягнутих пагорбів, часто перпендикулярно розміщених відносно головного пасма (Нігинські, Вербецькі, Боришківські товтри).

На межиріччі Баговички та Студениці та у долині Дністра товтри представлені у вигляді пагорбів незначних розмірів (висотою до 4–5 м). Органогенні вапняки нижнього сармату відслонюються в основному у долинах Дністра, Баговички, Тернави та Студениці, утворюючи мальовничі скелі. Вапняки значно звітрені, вкриті численними мікрокарстовими формами та розбиті тріщинами.

Важливими морфологічними елементами Товтрової зони є річкові долини, які перетинають пасмо у північно східному напрямі (поперечному до напрямку простягання головного пасма) і розділяють головне пасмо Товтр на окремі масиви. К. І. Геренчук (1950) відзначав, що поперечні річкові долини перетинають головне пасмо Товтр по найкоротших відрізках, прорізаючи порівняно податливі до денудації органогенно-детритові відклади [49]. При проходженні через Товтрове пасмо річкові долини зберігають свою характерну рису – врізані меандри. Долини в межах пасма творять такі ж меандри та повороти як і перед та після Товтр. Глибина долин значно зростає в разі проходження через Товтри, зокрема, якщо глибина долини р. Збруч перед Товтрами і за пасмом становить 80–90 м, то в межах Товтр зростає до 150 м.

### 2.3. Гідрогеологічні умови

Згідно гідрогеологічного районування території України, Подільські Товтри розташовані в межах гідрогеологічного району 1-го порядку Волино-Подільського артезіанського басейну, та в межах гідрологічного району 2-го порядку Волино-Подільської плити [6, 194].

Серед підземних вод басейну найбільш поширені тріщинні води у верхньопротерозойських, кембрійських, ордовицьких, силурійських, девонських, юрських та верхньокрейдових відкладах і менше – порово-пластові води в сеноманських, баденських, сарматських і антропогенових відкладах [184, 185].

Водоносний комплекс верхньопротерозойських відкладів поширений у басейнах лівих приток Дністра і представлений аргілітами, алевролітами та пісковиками, що полого нахилені на південний захід. Значна глибина залягання водомістких порід, зумовлює потужні напори, що зростають у напрямку занурення водоносного комплексу. П'єзометричні рівні залежно від рельєфу місцевості встановлюються на глибинах від кількох метрів до 235 м (Збручанське родовище) і більше. Дебіти свердловин становлять 0,5–2,5 л/с. За хімічним складом верхньопротерозойські води належать до гідрокарбонатно-кальцієво-натрієвих, з мінералізацією 0,4–0,9 г/дм<sup>3</sup> в зонах вільного водообміну, та 20–60 г/дм<sup>3</sup>, в зонах сповільненого водообміну. Так, хлоридно-натрієві розсоли з мінералізацією 38 г/дм<sup>3</sup> і вмістом бромиду до 90 г/дм<sup>3</sup> зустрічаються у верхньопротерозойських відкладах Збручанського родовища (сmt. Сатанів) на глибинах 439–621 м [104].

Зважаючи на значну глибину залягання води верхнього протерозою майже не впливають на ґрунтоутворні процеси.

Водоносний горизонт кембрійських відкладів розвинутий у східній частині досліджуваної території, де він залягає на глибинах 150–300 м і занурюється зі сходу на захід. В цьому ж напрямку, відповідно, зростає і



потужність горизонту. Водомісткі породи – пісковики, алевроліти, слабо тріщинуваті з низькою водовіддачею. Дебіти свердловин у межах 0,4–1,0 л/с при пониженнях на 30–50 м. На Збручанському родовищі мінеральних вод нижньокембрійські відклади практично безводні. У районі смт. Гусятин при опробуванні у свердловині нижньокембрійських відкладів разом з верхньопротерозойськими дебіт становив 0,4 л/с при пониженні рівня на 54 м (статичний рівень — 14 м) [184].

Водоносний горизонт силурійських відкладів поширений у східній частині області. Водонасиченими породами є тріщинуваті вапняки, доломіти і мертелі. Глибина залягання горизонту коливається від нуля на ділянках глибоко врізаних річок до 140 м на вододілах. Статичні рівні встановлюються на глибинах від 16 до 120 і більше метрів.

Горизонт має напірний характер, величина напору становить 1,8–70 м. Дебіти свердловин змінюються від 0,03 до 25–30 і навіть 200 л/с (при самовпливі на ділянках неглибокого залягання). На вододілах води горизонту безнапірні. Дебіти джерел коливаються в межах 0,1–4,0 л/с, і колодязів – 0,2–1,4 л/с. У зонах глибинних розломів фіксуються аномальні дебіти свердловин. Так, дебіти свердловин на самовпливі тут досягають 5–10 л/с (сmt. Гусятин) та 30–60 л/с (сmt Сатанів). Аномальні значення витоків, заміряні у свердловині 1657 Збручанського родовища мінеральних вод – 260 л/с при самовиливі на усті (пониження – 9,2 м). Живлення силурійського водоносного горизонту відбувається за рахунок перетоку напірних вод з верхньопротерозойських відкладів, а також з вищезалягаючих сеноманських чи міоценових товщ, частково при інфільтрації атмосферних опадів у місцях відслонень силуру в долинах річок [104, 184].

Води горизонту гідрокарбонатні кальцієві й гідрокарбонатні хлоридні кальцієво-магнієві з мінералізацією до 1 г/дм<sup>3</sup>, часто з наявністю органічних сполук. Води водоносного горизонту використовуються для централізованого водопостачання на окремих ділянках у східній та південно-східній частинах досліджуваної території, у бальнеології.

Водоносні горизонти девонських, юрських та крейдових відкладів мають дискретне поширення по всій території Подільських товтр і враховуючи значну глибину врізу річок, часто дреноуюються. Потужність та розвантаження водоносних горизонтів дуже непостійні. Напірність горизонтів складає 0–78 м, з дебітами 0,5–22 л/с. Катіонний склад вод сенон-туронських відкладів представлений кальцієвим і кальцієво-натрієвим типом у південно-східній частині території, та натрієвим й натрієво-кальцієвим – у північно-західній. За аніонним складом води в основному гідрокарбонатні. Деяке підвищення нітратів у водах зони кальматації мергельно-крейдових порід у північно-західній частині досліджуваної території свідчить про проникнення зверху продуктів органічного розпаду та їхнього накопичення [201].

У відкладах неогенової системи (що включають власне товтри), підземні води переважно зв'язані з закарстованими тріщинуватими вапняками та пісками, які часто чергуються з прошарками глин. Внаслідок великої фаціальної мінливості неогенових відкладів як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках водоносні горизонти у них переважно невеликі за розмірами, а значна глибина врізу річок зумовлює повне дронування деяких ділянок Подільських Товтр.

Потужність водоносних неогенових відкладів коливається у межах 0-65 м, а глибина залягання – 5–50 м. Горизонти переважно безнапірні, живлення відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Води прозорі, без запаху та смаку. Дебіти джерел становлять 0,4–2,8 л/с. За хімічним складом води прісні, гідрокарбонатні кальцієві з мінералізацією 0,3–0,8 г/дм<sup>3</sup>, та загальною жорсткістю – 6,8–12 мг-екв. Неглибоке залягання й задовільна якість вод, зумовлюють широке використання неогенових вод для потреб приватних господарств досліджуваної території [185].

Водоносний горизонт четвертинних відкладів розповсюджений скрізь. Переважають алювіальні та алювіально-делювіальні генетичні типи відкладів, які містять безнапірні водоносні горизонти.

Глибина залягання вод четвертинного водоносного комплексу знаходиться у прямій залежності від рельєфу місцевості, пори року і кількості атмосферних опадів, що випали, не перевищуючи у долинах річок 1,0–1,5 м і досягаючи на вододілах 3–5 м. Питомі дебіти свердловин та криниць коливаються від 0,02 до 0,1 л/с [104].

Води четвертинних відкладів прісні, з мінералізацією 0,5–0,6 г/дм<sup>3</sup> гідрокарбонатно-кальцієвого або кальцієво-магнієвого складу. Живлення їх відбувається за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Розвантаження проходить на схилах ярів та балок. Водоносний комплекс четвертинних відкладів використовується в основному сільським населенням для господарського та питного водопостачання і має безпосередній вплив на процеси ґрунтоутворення Подільських Товтр.

#### **2.4. Клімат**

Клімат досліджуваної території зумовлений насамперед її географічним положенням в межах Подільської височини. Він помірно-континентальний з м'якою зимою та досить теплим вологим літом. За агрокліматичним районуванням України [202], Подільські Товтри знаходяться в межах Передкарпатського вологого теплого району, Підзони достатнього зволоження ґрунту, Вологої помірно теплої зони. Значна протяжність смуги з північного заходу на південний схід зумовлює деякі відмінності клімату між районами, особливо щодо тепло- та вологозабезпеченості. Особливістю території є те, що її субширотне простягання із досить значними (до 150 м) відносними перевищеннями над навколишньою територією служить бар'єром для просування північних холодних мас. Це зумовлює формування на південь від Товтр зони так званого «теплого Поділля». Середня температура літнього сезону тут вище ніж в північніших районах на 0,8°C, а його тривалість більша на 10 днів [184].

Річна сумарна сонячна радіація зростає від 4050 МДж/м<sup>2</sup> на північному заході до 4250 МДж/м<sup>2</sup> на південному сході. Причому на вершинах товтр та

схилах південної експозиції її значення значно вищі ніж у низовинах. Радіаційний баланс території аналогічно збільшується з північного заходу на південний схід від 1650 МДж/м<sup>2</sup> до 1820 МДж/м<sup>2</sup> (табл. 2.1, рис. 2.5). Взимку радіаційний баланс на більшій території Подільських Товтр від’ємний і зменшується на північний захід від 0 до -16 МДж/м<sup>2</sup>. Додатнім він є лише у крайніх південно-східних Придністерських ділянках товтр, де його показники становлять 0–15 МДж/м<sup>2</sup> [185].

Таблиця 2.1

Радіаційний баланс, МДж/м<sup>2</sup> [184, 185, 221]

Пункт	Місяці												За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Тернопіль	-16,8	16,8	92,2	213,7	268,2	326,8	322,6	255,6	155,0	46,1	0,0	-12,6	1667,6
Нова Ушиця	-16,8	16,8	100,6	230,5	293,3	352,0	352,0	276,5	171,8	50,3	0,0	-12,6	1814,3

Найбільша середньомісячна різниця температури повітря спостерігається між крайніми північно-західними та південно-східними точками, що особливо сильно проявляється навесні та восени. Різниця між показниками температури може сягати 1,5 °С. Найменше змінюється температура повітря в періоди січень–лютий та липень–серпень – від 0,7 до 1,2 °С. Середня річна температура повітря на південному сході території становить 7,5–7,8 °С, на північному заході – 6,9–7,2° С (табл. 2.2) [16, 30].

Річна амплітуда температури повітря збільшується з північного заходу на південь і схід від 22,9° (сmt. Залізці) до 24,8° (сmt. Нова Ушиця), що свідчить про зростання континентальності клімату на південний схід.

Тривалість вегетаційного періоду із температурами більше 10° С коливається від 145–150 днів на північному заході, до 160–167 днів на південному сході. Сума активних температур вище 10° С сягає 2300–2400 і 2650–2760 °С відповідно [184].

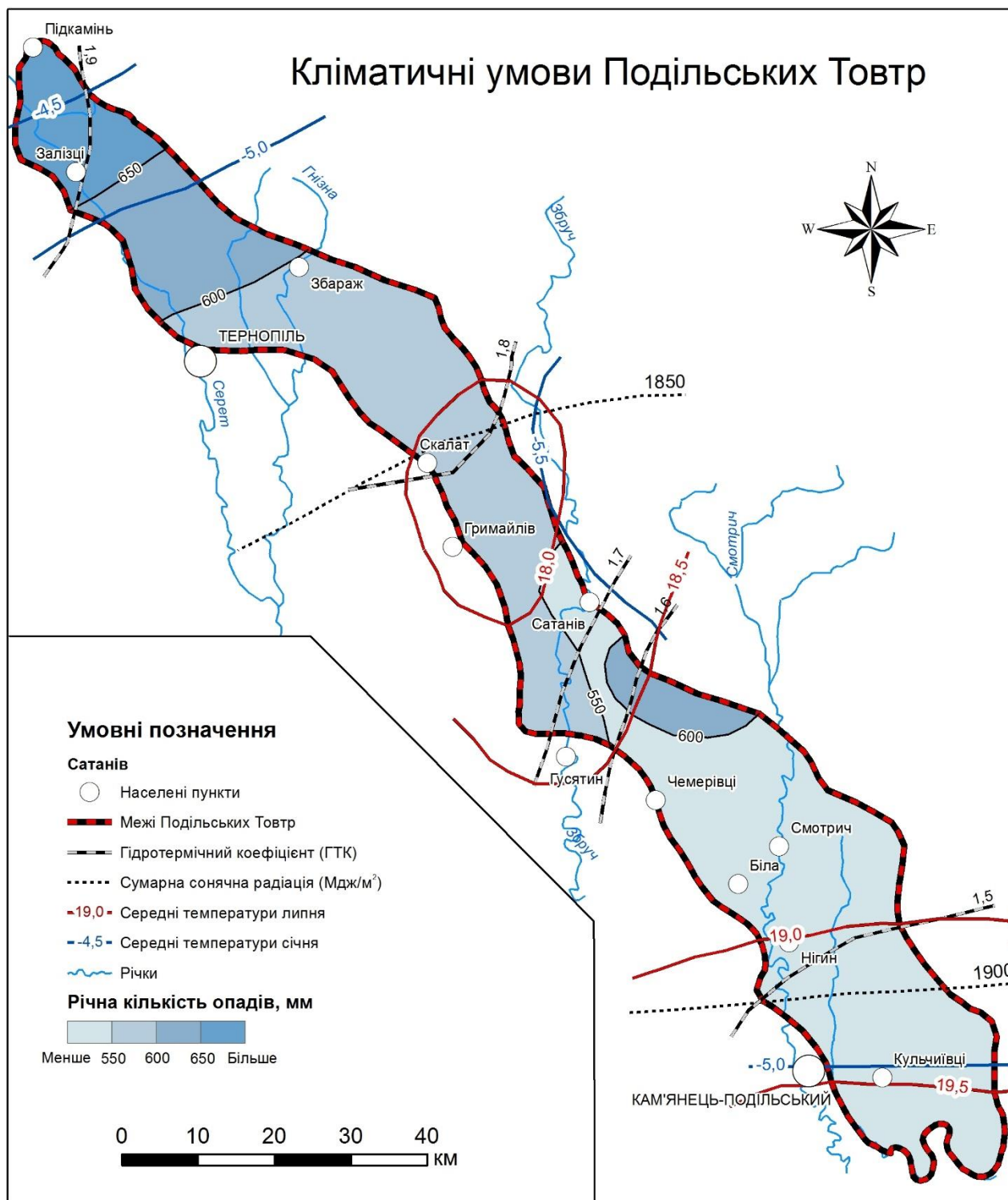


Рис. 2.5. Кліматичні умови Подільських Товтр [184, 185, 221]

На поверхні ґрунту найнижчі температури спостерігаються в січні, від  $-5^{\circ}$  до  $-6^{\circ}$   $^{\circ}\text{C}$ , а найвищі – в липні, від  $21^{\circ}$  до  $23^{\circ}$   $^{\circ}\text{C}$ . Абсолютні максимуми температури на поверхні ґрунту змінюються від  $54^{\circ}$  (північно-західна частина) до  $58\text{--}60^{\circ}$   $^{\circ}\text{C}$  (південно-східна частина), а мінімуми, відповідно – від  $-40^{\circ}$   $^{\circ}\text{C}$  до  $-35^{\circ}$   $^{\circ}\text{C}$ .

Таблиця 2.2

Середня місячна та річна температури повітря, °С [184, 185, 221]

Пункт	Н, м	Місяці												За рік	Амплі- туда
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
Залізці	315	-4,9	-3,7	0,9	7,4	14,9	16,1	18,0	17,3	13,5	7,9	2,3	-2,0	7,3	22,9
Тернопіль	334	-5,4	-4,4	0,1	7,0	13,5	16,6	18,4	17,4	13,0	7,4	1,8	-2,8	6,9	23,8
Городок	300	-5,5	-4,5	0,1	7,0	13,6	16,8	18,7	18,0	13,4	7,7	1,6	-3,0	7,0	24,2
Кам'янець- Подільський	228	-5,0	-3,8	1,2	8,2	14,5	17,4	19,5	18,8	14,4	8,6	2,4	-2,5	7,8	24,5
Нова Ушиця	271	-5,5	-4,4	0,4	7,4	14,0	17,1	19,3	18,5	14,0	8,0	1,9	-2,9	7,3	24,8

Перші приморозки на поверхні ґрунту починаються в середньому 27-29 вересня, а останні весняні – в першій декаді травня на півночі і півдні та другій декаді травня на решті території області. Безморозний період на поверхні ґрунту приблизно на 20 днів коротший, ніж у повітрі. В зимовий період ґрунт промерзає до найбільшої глибини в центральній частині території, де середня глибина промерзання становить 62 см, найменша 43 см, найбільша 92 см, на півночі області відповідно 39 см, 25 см, 68 см; на півдні – 47 см, 28 см, 75 см [184].

Відносна вологість порівняно з абсолютною температурою повітря має зворотний хід. Максимум її в листопаді–грудні (86...88%), а мінімум у травні (66...70%). Особливо чітко виражений добовий хід відносної вологості влітку – вдень близько 50%, а вночі понад 80 % [184, 185].

Щодо режиму зволоження, то кількість опадів може досить сильно коливатись у часі. Найчастіше вони пов'язані з проходженням атмосферних фронтів, циклонів, які пересуваються з Атлантики на схід. Збільшення опадів влітку зумовлено розвитком конвекції, особливо в умовах складного рельєфу.

Середня річна кількість опадів в західній частині території Подільських Товтр становить 600–650 мм і знижується в південно-східному напрямі до 500–550 мм (табл. 2.3). У теплу пору року (з квітня до жовтня включно) інтенсивність опадів збільшується в середньому в три рази (порівняно із зимовим періодом) і становить від 407 мм на південному сході (сmt. Городок)

до 482 мм на північному заході (сmt. Залізці), тобто змінюється більш ніж на 80 мм. Гідротермічний коефіцієнту (ГТК) досліджуваної території становить 1,4–1,9 [221].

Таблиця 2.3

Середня кількість опадів, мм [184, 185, 221]

Пункт	Н, м	Місяці												За рік
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Залізці	315	33	33	31	46	67	92	98	78	49	52	42	33	654
Тернопіль	334	28	28	27	42	61	85	67	73	45	46	38	30	590
Городок	300	24	24	23	41	60	79	80	65	46	36	34	28	540
Кам'янець-Подільський	228	27	28	29	37	53	72	82	70	50	44	40	29	561
Нова Ушиця	271	24	24	23	41	60	78	79	65	46	36	34	28	538

Такий режим зволоження території обумовлює інтенсифікацію процесів вилуговування, які діагностуються зниженням лінії суцільного закипання рендзин від 10% розчину HCl. Проведені нами польові дослідження показали, що межа суцільного закипання досліджуваних ґрунтів може опускатися (особливо під лісовою рослинністю) до глибини 15–20 см. На поверхні спостерігається лише фрагментарне закипання ґрунту навколо уламків вапнякового елювію.

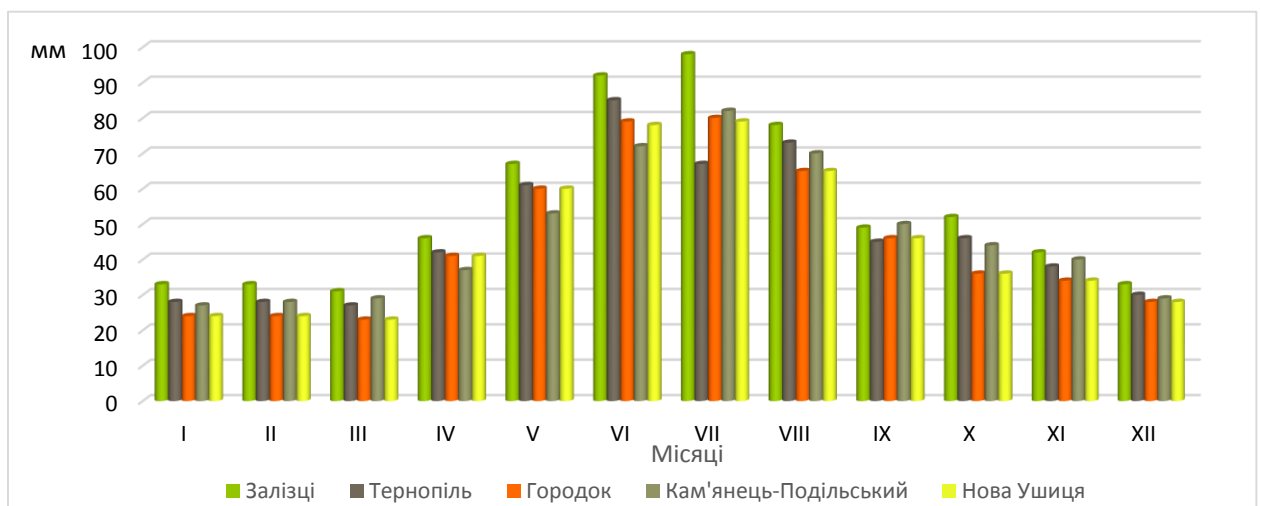


Рис. 2.6. Середня кількість опадів [184, 185, 221]

Протягом року на досліджуваній території переважає західне перенесення повітряних мас. Інтенсивно відбувається трансформація

атлантичного повітря в континентальне. Циклони, що надходять з північної Атлантики, захоплюють дану територію своєю південною периферією. У холодну пору року збільшується вплив циклонів середземноморського походження. Циклони зумовлюють значну хмарність та опади, зниження температури влітку та підвищення її взимку. Зі Скандинавії у тил атлантичних циклонів надходить холодне повітря, що викликає приморозки у перехідні пори.

## 2.5. Рослинність

В геоботанічному районуванні територія Подільських Товтр знаходиться в межах Покутсько-Медоборського округу букових, грабово-дубових лісів, справжніх та остепнених лук та лучних степів, що відноситься до Європейської широколистянолісової області, Центральноєвропейської провінції широколистяних лісів, Південнополісько-Західноподільської підпровінції широколистяних лісів, лучних степів та евтрофних боліт [60].

Товтрове пасмо виступає ізольованою смугою грабово-дубових, дубових, дубово-букових і букових лісів на вапнякових масивах – рифах міоценових морів (рис. 2.7). У доагрокультурні часи тут існував видовжений у напрямку з північного заходу на південний схід лісистий острів серед лучних степів Північного Поділля. Сучасна лісистість території Подільських Товтр (включаючи прилеглі ділянки) складає близько 389 км<sup>2</sup> (24,6 % від загальної площі території), причому найбільша її частка зосереджена в межах Медоборського геоморфологічного підрайону, близько 149 км<sup>2</sup> (28%) [139]. Головне пасмо Подільських Товтр переважно вкрите широколистяними лісами багатого видового складу. Тут ростуть дуб звичайний (*Quercus robur*) і дуб скельний (*Quercus petraea*), бук лісовий (*Fagus sylvatica*), граб (*Carpinus betulus*), липа серцелиста (*Tilia cordata*) і липа широколиста (*Tilia platyphyllos*), берест (*Ulmus campestris*), береза (*Betula pendula*), клокичка периста (*Staphylea pinnata*), вишня степова (*Prunus fruticosa*), черешня (*Prunus avium*) тощо). В підліску – орляк звичайний (*Pteridium aquilinum*), ліщина звичайна (*Corylus*



*avellana*), чемерник чагарниковий (*Helleborus dumetorum*), глід український (*Crataegus ucrainica*), глід одноматочковий (*Crataegus monogyna*), горобина звичайна (*Solbus aucuparia*), калина звичайна (*Viburnum opulus*), бузина чорна (*Sambucus nigra*), шипшина собача (*Rosa canina*), терен звичайний (*Prunus spinosa*) та інші [123].

Переважаючий вік лісів Подільських Товтр складає від 30 до 55 років. Старі букові ліси збереглися лише в межах природного заповідника «Медобори» у вигляді окремих ділянок поблизу с. Вікно та у межах Хмельницької області поблизу смт. Сатанів [141, 148].

Гостроверхі ділянки бічних товтр, переважно безлісі, скелясті, вкриті щебенюватим елювієм і лесоподібними суглинками, на яких утворився потужний лучно-степовий травостій. На південно-західних схилах товтрового пасма збереглися фрагменти наскельних степів з осоки низької (*Carex humilis*), костриці борознистої (*Festuca rupicola*), ковили волосистої (*Stipa capillata*), келерії стрункої (*Celeria gracilis*) та рослинності вапнякових скель і осипів.

Степова трав'яна рослинність, як засвідчують палінологічні дослідження, протягом голоцену і до теперішнього часу не змінювала межі свого поширення, хоча її флористичний склад суттєво змінювався [73].

Природна рослинність Подільських Товтр збереглася на невеликих площах, які зараз є ботанічними та ландшафтними заказниками регіонального та загальнодержавного значення. Представлена вона залишками дубово-грабових і дубових лісів, у складі яких росте чимало західноєвропейських елементів, фрагментами лучних степів та остепенілих лук.

Загалом на території Подільських Товтр росте 2977 видів і сортів рослин з різних кліматичних зон, понад 60 видів з яких занесені до Червоної книги України.

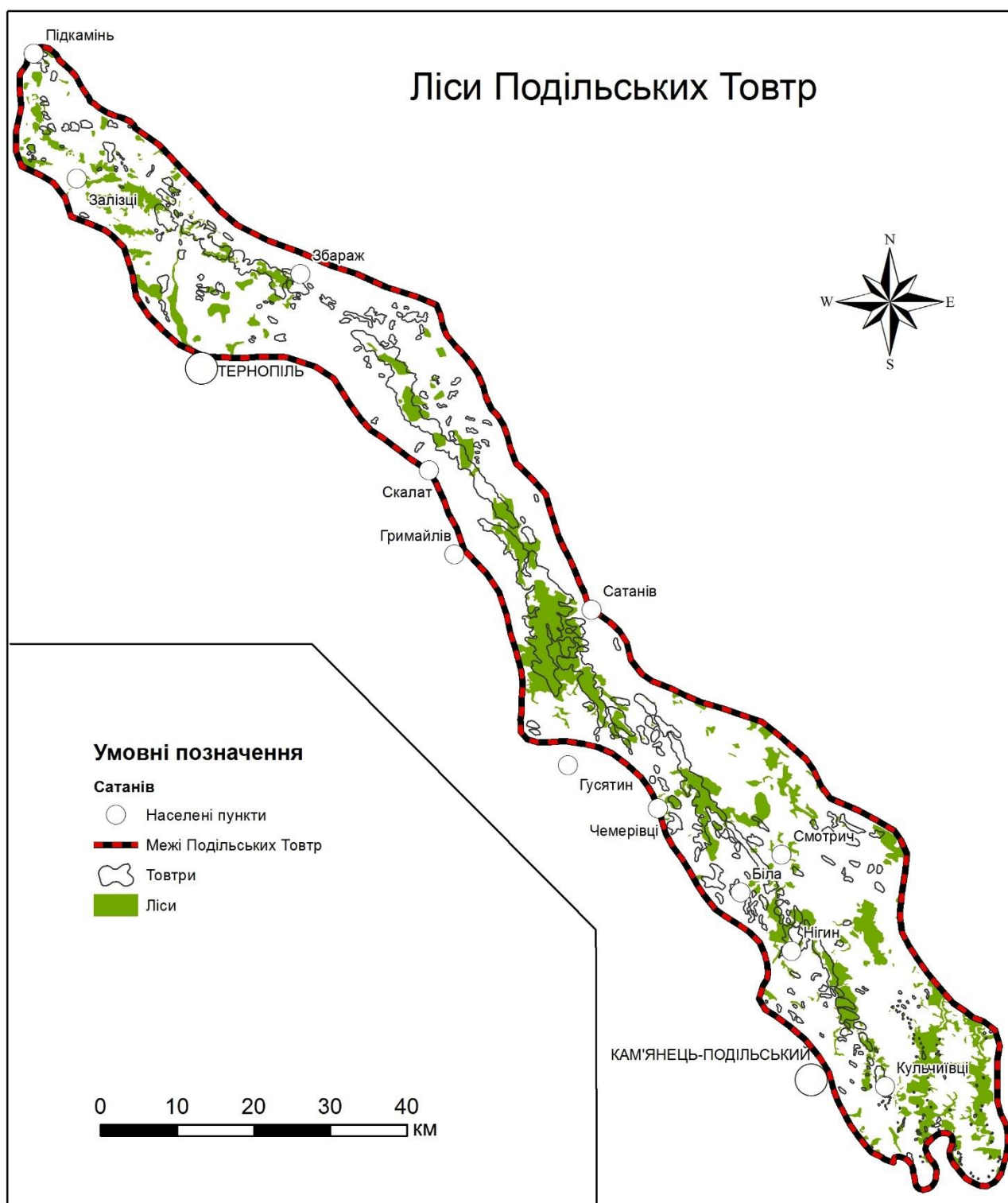


Рис. 2.7. Сучасна лісистість Подільських Товтр (складено автором за результатами дешифрування супутникових знімків)

Найбільш цінними є ендеміки шеверекія подільська (*Schivereckia podolica*), аконіт Бессера (*Aconitum besserianum*), карагана скіфська (*Caragana scythica*), зіновать подільська (*Chamaecytisus podolicus*), пізноцвіт осінній

(*Colchicum autumnale*), шафран Гейфеля (*Crocus heuffelianus*), бруслина карликова (*Euonymus nanus*), рябчик гірський (*Fritillaria montana*), три види ковили: волосиста (*Stipa capillata*), Граффа (*Stipa grafiana Steven*) та пірчаста (*Stipa pennata*) та 15 видів орхідних: булатка великоквіткова (*Cephalanthera damasonium*), довголиста (*Cephalanthera longifolia*) та червона (*Cephalanthera rubra*), зозулині черевички справжні (*Cypripedium calceolus L.*), пальчатокорінник плямистий (*Dactylorhiza maculata*) та травневий (*Dactylorhiza majalis*), коручка темно-червона (*Epipactis atrorubens*), чемериководна (*Epipactis helleborine L.*) та пурпурова (*Epipactis purpurata*), зозулині сльози яйцевидні (*Listera ovata*), гніздівка звичайна (*Neottia nidus-avis*), зозулинець шоломоносний (*Orchis militaris L.*) та салеповий (*Anacamptis morio*), любка дволиста (*Platanthera bifolia*) та зеленоквіткова (*Platanthera chlorantha*) та інші [71].

Зазначені особливості просторового розміщення різних фітоценотичних груп та асоціацій, визначають розвиток низки ґрунтотворних процесів, та зумовлюють формування відповідних хімічних, фізико-хімічних, фізичних та морфогенетичних властивостей рендзин. Найбільш важливими є виражений дерновий процес під лучно-степовою рослинністю та інтенсифікація вилуговування і декарбонатизації під лісовим покривом.

## Висновки до розділу 2

1. Подільські Товтри – рифові утворення середнього міоцену, які сформувались 13–18 млн. років тому на території Подільської височини і простягаються з північного заходу на південний схід уздовж лінії Підкамінь (Львівська обл.) – Гаї Розтоцькі – Збараж – Скалат – Красне – Личківці (Тернопільська обл.) – Іванківці – Вишнівчик – Кам’янець-Подільський – Яруга (Хмельницька обл.) майже на 150 км.

2. Ґрунтотворними породами для рендзин Подільських Товтр є відклади верхнього бадену та нижнього сармату, які представлені

літотамнієвими, серпуло-мікробіалітовими, моховатковими, органогенно-детритовими вапняками, а також мергелями та алевролітами. Зверху вони локально перекриті четвертинними лесоподібними суглинками та глинами.

3. Геоморфологічно Подільські Товтри представлені відпрепарованим денудацією баденським бар'єрним рифом (головне пасмо) та біогермними сарматськими масивами (бічні товтри). Для головного пасма характерна широка (200–500 м) вирівняна вершинна поверхня, з абсолютними висотами 320–440 м, та асиметрична будова схилів: південно-західний схил короткий і крутий (до 35–40°), північно-східний – порівняно довгий і пологий (крутість не перевищує 10–12°). За морфологічними особливостями серед бічних товтр виділяються конусоподібної форми пагорби (власне «товтри»), з крутими схилами (до 20–35°) та численними кам'яними розсипами на вершинах, які утворюють скелясті гребені; невисокі пагорби з пологими схилами («могилки») та окремі лінзи серпуло-мікробіалітових рифових вапняків нижнього сармату, які практично непомітні у рельєфі, хаотично розташовані поблизу головного пасма.

4. Підземні води Подільських Товтр переважно зв'язані з закарстованими тріщинуватими вапняками та пісками, які часто чергуються з прошарками глин. Внаслідок великої фаціальної мінливості неогенових відкладів як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках водоносні горизонти у них переважно невеликі за розмірами, а значна глибина врізу річок зумовлює повне дренавання деяких ділянок Подільських Товтр.

5. Клімат досліджуваної території помірно-континентальний з м'якою зимою та досить теплим вологим літом. Особливістю є те, що субширотне простягання Подільських Товтр із досить значними (до 150 м) відносними перевищеннями над навколишньою територією служить бар'єром для просування північних холодних мас. Це зумовлює формування на південь від Товтр зони так званого «теплого Поділля». Середня температура літнього сезону тут вища, ніж у північніших районах на 0,8°C, а його тривалість більша на 10 днів. Кліматичні показники в межах

Подільських Товтр в основному змінюються із північного заходу на південний схід.

6. Товтрове пасмо представлене ізольованою смугою грабово-дубових, дубових, дубово-букових і букових лісів, переважно віком 30–55 років. Гостроверхі ділянки бічних товтр, переважно безлісі, скелясті, на яких утворився потужний лучно-степовий травостій. На південно-західних схилах товтрового пасма збереглися фрагменти наскельних степів, які характеризуються значною кількістю ендемічних та червонокнижних видів.

## РОЗДІЛ 3

### ГЕОГРАФО-ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР

#### 3.1. Особливості генези рендзин

Рендзини – інтразональні біолітогенні ґрунти, основною умовою формування яких є наявність карбонатних материнських порід. В світовому ґрунтознавстві серед рендзин, залежно від складу та властивостей ґрунтоутворних порід на яких вони сформувалися виділяють дві основні групи:

- рендзини – ґрунти сформовані на елювії щільних карбонатних порід (вапняків, мергелів, крейди та ін.);
- парарендзини – ґрунти сформовані на пухких карбонатних породах (карбонатні суглинки, глини, карбонатна морена та ін.) [177, 245, 253, 254].

Окрім того досить часто з рендзинами пов'язують ранкери (*rank* – крутий схил) – ґрунти, які формуються на щільних силікатних (безкарбонатних) породах і за провідними процесами на початкових стадіях ґрунтоутворення є подібними з ними. Проте, відсутність карбонатів зумовлює розвиток інших властивостей, що як зазначав швейцарський ґрунтознавець Г. Палман, дає підстави називати ранкери повною протилежністю рендзинам, і на прикладі цих ґрунтів наочно спостерігати залежність між складом та властивостями ґрунтоутворних порід і ґрунтів [251].

Враховуючи значну варіабельність потужності ґрунтового профілю рендзин та особливості педогенезу в умовах високої карбонатності материнських порід, серед найважливіших відкритих проблем при вивченні цих ґрунтів залишається питання їхнього онтогенетичного розвитку та еволюційних стадій. Зокрема, серед наукових праць, присвячених дослідженню рендзин можна виділити два підходи:

- перший підхід характеризується вивченням рендзин, як сформованих ґрунтів, що в певний момент онтогенезу досягають квазірівноважного стану і функціонують без подальшого переходу в інший

тип ґрунтів. Це праці І. М. Гоголева, І. А. Крупенікова, Г. О. Андрущенка, А. А. Кирильчука, та ін [3, 52, 97, 112].

- другий підхід передбачає вивчення рендзин як початкову стадію генези інших типів ґрунтів, що сформуються при зменшенні впливу карбонатних порід. Це здебільшого праці німецьких (Ф. Шеффера, Б. Мейєра, Е. Вельта, Г. Клінге, та ін.), австрійських (В. Кубієни), швейцарських (Г. Палманна, Р. Баха) французьких (Ж. Дюпюї, А. Калью) та деяких російських і українських ґрунтознавців (В. Ф. Валькова, К. Ш. Казєєва, М. А. Кутровського, С. І. Колеснікова, Ф. П. Топольного та ін.) [12, 225, 245, 251, 252–255].

Досить узагальнену відповідь на це питання подано в дослідженнях В. А. Ковди та Б. Г. Розанова, де зазначено, що усі ґрунти, в процесі онтогенезу внаслідок послаблення або посилення дії певних чинників ґрунтоутворення зазнають змін, що не дозволяють діагностувати їх, за попередньо встановленими властивостями. Це дає підстави стверджувати про еволюційний перехід ґрунтів на іншу стадію свого розвитку (рис. 3.1) [177].

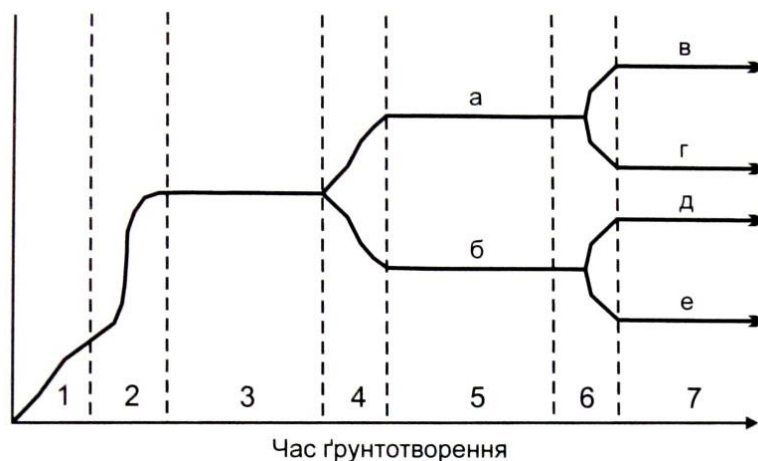


Рис. 3.1. Узагальнена схема стадій і фаз ґрунтоутворення [177]

1 – первинне ґрунтоутворення; 2 – розвиток ґрунту; 3 – клімаксий стан I; 4 – еволюція ґрунту в напрямі *а* або *б*; 5 – клімаксий стан II (*а* або *б*); 6 – нова еволюція ґрунту в напрямі *в*, *г*, *д* або *е*; 7 – клімаксий стан III (*в*, *г*, *д*, або *е*).

Формування рендзин на початкових стадіях пов'язане з розвитком мікробактеріальних та проактиноміцетних форм променеви́х грибів, які здатні розкладати первинні та вторинні мінерали з утворенням хелатів. При

подальшому накопичені органічних речовин кількість актиноміцетів зменшується і вони поступово заміщуються бактеріальною й грибною мікрофлорою а також лишайниками, які розвиваються відповідно до умов ґрунотворного середовища (Додаток В). Це зумовлює руйнування карбонатних порід і сполук первинних мінералів з утворенням дрібнозему й накопиченням органогенних елементів та прогумусових речовин [12]. Слід також зазначити, що роль грибного розкладу первинних прогумусових речовин в рендзинах є принципово важливою, оскільки як показали дослідження М. Гоголева, діяльність бактерій в умовах високої карбонатності ґрунотворних порід, є сповільненою і більша частина розкладу органічних сполук припадає саме на грибний процес [52].

Надалі, при накопиченні достатньої кількості дрібноземної частини ґрунту формування рендзин пов'язане із розвитком трав'яного покриву, який значно пришвидшує інтенсивність ґрунотворення, в основному за рахунок дернового процесу (Додаток Д). Головною особливістю генези рендзин, є подібність первинної (ініціальної) стадії ґрунотворення незалежно від біокліматичних умов, в яких вони формуються.

Дерновий процес у рендзинах безпосередньо пов'язаний із вирішальним впливом кореневої системи трав'янистих рослин на ґрунотворення. Він характеризується інтенсивним гумусоутворенням та гумусонакопиченням за гуматним і фульватно-гуматним типом, що зумовлено нейтралізацією органічних кислот, внаслідок підвищеного вмісту  $\text{CaCO}_3$ . При цьому ґрунт у верхніх генетичних горизонтах набуває грудкувато-зернистої структури і містить значну кількість азоту та зольних елементів живлення рослин, що зумовлює сприятливі водно-фізичні та фізико-хімічні властивості рендзин [10, 12, 80].

Досить часто весь профіль неповнорозвинених рендзин являє собою потужний дерновий горизонт, що безпосередньо залягає на елювії вапняків.

Головною умовою для всіх стадій онтогенезу рендзин є розвиток процесів вилуговування та декарбонатизації, які полягають в розчиненні та



винесенні карбонатів і легкорозчинних солей з ґрунтових горизонтів внаслідок промивного водного режиму. При цьому накопичуються залишкові нерозчинні речовини що входили в склад мінеральної частини ґрунту і представлені здебільшого силікатами, фосфатами, сульфатами тощо. Інтенсивність такого накопичення залежить від складу карбонатних порід, швидкості фільтрації та агресивності дії водних розчинів [12, 97].

З часом потужність вилугованого шару збільшується і весь розчинений матеріал накопичується в нижніх горизонтах рендзин у вигляді глинистих сполук різного складу (монтморилоніти, каолініти, гідрослюди, алофани та ін.). Речовино-мінералогічна складова профілю рендзин зазнає трансформації зумовленої метаморфічним оглинюванням, що проявляється в різному мінеральному та гранулометричному складі генетичних горизонтів. При цьому, окрім вертикальних елювіально-аккумулятивних процесів наявного в карбонатних породах алюмосилікатного матеріалу, важливу роль відіграють також бічні міграційні потоки ґрунтових суспензійних розчинів, що особливо посилюються на схилах товтр. Вони зумовлюють синтез вторинних глинистих мінералів різного хімічного складу [12].

Процес оглинювання відзначається підвищеною інтенсивністю на більш пізніх стадіях ґрунтоутворення і з розвитком потужності ґрунтового профілю, зони найбільшого накопичення глинистих часток переходять від горизонту Н (у неповнорозвинених рендзинах) до нижнього перехідного горизонту Ph (у повнорозвинених рендзинах, наприклад у бурих парарендзинах схилів товтр). Такі горизонти здебільшого відзначається підвищеною щільністю будови та брилувато-грудкуватою структурою ґрунту.

Дослідженнями В. Ф. Валькова та ін. [11] встановлено, що розвиток процесів вилуговування у рендзинах зумовлює посилення елювіально-ілювіальної диференціації профілю за мінеральним складом, а провідним процесом диференціації стає не кислотний гідроліз підзолистого типу (як це зазначалось в працях О. А. Роде, В. М. Смирнова), а лесиваж. Це зумовлено, специфікою гумусової аккумуляції гуматного та фульватно-гуматного типів з

нейтралізацією фульвокислот кальцієм та їх зв'язуванням зі сполуками Феруму [12, 190].

Виходячи із вищезазначеного, перед ґрунтознавцями завжди поставала проблема встановлення стадій та напрямку розвитку рендзин, як ґрунтів із визначальним впливом карбонатних материнських порід. Зокрема, Ф. Шефер та ін. аналізуючи праці з вивчення рендзин Німеччини, Франції, Швейцарії та проводячи власні обстеження ґрунтів масиву Везер-Бергланд в Нижній Саксонії встановили, що одним із найважливіших факторів, що визначає спрямування розвитку ґрунтоутворного процесу рендзин є наявність чи відсутність глинистих часток у вихідних материнських породах (рис. 3.2).

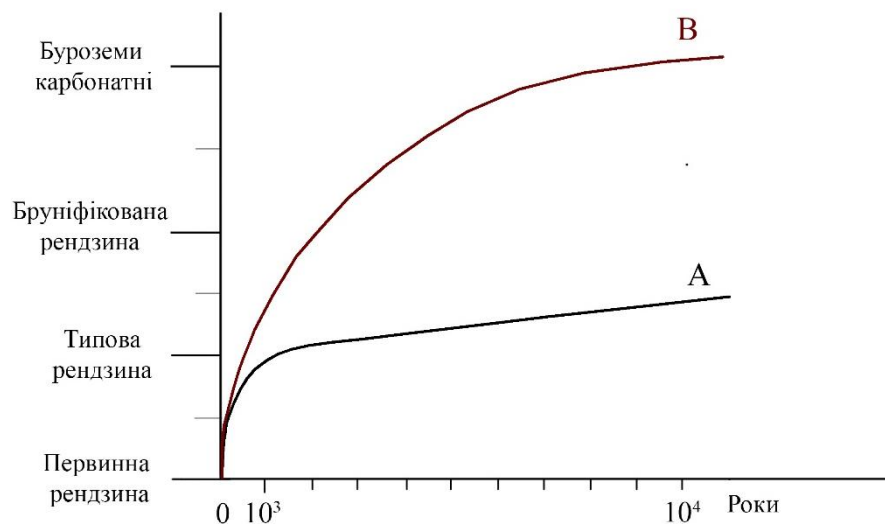


Рис. 3.2. Еволюція рендзин на різних породах [253]

A – на щільних карбонатних породах

B – на карбонатних породах з домішками глинистих часток

Зокрема, на щільних карбонатних породах (літотамнієві та серпуломоховаткові вапняки) формуються рендзини типові, які тривалий час знаходяться в квазірівноважному стані, без еволюційного переходу в інший тип ґрунту. Це зумовлено високим вмістом  $\text{CaCO}_3$ , який сприяє коагуляції органічних речовин і частково сповільнює процеси внутрішньоґрунтового вивітрювання. При цьому формується насичений гумусом генетичний

горизонт (Hca) зі стійкою зернистою структурою, а незначна кількість сесквіоксидів, які утворюються внаслідок руйнування карбонатних порід надає лише слабопомітний бурий відтінок, оскільки маскується темним забарвленням гумусу [254].

На карбонатних породах з високим вмістом глинистих часток (мергелі, облесований елювій, карбонатні суглинки) рендзини швидко еволюціонують в бурі (бруніфіковані) рендзини, а в подальшому і в буроземи (рис. 3.3). Це зумовлено як значно нижчим початковим вмістом карбонатів у ґрунотворних породах, так і швидшими процесами вилуговування та декарбонатації, внаслідок руйнування карбонатних часток розбуханням глинистих компонентів [245, 253, 254].

Ф. Шефер зі співавторами зазначають, що абсолютні показники часу, за який досягається стадія бурих (бруніфікованих) рендзин коливаються в межах 2,5–3 тис. років, а за 4 тис років, може бути досягнута стадія буроземів залишково карбонатних. Це залежить від особливостей клімату, хімічного складу та вихідних показників карбонатності материнських порід, а також рельєфу території. Зокрема для повного вилуговування карбонатів до глибини 50–60 см, на підвищених територіях потрібно близько 10 тис. років, а в знижених частинах лише 2–3 тис. років [254].

Як відзначають деякі ґрунтознавці [11, 12, 207, 222] відмінність в напрямках ґрунотворення, також пов'язана з різним перебігом процесів вивітрювання карбонатних порід. Зокрема у щільних кристалізованих вапняках карбонатна маса слабо пропускає вологу, а основний процес вивітрювання проходить через поверхневу корозію. На поверхні вапняків з'являється тонка знекарбоната плівка, в межах якої силікатні сполуки знаходяться у вільному стані.



Рис. 3.3. Еволюція рендзин на глинисто-вапнякових материнських породах (F. Scheffer, 1962, модифіковано автором)

Під впливом денудаційних процесів залишки силікатів разом із розчиненими карбонатами транспортуються на нижчі гіпсометричні рівні, що зумовлює постійне «омолодження» вершинних поверхонь. Це призводить до формування на них малопотужних, з повільним онтогенезом рендзин, тоді як на схилах значний вміст глинистих компонентів зумовлює швидку еволюцію в буроземному напрямі [222].

В російському та українському ґрунтознавстві назва бурих (бруніфікованих) рендзин широко не вживалася. Окремі згадки про них знаходимо в працях Є. М. Іванової, яка у своїй монографії присвяченій проблемам класифікації ґрунтів, виділила серед рендзин Північного Кавказу сформованих під лісами особливий фаціальний підтип – рендзини бурі [76]. Пізніше ці рендзини були детальніше дослідженні В. Ф. Вальковим, К. Ш. Казєєвим, М. А. Кутровським та іншими [11, 12, 79, 80, 116]. У більшості інших праць термін «бурі рендзини» замінювався поняттям «бурі карбонатні ґрунти» або «буроземи карбонатні» [74, 75].

Л. Ю. Рейнтам вивчаючи рендзини Естонії робить аналогічні із Ф. Шеффером висновки: на чистому елювії карбонатних порід формуються

«чорні високогумусні рендзини», а на доломітизованих вапняках із високим вмістом глинистих часток – формуються «бурі глинисті рендзини». В останніх відбуваються характерні для буроземоутворення процеси оглинювання та накопичення рухомих форм  $R_2O_3$ , а також формування гумусу багатого на гумін. В процесі онтогенезу зі збільшенням частки алюмосилікатів та вилуговуванням карбонатів посилюється дія біологічного вивітрювання: гумус набуває гуматно- чи фульватно-гуматно-залізистого складу, а внаслідок вертикального переміщення глинистих часток оглинюється нижній гумусований горизонт. В подальшому цей процес інтенсифікується, і рендзини переходять в буроземи. Автор також підкреслює, що одночасно із оглинюванням нижніх горизонтів внаслідок лесиважу, відбувається обезглинювання верхніх горизонтів [187, 188].

Пізніше, узагальнивши попередні дослідження ґрунтознавців різних країн, В. А. Ковда та Б. Г. Розанов розробили схему еволюційних стадій і напрямів розвитку рендзин залежно від особливостей материнських порід та переважання впливу того чи іншого чинника ґрунотворення (рис. 3.4) [177].

В. Ф. Вальков та ін. на основі власних досліджень доповнили вищезазначену схему і встановили, що залежно від сукупної дії чинників ґрунотворення, еволюційно-генетичний розвиток рендзин проходить за такими напрямками [12]:

Бореальні умови: ініціальні (первинні) рендзини → рендзини неповнорозвинені → рендзини типові → рендзини вилуговані → рендзини опідзолені → дерново-підзолисті ґрунти;

Суббореальні гумідні умови: ініціальні (первинні) рендзини → рендзини неповнорозвинені → бурі (бруніфіковані) рендзини → буроземи залишково-карбонатні;

Суббореальні аридно-гумідні умови: ініціальні (первинні) рендзини → рендзини неповнорозвинені → рендзини типові → чорноземи карбонатні;

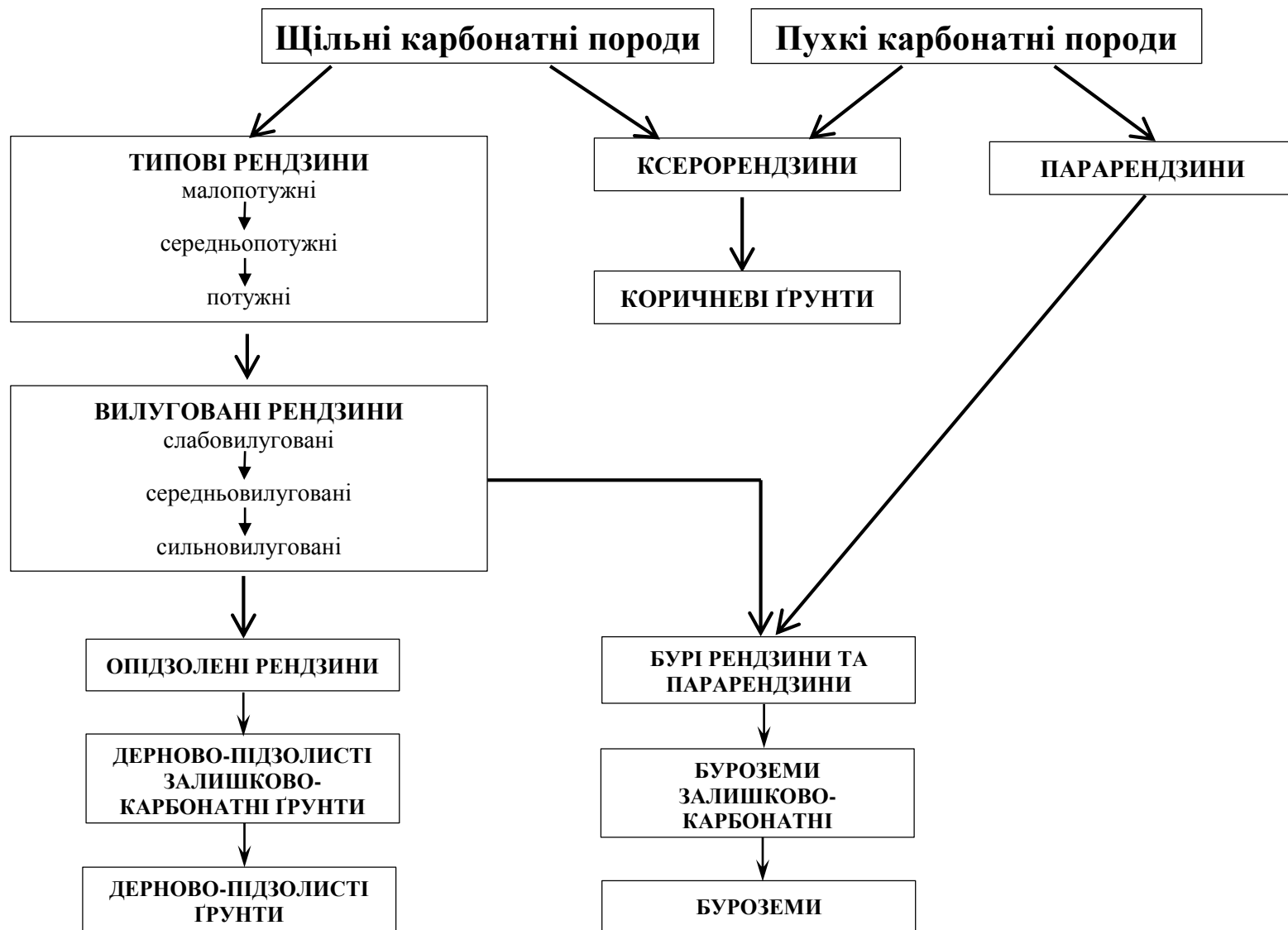


Рис. 3.4. Схема еволюції рендзин (В. Ковда, Б. Розанов, 1988, модифіковано автором)

Субтропічні умови: ініціальні (первинні) рендзини → рендзини неповнорозвинені → ксерорендзини → коричневі ґрунти;

Тропічні умови: ініціальні (первинні) рендзини → рендзини неповнорозвинені високогумусні → рендзини типові вилуговані → фералітно-кальцієві ґрунти.

При цьому автори зазначають, що посилення або послаблення впливу того чи іншого чинника, веде до змін в елементарних ґрунтових процесах та зумовлює формування різних проміжних підтипів рендзин.

### **3.2. Закономірності поширення рендзин Подільських Товтр**

Площа рендзин (включаючи педокомбінації з сірими лісовими ґрунтами та чорноземами) в межах Подільських Товтр становить близько 400 км<sup>2</sup>, або 13,6 % від загальної площі території. При цьому, на ґрунтових картах областей, складеними за результатами великомасштабних ґрунтових обстежень 1957–1961 рр. їх частка є значно меншою, що зумовлено діагностуванням бурих (бруніфікованих) рендзин та парарендзин як сірих лісових ґрунтів або чорноземів. На це вказано і в працях Ф. П. Топольного, який зазначав, що під час великомасштабного обстеження ґрунтів 1957–1961 рр. в методичних інструкціях по вивченню ґрунтового покриву, для зони Лісостепу (куди входило Поділля на той час) не передбачалася наявність ґрунтів буроземного напрямку онтогенезу [210]. А окремо підтип бурих рендзин та парарендзин теж не виділявся. Тому щоб не виникало зайвих сумнівів та зауважень, ґрунтознавці діяли згідно рекомендацій і відносили їх до сірих лісових ґрунтів або чорноземів які містили карбонатні горизонти.

Як ми вже зазначали, формування рендзин та особливості їхнього еволюційного розвитку в межах Подільських Товтр чітко приурочені до літологічного фактора – наявності карбонатних ґрунтоутворних порід, які через особливості геолого-геоморфологічної будови й стратиграфії досліджуваної території, характеризуються лінійно наближеними формами простягання. Це

дає підстави, попередньо стверджувати про розвиток рендзин (і ґрунтового покриву в межах Подільських Товтр загалом) за принципом *стріальності*.

Вперше цей термін в географічну науку ввів Г. Міллер, який визначав стрію (лат. *stria* – смуга), як природний територіальний комплекс (ПТК), що складається з низки літологічно однорідних урочищ в межах однієї висотної місцевості [137]. Тобто стрія, як ландшафтна одиниця виділяється на основі однорідності літологічних умов, що зумовлюють формування подібних ландшафтних комплексів. Свої твердження Г. Міллер обґрунтовував на прикладі Чорногірського масиву і поширював на всі Українські Карпати [136–138]. Пізніше його праці були підтримані та поглиблені В. М. Петліним, А. В. Мельником, О. М. Федірко та багатьма іншими, які на початку 90-х років вийшли за межі Карпат і обґрунтували зв'язок низки лісових субформацій зі структурно-літологічними рівнями в межах Розточчя [131, 161, 214].

В ґрунтознавстві поняття стріальності (одним з перших його використав І. А. Соколов) вживається в більш ширшому значенні. Зокрема, в працях І. А. Соколова, Г. В. Добровольського, С. П. Позняка під стріальністю (смуґастістю) ґрунтового покриву розуміється наявність на певній території декількох (двох і більше) смуг з однорідним ґрунтовим покривом, зумовлені домінуванням того чи іншого чинника [62–66, 164, 203].

Залежно від того, який з чинників формує стріальність, розрізняють:

1. кліматостріальність – зумовлену відмінностями в кліматі (кліматичним просторовим трендом);
2. фітостріальність – зумовлена відмінностями в рослинності;
3. літостріальність – зумовлена відмінностями у породах та рельєфі;
4. хроностріальність – зумовлена відмінностями у віці ґрунтів [62, 164, 203].

При цьому просторові розміри смуг, які утворюють ґрунтовий покрив будь-якої території, не мають принципового значення для вирішення питання, чи стріальна ця територія чи ні. Відповідно, можна виокремити фіто-, літо-, топо-, хроногенні ґрунтові стрії (смуґи). Залежно від розміру смуг (і незалежно



від їхньої генези) розрізняють мега-, макро-, мезо-, мікро- і наностріальність ґрунтового покриву [62, 164, 203].

Проаналізувавши умови ґрунотворення та просторове поширення рендзин в межах Подільських Товтр, зазначимо, що провідним для формування та генези цих ґрунтів є літологічний чинник, тобто специфіка поширення карбонатних порід. Результатом такого зв'язку є різний еволюційний розвиток рендзин, рослинного покриву, і відповідно природно-територіальних комплексів в цілому. Узагальнено схему поширення карбонатних порід та формування ґрунтового покриву Подільських Товтр можна подати наступним чином (рис. 3.5):

- на вершинах та привершинних ділянках товтр, вільних від лесоподібних відкладів формуються рендзини ініціальні, неповнорозвинені, типові та темнозбарвлені високогумусні з різним ступенем вилугованості;
- на схилах товтр, де вапнякові породи поступово перекриваються карбонатними полігенетичними суглинками формується педострія бурих рендзин та парарендзин;
- в нижній частині схилів товтр та біля їх підніжжя, лесоподібні відклади стають основною ґрунотворною породою, що зумовлює розвиток сірих лісових ґрунтів та чорноземів.

Проте, слід зазначити, що не на всіх вершинах Подільських Товтр, вапняки звільнені від лесоподібних відкладів, оскільки на характер прояву загальної денудації впливали як відносні висоти товтр, так і особливості нанорельєфних форм та крутості схилів. Тому досить часто товтри перекриті полігенетичними суглинками повністю, включаючи слабовипуклі вершини, на яких сформувалися бурі рендзини чи парарендзини, або ж навіть сірі лісові ґрунти (залежно від потужності лесоподібного покриття).

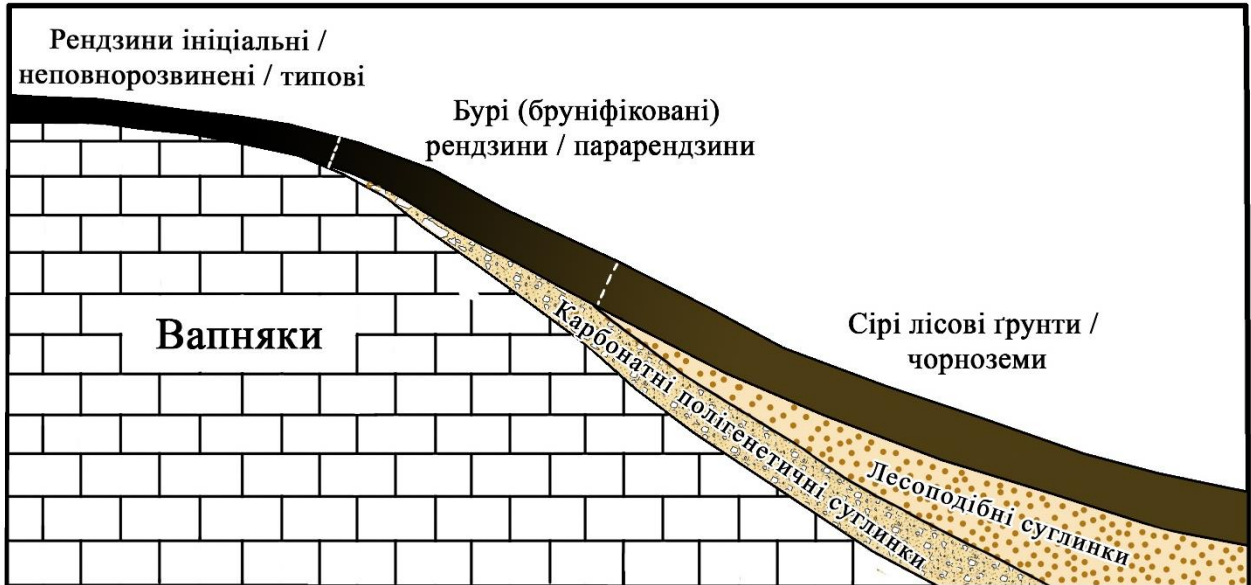


Рис. 3.5. Схема розвитку ґрунтового покриву Подільських Товтр

Таким чином, ґрунтоутворний процес на вершинах товтр відбувається в декількох напрямках, які характеризують ту чи іншу стадію онтогенезу рендзин. Найбільш цікавим є розвиток рендзин на щільних, монолітно-брилових неогенових вапняках, де вони характеризуються майже чорним (10YR 2/1–4/2) забарвленням та «м'якою» на дотик порохуватою структурою, яка при розтиранні в долонях мажеться подібно до сажі. Це насамперед зумовлено високим вмістом органічних сполук (показники загального гумусу сягають 15% і більше) та дуже низькою часткою глинистих компонентів. За відсутності достатньої кількості глинистих часток в цих рендзинах не утворюється глинисто-гумусовий флокуляційний комплекс, що в свою чергу призводить до розвитку гумусу по типу мюль-модер. Додатковим фактором є те, що незважаючи на значну об'ємну кількість уламків вапняків, їхній вміст в тонкій фракції ґрунту, внаслідок високої стійкості до вивітрювання є низьким, що не забезпечує міцного зв'язку між карбонатами і гумусом. В європейських наукових працях такі рендзини називаються «гумусними карбонатними ґрунтами» (Humuskarbonatboden), «темнозабарвленими високогумусними рендзинами» (dark-colored humic rendzinas) [225, 245, 251–255], а в світовій реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB) найбільш прийнятою є назва

Mollic Leptosols (проте по класифікації WRB 2014 року вони входять в групу Rendzic Leptosols) [173, 174, 239].

Якщо материнською породою на вершинах Подільських Товтр є не щільні вапняки, а їхній елювій, то на ньому формуються рендзини типові із властивостями та напрямом розвитку зазначеному в розділі 3.1 (рис. 3.6).

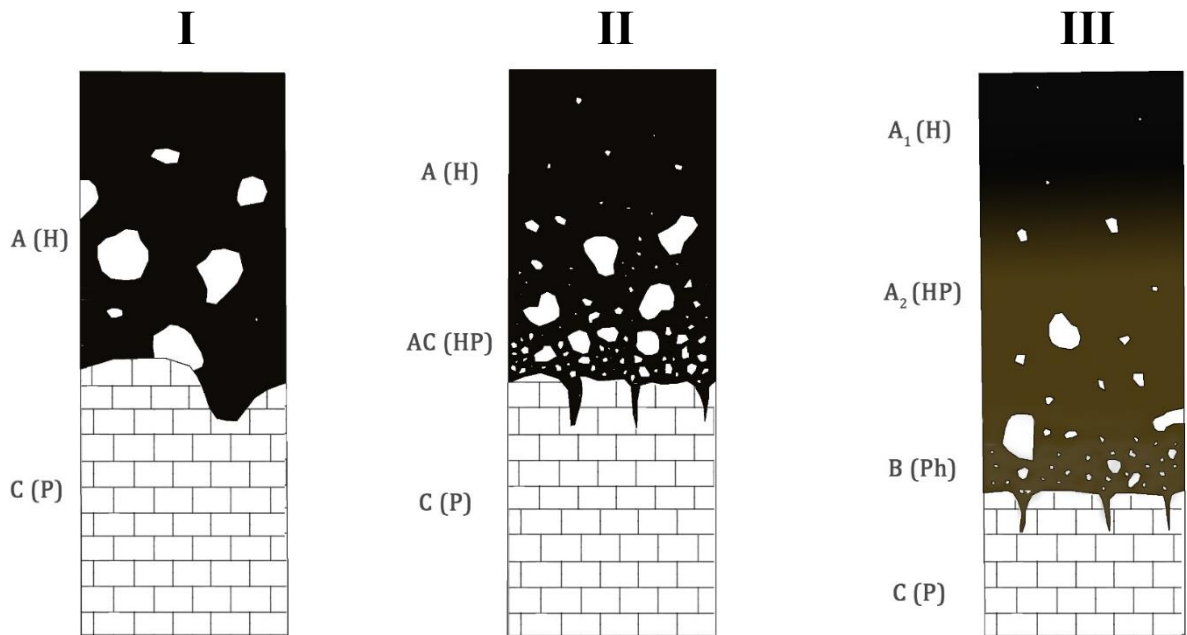


Рис. 3.6. Будова профілю рендзин

I – темнозбарвлена високогумусна рендзина (Mollic Leptosols); II – рендзина типова (Rendzic Leptosols); III – бура (бруніфікована) рендзина (Brunic Rendzic Leptosols)

Просторове поширення типових та темнозбарвлених високогумусних рендзин чітко корелює із реліктами подільських степів, які характеризуються значною кількістю ендемічних та червонокнижних видів рослин і рослинних асоціацій (рис. 3.7). На їх основі створено більшість ландшафтних та ботанічних заказників як місцевого так загальнодержавного значення: «Вербецькі товтри», «Іванковецькі товтри», «Івахновецькі товтри», «Панівецька дача», товтра «Самовита» та багато інших. Також зазначимо, що в список природоохоронних об'єктів, окрім рослин та геолого-геоморфологічних об'єктів, слід включити й вищезгадані ґрунти, оскільки саме вони є основою для формування унікальних природно-територіальних комплексів Подільських Товтр.

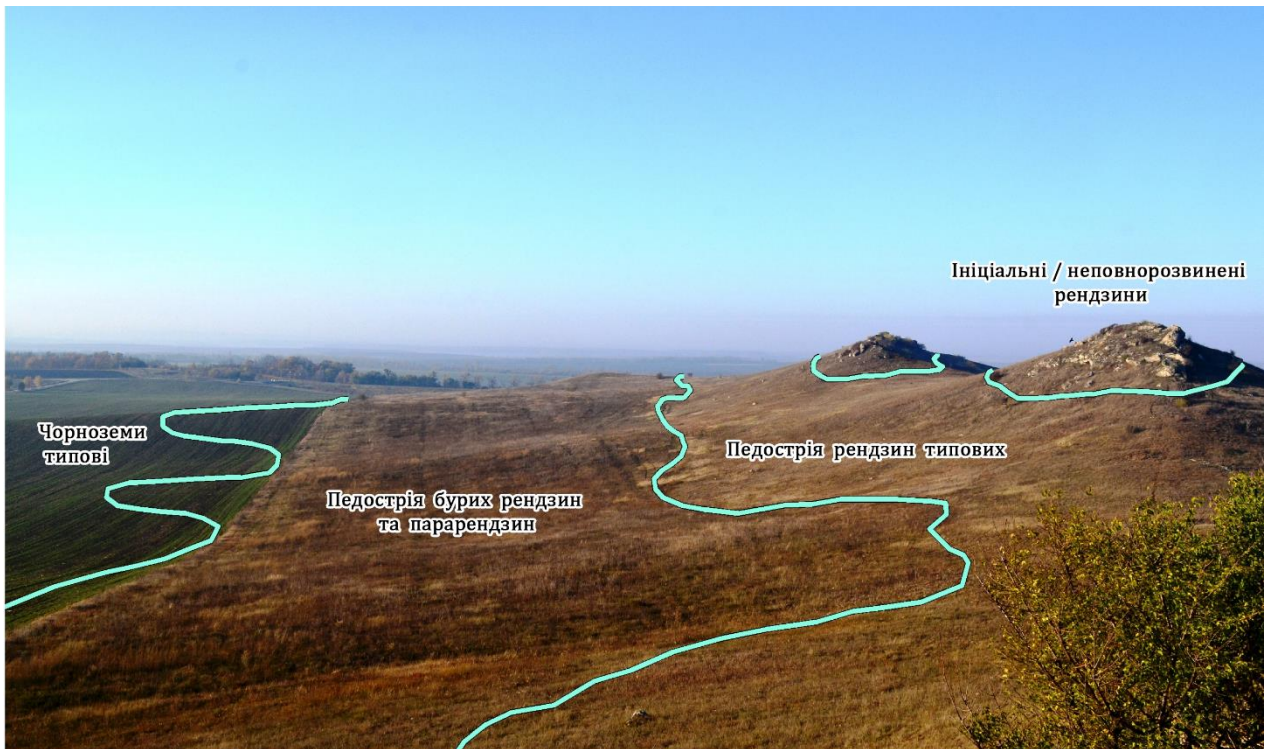


Рис. 3.7. Просторове поширення педострій в межах Подільських Товтр (на прикладі МД «Вербка»)

Грунтотворення на схилах товтр відбувається на декількох типах карбонатних відкладів: елювії-делювії літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків, облесованому [105, 184] елювії-делювії літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків та карбонатних полігенетичних суглинках, які представлені залишками третинних глин, четвертинних лесоподібних суглинків та карбонатним матеріалом сучасних делювіальних процесів.

Елювій-делювій вапняків є основною грунтотворною породою на полігенетичних виположених схилах товтр, які звільнені від лесоподібних суглинків, але характеризуються наявністю делювіальних «шлейфів», що представлені дрібноуламковими вапняковими породами, перемішаними з аморфними глинистими продуктами вивітрювання вапняків. Окрім того сучасні процеси денудації постійно наносять карбонатний матеріал з гіпсометрично вищих рівнів, який додатково включається в загальні процеси вилуговування.

Це призводить до формування в нижній частині ґрунтового профілю рендзин більш потужного (15–25 см) перехідного горизонту Phca, який чітко виділяється за морфологічними ознаками і «згладжує» різкий перехід фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту між гумусованим профілем рендзин і материнською породою, що спостерігається на вершинах товтр. Верхні генетичні горизонти Hca і HРca цих рендзин зазвичай характеризуються більш вирівняною кривою вмісту  $\text{CaCO}_3$ , що зумовлено інтенсивними делювіальними процесами зазначеними вище.

На схилах товтр, де лесоподібні відклади не зазнали повної денудації, ґрунотворною породою є облесований [105, 184] елювій-делювій літотамнієвих та серпуло-моховаткових вапняків на якому сформувалися бурі рендзини. Для них характерна значна вилугованість, сірувато-буре забарвлення (10YR 6/4–7/2), невисокі показники вмісту гумусу в верхньому горизонті (2–3 %), та важкосуглинковий гранулометричний склад. Також простежується зростання потужності гумусованого профілю, за рахунок збільшення товщини верхнього (HРca) та нижнього (Phca) перехідних горизонтів.

Нижче по схилу, де потужність лесоподібних відкладів зростає, бурі рендзини поступово змінюються бурими парарендзинами, які формуються на карбонатних полігенетичних суглинках. Вони є сильно вилугованими і перебувають на тій же онтогенетичній стадії, що й бурі рендзини. При цьому, карбонатність цих суглинків є як залишковою від близько розташованих підстилаючих вапнякових порід, так і вторинною, внаслідок бічної та поверхневої міграції розчинених форм  $\text{CaCO}_3$  (рис. 3.8).

Педострії бурих рендзин та парарендзин характеризуються поширенням трав'янисто-чагарникової рослинності, та значною площею залісненості (як первинної, так і вторинної). Окрім того, якщо вершини Подільських Товтр є цілиними ділянками, де сільськогосподарська діяльність зводиться до випасання худоби та сінокосів, то схили товтр – це здебільшого орні землі та перелоги (які раніше були залісненими).

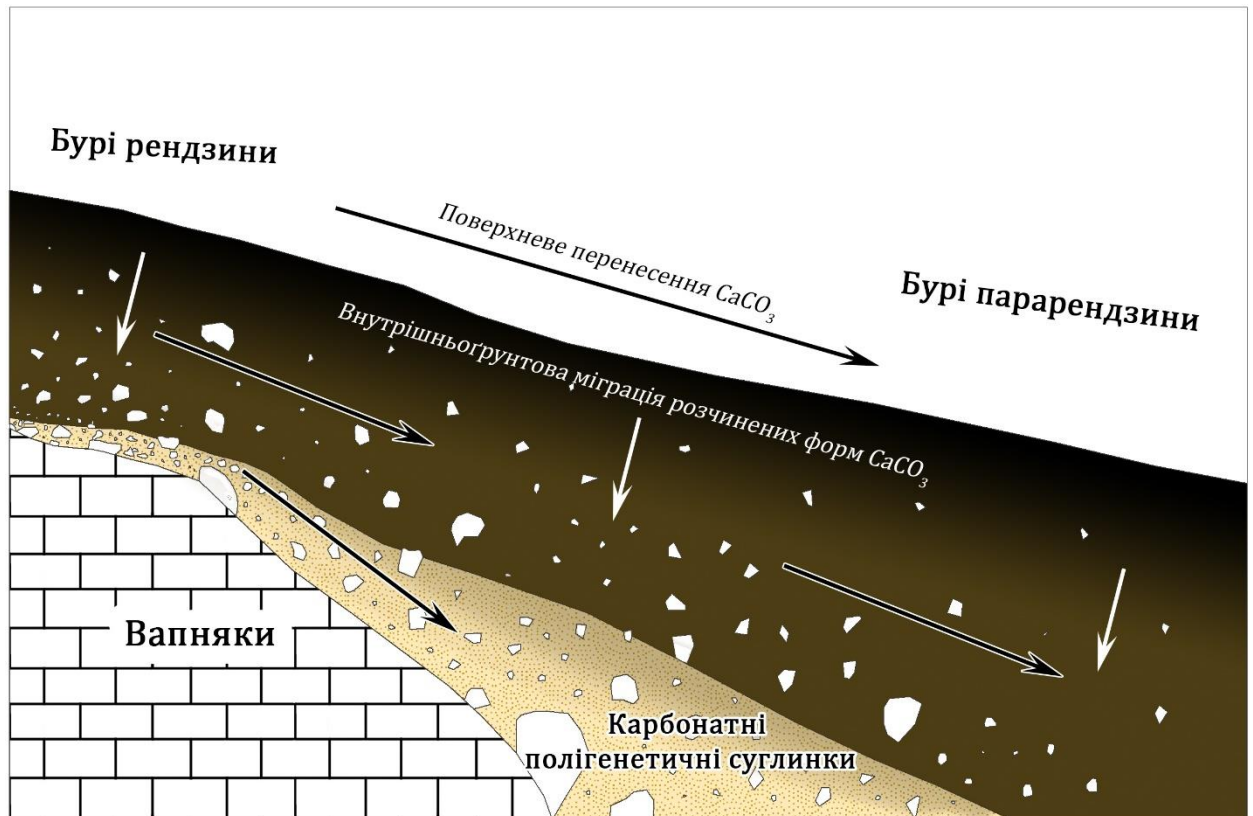


Рис. 3.8. Схема розвитку парарендзин на карбонатних полігенетичних суглинках Подільських Товтр

В нижніх частинах схилів товтр та біля їх підніжжя, стрімко зростає потужність лесоподібних відкладів, що значно зменшує вплив карбонатних порід. Це зумовлює формування тут сірих лісових ґрунтів та чорноземів.

Отже, виходячи із вищезазначеного можемо стверджувати, що формування рендзин в межах Подільських Товтр, відбувається за принципом літостріальності, в основі якої знаходиться поширення карбонатних порід. Якщо брати до уваги розмір педострій, то рендзини усіх Подільських Товтр належать до мезорівня ґрунтової стріальності (педостріальності), а схиліві поширення бурих та типових рендзин – до мікро- та нанорівнів (рис. 3.9).

При цьому, педострії рендзин, як на Головному пасмі, так і на бічних товтрах, мають здебільшого замкнену форму просторового поширення, що зумовлено особливостями геоморфологічної будови товтрових масивів.



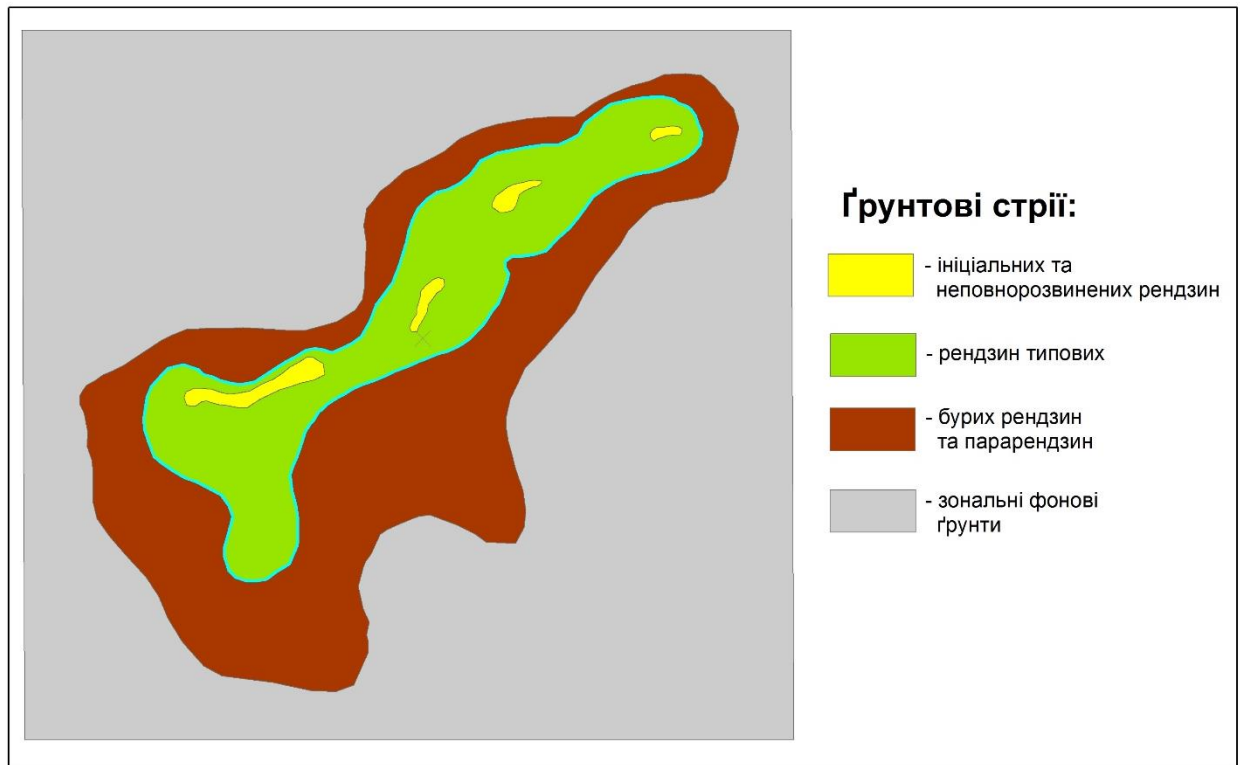


Рис. 3.9. Схема мікрорівня педостріальності (на прикладі МД «Вербка»)

Існують також відмінності просторових форм, приналежності до гіпсометричних рівнів та площ педострій, які вони охоплюють в межах різних геоморфологічних підрайонів Подільських Товтр. Зокрема, в межах Збарзького геоморфологічного підрайону, внаслідок меншого відпрепарування рифових масивів денудаційними процесами, відносні висоти товтр є незначними (до 40–50 м), що зумовлює формування неповних комплексів педострій та їхні вузькі межі. В Кам'янець-Подільському геоморфологічному підрайоні, внаслідок інтенсивних процесів денудації, що вирівнюють геоморфологічні поверхні до глибини врізу р. Дністер та його основних приток, Подільські Товтри представлені сильно відпрепарованими Головним пасмом та бічними масивами, що зумовлює формування повного комплексу зазначених вище педострій, із значно ширшими межами просторового поширення. Окрім цього, зазначимо, що онкоїдна форма бічних товтр, у багатьох випадках визначає замкнену, кільцеподібну форму педострій.

### Висновки до розділу 3

1. Рендзини – інтразональні біолітогенні ґрунти, з чітко вираженим літогенно-кальцієморфним генезисом. Вміст і склад карбонатів визначає специфіку розвитку елементарних ґрунотворних процесів, які у свою чергу зумовлюють особливості формування і розвитку морфогенетичних властивостей рендзин.

2. Онтогенез рендзин відбувається під впливом біогенно-аккумулятивних та елювіальних процесів ґрунотворення, серед яких визначальну роль відіграють дерновий процес, гумусоутворення і гумусонакопичення, а також вилуговування, декарбонатизація та декальцинація.

3. На спрямування ґрунотворного процесу рендзин вирішальний вплив має наявність чи відсутність глинистих часток у вихідних материнських породах. Зокрема на щільних карбонатних породах (літотамнієві та серпуломоховаткові вапняки) формуються рендзини типові, які тривалий час перебувають у квазірівноважному стані, без еволюційного переходу в інший тип ґрунту. На карбонатних породах з високим вмістом глинистих часток (мергелі, облесований елювій, карбонатні суглинки) рендзини швидко еволюціонують в бурі (бруніфіковані) рендзини, а надалі і в буроземи.

4. Основною формою поширення рендзин в межах Подільських Товтр є педострії, зумовлені стріальною зміною карбонатних материнських порід. Зокрема на вершинах та привершинних ділянках товтр, вільних від лесоподібних відкладів формуються рендзини ініціальні, неповнорозвинені, типові та темнозбарвлені високогумусні з різним ступенем вилугованості. На схилах товтр, де вапнякові породи поступово перекриваються карбонатними лесоподібними суглинками формується педострія бурих рендзин та парарендзин. В нижній частині схилів товтр та біля їх підніжжя, лесоподібні відклади є основною ґрунотворною породою, що зумовлює розвиток сірих лісових ґрунтів та чорноземів.



## РОЗДІЛ 4

### ХІМІЧНИЙ СКЛАД РЕНДЗИН ТА ОЦІНКА ПОТЕНЦІАЛУ ГРУНТОТВОРЕННЯ

#### 4.1. Особливості валового хімічного складу

Ґрунт як природно-історичне тіло не є статичним. У процесі ґрунотворення він зазнає постійних змін, що відображаються в набутті певних морфологічних ознак, фізичних та фізико-хімічних властивостей, а також у змінах його валового хімічного складу [97].

Сучасний процесно-генетичний підхід на основі трактування результатів валового хімічного аналізу твердої фази ґрунту, дозволяє простежувати тенденції розвитку тих чи інших елементарних ґрунтових процесів, які відбуваються у ґрунтовому профілі. Для цього більшість дослідників рекомендують використовувати дані розподілу оксидів у ґрунтовому профілі, обчислювати їхні молярні відношення, коефіцієнти вилуговування, баланс речовин та загальний ступінь диференціації профілю. При цьому, автори зазначають, що важливим аспектом об'єктивної характеристики розподілу оксидів у профілі ґрунту, є перерахунок на прожарену безкарбонатну наважку ґрунту, оскільки на кількість кожного оксиду впливає величина вмісту гумусу та хімічно зв'язаної води [4, 5, 22, 45–48, 142, 166].

Слід також відзначити, що теоретичні основи хімічного складу ґрунтів базуються на загальноприйнятому твердженні про значну консервативність мінеральної частини ґрунту і різні перерахунки та коефіцієнти, які застосовуються для оцінки генетичних процесів, безпосередньо пов'язані з відносною зміною хімічного складу успадкованої мінеральної частини ґрунту, ігноруючи при цьому її зовнішнє привнесення .

Для повноти уявлень про особливості елементного складу рендзин та його профільного розподілу, нами проаналізовано наукові праці, в яких висвітлено хімічний склад рендзин Подільських Товтр та суміжних територій

[1, 3, 5, 52, 97]. В них зазначено, що найтипівішим процесом для рендзин є розчинення і вилуговування карбонатів кальцію, що зумовлює їхнє знекарбоначування та збіднення ґрунту на основи внаслідок руйнування кристалічної ґратки мінералів або органічних сполук та винесення  $\text{Ca}^{2+}$  за межі генетичних горизонтів й ґрунтового профілю.

Досліджуючи валовий хімічний склад рендзин Подільських Товтр, ми порівнювали вміст, співвідношення та результати різних аналітичних розрахунків хімічних елементів вихідної ґрунотворної породи та генетичних горизонтів ґрунтового профілю. Отримані аналітичні дані засвідчують, що для рендзин Подільських Товтр характерний високий вміст  $\text{SiO}_2$  і  $\text{CaO}$  та підвищений вміст  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (табл. 4.1). Їх сумарна частка знаходиться в межах 86,29–95,09%. Це опосередковано свідчить про значну хімічну однорідність вихідного матеріалу при формуванні рендзин досліджуваної території. Підтвердженням цьому є показники валового хімічного складу ґрунотворних порід, які коливаються у відносно вузьких межах.

Відносне накопичення  $\text{SiO}_2$  у верхніх генетичних горизонтах ґрунтового профілю в основному зумовлене фізичною дезінтеграцією карбонатних порід та стійкістю кварцу до процесів вивітрювання. Його відносний валовий вміст збільшується від 8,83–50,51% у материнських породах, до 68,17–74,03% у верхніх гумусових горизонтах (рис. 4.1). При цьому найбільшою амплітудою зростання показників відзначаються бурі парарендзини схилів товтр, де вона сягає значень 61,99%.

Найвищим вмістом сесквіоксидів  $\text{R}_2\text{O}_3$  відзначаються рендзини неповнорозвинені та типові, сформовані під лучно-степовою рослинністю на вершинах товтр, де їх частка сягає 19,32–21,25% (розрізи ВЦ-4, СЦ-4). У складі сесквіоксидів ( $\text{R}_2\text{O}_3$ ) переважає  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Серед лужноземельних елементів більшим відносним вмістом відзначається оксид Калію ( $\text{K}_2\text{O}$ ) та Натрію ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), що ймовірно зумовлено біологічними процесами життєдіяльності рослин, які компенсують кліматогенне винесення.

Таблиця 4.1

## Валовий хімічний склад рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Втрати при прожарюванні, %	% від ваги прожареного безкарбонатного ґрунту									
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)												
Нса	0–21	25,56	70,26	13,14	6,18	19,32	0,64	5,50	0,98	0,31	2,03	0,95
Phca	21–26	43,57	30,78	3,17	4,67	7,85	0,17	43,86	12,80	2,39	1,11	1,06
Pca	26–35	43,64	9,98	1,34	1,77	3,11	0,09	80,68	4,45	1,08	0,30	0,30
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)												
Нса	0–24	28,04	68,17	14,61	6,63	21,25	0,63	5,31	1,07	0,39	2,14	1,04
HPca	24–41	33,44	59,74	15,53	5,35	20,88	0,49	12,86	2,70	0,53	2,05	0,77
Phca	41–58	42,34	26,23	2,65	3,64	6,30	0,09	53,75	9,90	2,07	0,94	0,72
Pca	58–65	43,42	8,83	1,26	1,84	3,10	0,08	81,72	4,35	1,21	0,33	0,33
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР-3 (рілля)												
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	0–27	12,02	74,03	11,80	5,89	17,68	0,85	2,42	1,85	0,06	2,23	1,33
HPca	27–47	13,37	71,67	12,61	5,16	17,77	0,69	2,99	2,69	0,05	2,10	1,25
Phca	47–62	27,83	55,58	9,45	4,36	13,81	0,60	25,05	1,84	0,14	1,61	2,15

Закінчення таблиці 4.1

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Втрати при прожарюванні, %	% від ваги прожареного безкарбонатного ґрунту									
			SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
P <sub>ca</sub>	65–75	36,46	50,51	7,11	5,81	12,92	0,54	30,60	1,78	0,06	1,17	0,83
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)												
H <sub>ca</sub> <sub>орн</sub> + H <sub>ca</sub> <sub>п/орн</sub>	0–24	9,28	73,68	12,70	5,63	18,33	0,72	2,25	1,77	0,09	2,09	1,08
HP <sub>ca</sub>	24–50	21,72	65,00	13,82	6,35	20,17	0,71	8,73	1,68	0,15	2,28	1,28
Ph <sub>ca</sub>	50–70	26,78	59,24	13,65	6,73	20,38	0,62	15,25	1,70	0,17	1,72	0,94
P <sub>ca</sub>	70–75	42,94	11,69	1,95	2,66	4,61	0,10	73,91	7,98	0,71	0,62	0,38

Примітка: МД – модальна ділянка; R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>% обчислювали як Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

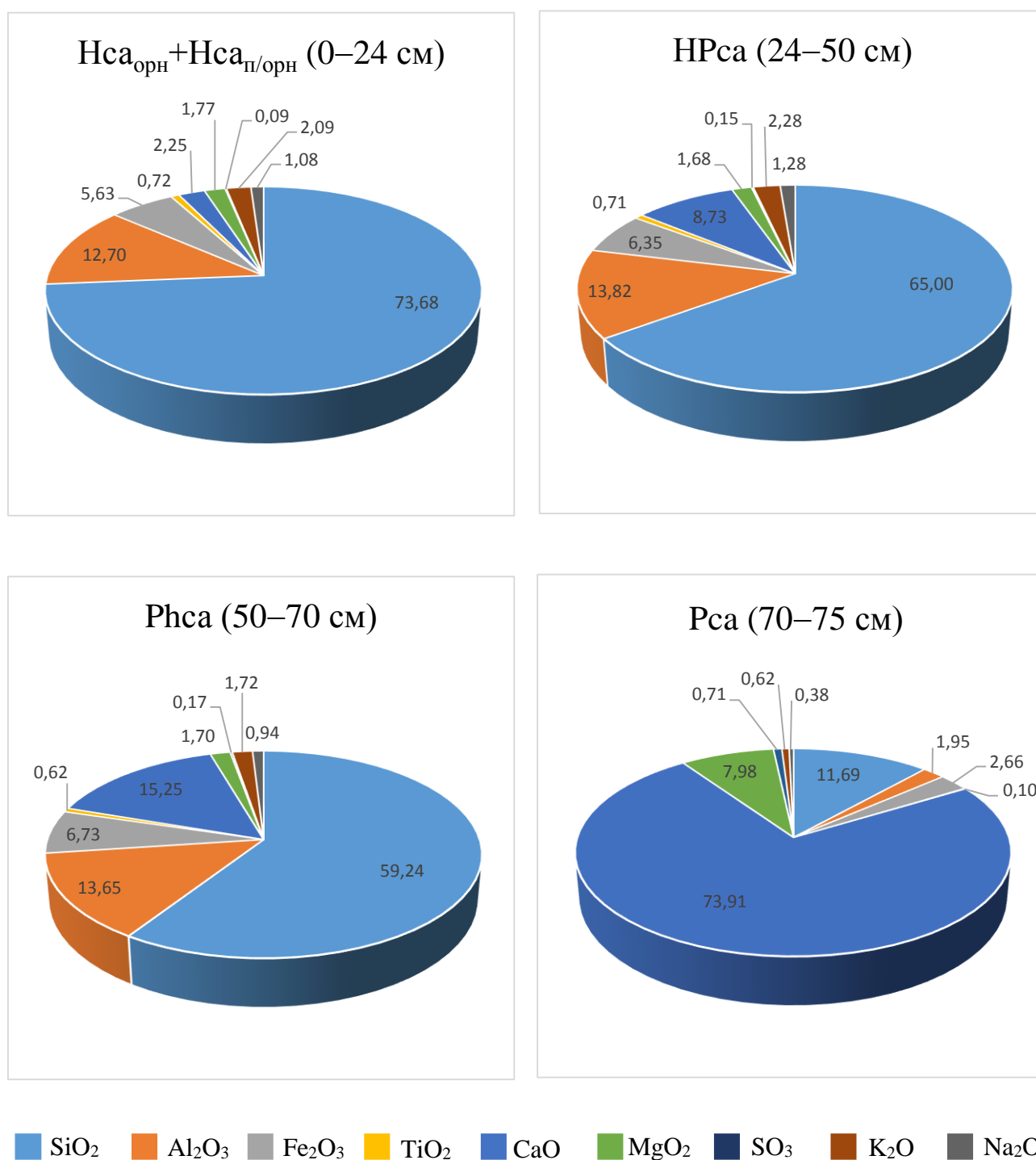


Рис. 4.4. Валовий хімічний склад (% на прожарений безкарбонатний ґрунт) рендзин Подільських Товтр (бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг))

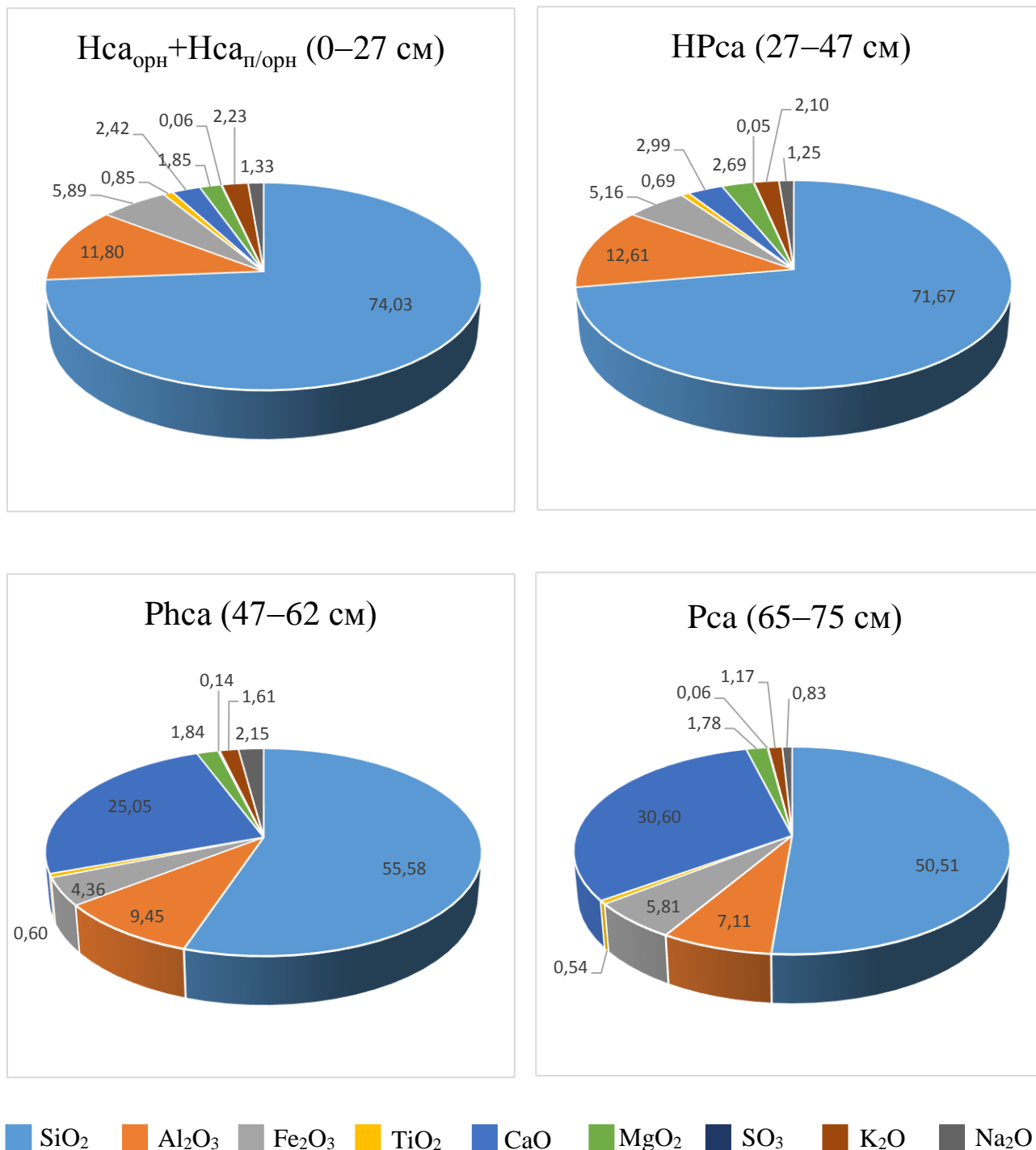


Рис. 4.3. Валовий хімічний склад (% на прожарений безкарбонатний ґрунт) рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля))

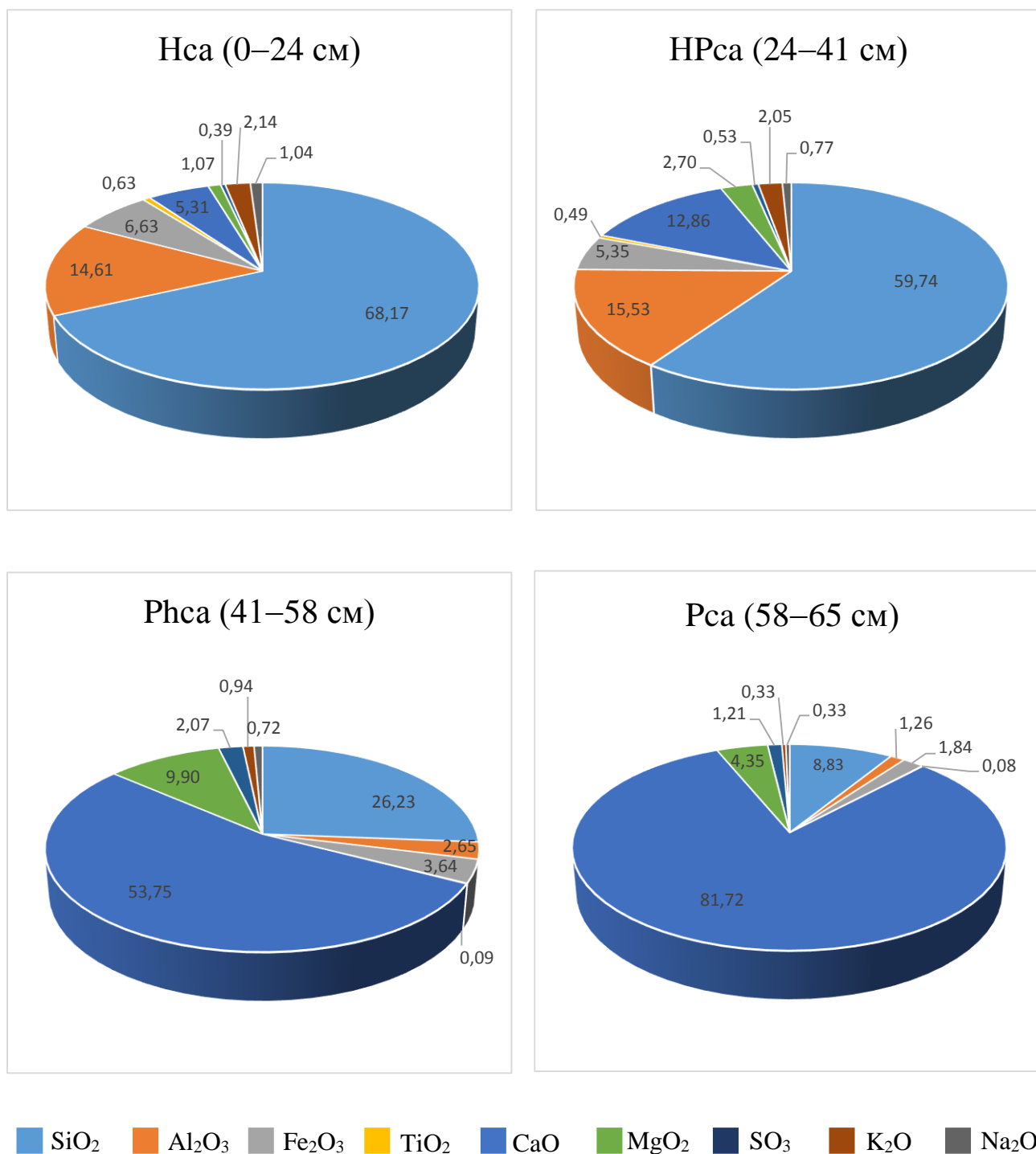


Рис. 4.2. Валовий хімічний склад (% на прожарений безкарбонатний ґрунт) рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність))

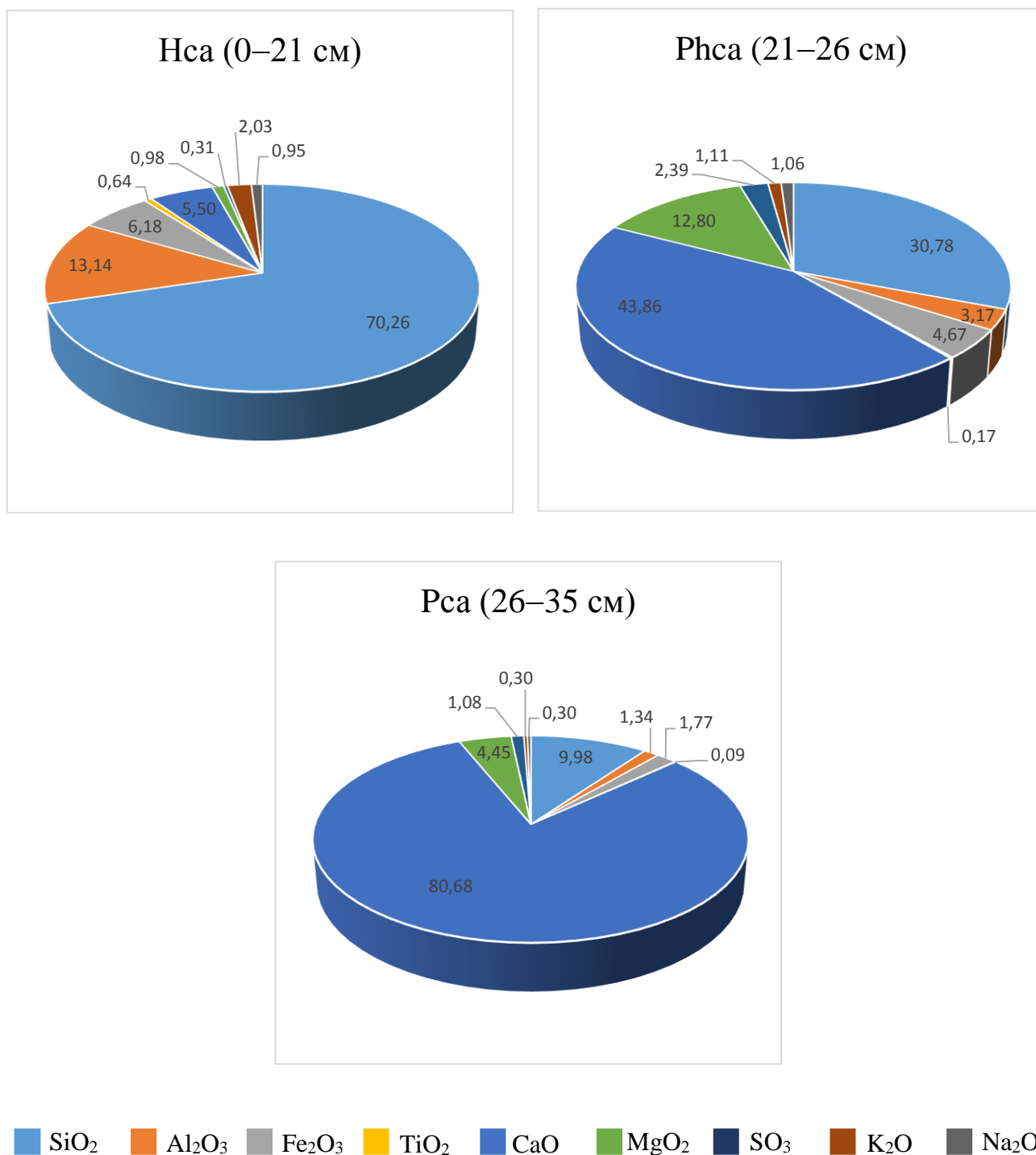


Рис. 4.1. Валовий хімічний склад (% на прожарений безкарбонатний ґрунт) рендзин Подільських Товтр (рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність))



Кількість оксидів Магнію ( $MgO$ ) і Сульфуру ( $SO_3$ ) в досліджуваних ґрунтах є незначною.

З метою отримання детальнішої інформації про неоднорідність валового хімічного складу мінеральної частини досліджуваних рендзин і виявлення диференціації їхнього профілю, нами обчислено молярні відношення різних оксидів (табл. 4.2), оскільки відомо, що молярні відношення, обчислені для генетичних горизонтів ґрунтів, вказують на винесення або накопичення елементів, що важливо для оцінки напряму ґрунтоутворного процесу [97, 142, 172, 189, 208].

Аналіз величин молярних відношень свідчить, що досліджувані рендзини характеризуються як розширеними ( $SiO_2 : Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3 : Fe_2O_3$ ) так і звуженими ( $SiO_2 : Al_2O_3$ ,  $SiO_2 : R_2O_3$ ) показниками молярних відношень сесквіоксидів в профілі у порівнянні з ґрунтоутворною породою. Це свідчить про відносну акумуляцію оксидів Алюмінію та Феруму, особливо у нижній частині профілю бурих парарендзин схилів товтр, де їх співвідношення знаходяться в найбільш вузьких межах (табл. 4.2).

Подібні результати у своїх дослідженнях [74, 75] наводить С. В. Зонн, який зазначає, що в вапнякових породах окрім їх високої карбонатності своєрідним є відносно вузьке мольне відношення  $SiO_2$  до  $R_2O_3$ . Його показники коливаються в межах 5,5–6,5, що значно менше, ніж наприклад в глинистих сланцях (18,1–33,6). Такий підвищений вміст оксидів Алюмінію та Феруму, за сприятливих біокліматичних чинників зумовлює еволюцію рендзин у буроземи або фералітно-кальцієві ґрунти, залежно від зонального розташування цієї території (про що нами було згадано в попередньому розділі).

Відомо також, що оксиди  $Fe_2O_3$  належать до «ґрунтових пігментів», які визначають забарвлення генетичних горизонтів ґрунтів. Так нашими макроморфологічними дослідженнями встановлено, що буруватий відтінок

Таблиця 4.2

## Показники диференціації профілю рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Молярні відношення					
		SiO <sub>2</sub> : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> : R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO : SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> : CaO
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Hca	0–21	9,09	30,34	6,99	3,33	0,08	11,92
Phca	21–26	16,49	17,58	8,50	1,06	1,53	0,65
Pca	26–35	12,67	15,04	6,87	1,19	8,66	0,12
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Hca	0–24	7,93	27,44	6,15	3,46	0,08	11,98
HPca	24–41	6,54	29,81	5,36	4,55	0,23	4,34
Phca	41–58	16,80	19,22	8,96	1,14	2,20	0,46
Pca	58–65	11,96	12,80	6,18	1,07	9,91	0,10
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР-3 (рілля)							
Hca <sub>орн</sub> + Hca <sub>п/орн</sub>	0–27	10,67	33,58	8,09	3,14	0,04	28,51
HPca	27–47	9,66	37,06	7,66	3,83	0,04	22,35

Закінчення таблиці 4.2

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Молярні відношення					
		SiO <sub>2</sub> : Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub> : R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO : SiO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub> : CaO
Phca	47–62	10,00	34,03	7,73	3,40	0,48	2,07
Pca	65–75	12,07	23,21	7,94	1,92	0,65	1,54
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)							
Hca <sub>орн</sub> + Hca <sub>п/орн</sub>	0–24	9,86	34,96	7,69	3,54	0,03	30,60
HPca	24–50	7,99	27,35	6,18	3,42	0,14	6,95
Phca	50–70	7,38	23,51	5,61	3,18	0,28	3,63
Pca	70–75	10,20	11,73	5,45	1,15	6,78	0,15

Примітка: МД – модальна ділянка

властивий практично для всіх ґрунтових профілів досліджуваних рендзин, а в нижніх генетичних горизонтах бурих парарендзин він змінюється бурим кольором. Це добре узгоджується із помітним зростанням відносного вмісту  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  у межах усього профілю. Водночас величини мольного відношення  $\text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3$  засвідчують кількісну перевагу Алюмінію у всіх генетичних горизонтах досліджуваних рендзин.

Для карбонатних ґрунтів, окрім молярних відношень сесквіоксидів, важливе інформативне значення мають взаємнообернені молярні відношення оксидів Кальцію і Силіцію ( $\text{CaO} : \text{SiO}_2$  і  $\text{SiO}_2 : \text{CaO}$ ), які складають основу їхнього хімічного складу [97]. Отримані результати засвідчили, що в генетичному профілі усіх без виключення рендзин Подільських Товтр спостерігається помітне звуження величин мольного відношення  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$  у порівнянні з ґрунотворною породою (див. табл. 4.2). Найбільш чітко це проявляється у бурих парарендзинах схилів товтр, де інтенсивно проходять процеси вилуговування та декарбонатації.

Також, для більш деталізованої характеристики втрат або накопичення речовин в ґрунтових генетичних горизонтах у порівнянні з ґрунотворною породою нами розраховано ступінь вивітрілості та диференціації кори вивітрювання і ґрунту за молекулярним відношенням між рухомими ( $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ) і стабільним ( $\text{SiO}_2$ ) компонентами. Вперше цей метод був запропонований Гарасовіцем, який в якості стабільного компонента для латеритних ґрунтів рекомендував використовувати  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [238]. Але враховуючи особливості хімічного складу рендзин та рекомендації багатьох ґрунтознавців, за стабільний компонент краще використовувати  $\text{SiO}_2$  [103, 162].

Пізніше, відомий ґрунтознавець Йенні (Jenni) запропонував розраховувати і фактор вилуговування ( $\beta$ ), який висвітлює вміст вищезазначених оксидів лужноземельних елементів в ґрунтових горизонтах відносно ґрунотворної породи.

$$\beta = \frac{ba_{1n}}{ba_{1p}}, \quad (4.1)$$

де  $\beta$  – фактор вилуговування;  $ba_{1n}$  – вміст оксидів  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $MgO$  і  $CaO$  в  $n$ -му горизонті ґрунтового профілю,  $ba_{1p}$  – вміст цих же оксидів у ґрунотворній породі.

Якщо величина  $\beta = 1$ , то втрат основ немає, коли  $\beta < 1$ , то відбувається втрата основ, коли  $\beta > 1$  – їхнє накопичення.

Отримані нашими дослідженнями показники вказують на вилуговування  $Ca^{2+}$  і  $Mg^{2+}$  відносно  $SiO_2$  у межах всієї частини ґрунтового профілю рендзин (табл. 4.3). Найбільш інтенсивно це відбувається в бурих парарендзинах схилів товтр, що зумовлено літологічними (нижча стійкість порід до вивітрювання) та біогенними (домінування лісової рослинності) особливостями вказаних частин Подільських Товтр. Подібні висновки висвітлені у працях О. М. Геннадієва, які показують що ґрунти під лісовою рослинністю характеризуються значно інтенсивнішими процесами елювіальних явищ [42, 43].

Абсолютні величини показників фактора вилуговування зростають у напрямі до ґрунотворної породи, що свідчить про більш інтенсивний розвиток процесів внутрішньоґрунтового вивітрювання у верхній частині ґрунтового профілю, наслідком якого є розчинення і винесення карбонатів у нижче залягаючі генетичні горизонти.

О. А. Роде, запропонував метод елювіально-аккумулятивних коефіцієнтів (ЕАК), який включає три діагностичних частини:  $EAr$  – ЕАК для конкретного оксиду;  $EAt$  – загальний ЕАК всіх оксидів;  $EAm$  – ЕАК всіх оксидів, окрім оксиду свідка [103, 189].

$$EAr = \frac{Rn \times Sp}{Rp \times Sn} - 1, \quad (4.2)$$

де  $Rn$  – відсотковий вміст аналізованого оксиду  $R$  в  $n$ -му горизонті ґрунту;  $Rp$  – відсотковий вміст оксиду  $R$  в ґрунотворній породі;  $Sn$  – відсотковий вміст оксиду-свідка в  $n$ -му горизонті ґрунту;  $Sp$  – відсотковий вміст оксиду-свідка в ґрунотворній породі.

Таблиця 4.3

## Фактор вилуговування рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Молярні відношення					
		$\frac{\text{MgO}+\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2} (\beta)$	$\beta$	$\frac{\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2} (\beta_1)$	$\beta_1$	$\frac{\text{MgO}+\text{CaO}}{\text{SiO}_2} (\beta_2)$	$\beta_2$
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Нса	0–21	0,14	0,01	0,03	0,65	0,10	0,01
Phca	21–26	2,22	0,24	0,06	1,16	2,15	0,23
Pca	26–35	9,40	–	0,05	–	9,33	–
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Нса	0–24	0,14	0,01	0,03	0,57	0,11	0,01
HPca	24–41	0,33	0,03	0,03	0,56	0,30	0,03
Phca	41–58	2,83	0,26	0,05	0,81	2,76	0,26
Pca	58–65	10,73	–	0,06	–	10,65	–
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР-3 (рілля)							
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	0–27	0,11	0,15	0,04	1,19	0,07	0,10
HPca	27–47	0,14	0,19	0,04	1,16	0,10	0,14

Закінчення таблиці 4.3

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Молярні відношення					
		$\frac{\text{MgO}+\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2} (\beta)$	$\beta$	$\frac{\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}}{\text{SiO}_2} (\beta_1)$	$\beta_1$	$\frac{\text{MgO}+\text{CaO}}{\text{SiO}_2} (\beta_2)$	$\beta_2$
Phca	47–62	0,59	0,80	0,06	1,83	0,53	0,76
Pca	65–75	0,73	–	0,03	–	0,70	–
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)							
$\text{Hca}_{\text{орн}} + \text{Hca}_{\text{п/орн}}$	0–24	0,10	0,01	0,03	0,50	0,07	0,01
HPca	24–50	0,23	0,03	0,04	0,64	0,18	0,02
Phca	50–70	0,35	0,04	0,03	0,52	0,32	0,04
Pca	70–75	7,89	–	0,07	–	7,80	–

Примітка: МД – модальна ділянка;  $\beta$  – фактор вилуговування (за Йенні)

$$EAt = \frac{Sp}{Sn} - 1, \quad (4.3)$$

де,  $EAt$  – загальний елювіально-акумулятивний коефіцієнт, який показує відносну величину втрат або накопичення всіх оксидів по відношенню до оксидів ґрунотворної породи;  $Sn$  – відсотковий вміст оксиду-свідка в  $n$ -му горизонті ґрунту;  $Sp$  – відсотковий вміст оксиду-свідка в ґрунотворній породі.

$$EAm = \frac{(100 - Sn) \times Sp}{(100 - Sp) \times Sn} - 1, \quad (4.4)$$

де,  $EAm$  – коефіцієнт, який характеризує відносну величину втрат або накопичення всієї суми оксидів, крім оксиду-свідка;  $Sn$  – відсотковий вміст оксиду-свідка в  $n$ -му горизонті ґрунту;  $Sp$  – відсотковий вміст оксиду-свідка в ґрунотворній породі.

Від’ємне значення всіх трьох коефіцієнтів означає винесення оксидів з  $n$ -горизонтів, додатне – їхнє накопичення.

Аналіз отриманих величин елювіально-акумулятивних коефіцієнтів свідчить про значні відмінності в диференціації ґрунтового профілю рендзин Подільських Товтр (табл. 4.4). Так найінтенсивніше процеси загального винесення оксидів з генетичних горизонтів проявляються в бурих парарендзинах схилів товтр, де показники  $EAt$  сягають значень  $-0,80$ –  $-0,85$ . Найбільшими величинами виносу ( $EAr$ ) характеризуються оксиди  $CaO$  (до  $99,52\%$  у верхніх горизонтах),  $MgO$  (до  $96,88\%$ ) та  $Fe_2O_3$  (до  $66,45\%$ ).

Щодо оксидів Феруму, то саме його показники є діагностичними при оцінці направленості елювіальних процесів силікатної складової профілю рендзин. Це зумовлено тим, що Ферум поряд із Кремнієм та Алюмінієм, є основним конструктивним елементом кристалічної ґратки мінералів і для мобілізації та винесення лужних і лужноземельних металів ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ ) який першим вступає у взаємодію з кислотними продуктами ґрунотворення [169].

Додатніми величинами  $EAr$  у профілях досліджуваних ґрунтів характеризуються оксиди Алюмінію та Титану. Причому для бурих парарендзин профільний розподіл  $Al_2O_3$  свідчить про його активне накопичення у нижніх генетичних горизонтах, що підтверджує процес бруніфікації.



Таблиця 4.4

## Елювіально-аккумулятивні показники у рендзинах Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	ЕА <sub>r</sub> , %									ЕА <sub>t</sub> , %	ЕА <sub>m</sub> , %
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)												
Нса	0–21	–	39,38	-50,42	4,70	-99,03	-96,88	-95,91	-4,42	-55,49	-0,86	-0,95
Phca	21–26	–	-23,19	-14,42	-37,34	-82,37	-6,72	-28,15	19,35	13,38	-0,68	-0,75
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)												
Нса	0–24	–	50,77	-53,33	-2,11	-99,16	-96,81	-95,85	-17,17	-59,84	-0,87	-0,95
НРса	24–41	–	82,80	-57,05	-13,80	-97,67	-90,82	-93,60	-9,65	-66,02	-0,85	-0,93
Phca	41–58	–	-28,82	-33,37	-63,81	-77,85	-23,44	-42,59	-5,00	-27,62	-0,66	-0,73
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)												
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	0–27	–	13,18	-30,87	7,17	-94,60	-28,97	-35,85	29,69	9,55	-0,32	-0,64
НРса	27–47	–	24,96	-37,36	-10,30	-93,11	6,49	-45,54	25,84	6,82	-0,30	-0,60
Phca	47–62	–	20,71	-31,78	1,08	-25,61	-6,14	102,16	24,30	137,15	-0,09	-0,18

Закінчення таблиці 4.4

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	E <sub>A<sub>r</sub></sub> , %									E <sub>A<sub>t</sub></sub> , %	E <sub>A<sub>m</sub></sub> %
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O		
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)												
Hca <sub>орн</sub> + Hca <sub>п/орн</sub>	0–24	–	3,41	-66,45	19,63	-99,52	-96,47	-97,91	-46,30	-54,89	-0,84	-0,95
HPca	24–50	–	27,62	-57,12	33,76	-97,88	-96,22	-96,27	-33,48	-39,34	-0,82	-0,93
Phca	50–70	–	38,24	-50,11	28,08	-95,93	-95,81	-95,20	-45,20	-50,97	-0,80	-0,91

Примітка: МД – модальна ділянка

Зазначимо, що при дослідженні рендзин більшість вищезазначених показників є наближеними, оскільки враховуючи значну їхню тріщинуватість та шпаруватість існує велика ймовірність механічного перенесення цілих ґрунтових агрегатів по сформованих (в тому числі й в наслідок вилугування карбонатів) пустотах.

Для висвітлення об'ємних величин трансформації мінеральної частини досліджуваних ґрунтів, нами розрахований баланс компонентів їхнього хімічного складу (табл. 4.5). Для цього ми використали визначені нами показники щільності будови ґрунту та вмісту оксидів у генетичних горизонтах. Для ґрунтотворних порід, значення щільності будови взято із літературних джерел [132]. Обчислення проводили на потужність кожного горизонту та довільно вибрану площу – 1 м<sup>2</sup> за методичним рекомендаціями О. А. Роде і П. Кундлера (4.5–4.6) [189].

$$Q_n = h_n \times D_n \times P_n, \quad (4.5)$$

де,  $Q_n$  – запас в кг/м<sup>2</sup> компонента в n-му горизонті;  $h_n$  – потужність n-го горизонту;  $D_n$  – щільність будови n-го горизонту в г/см<sup>3</sup>;  $P_n$  – відсотковий вміст компонента в n-му горизонті.

Після цього виходячи з гіпотези нерухомості стабільного компонента обрахували вихідний запас всіх інших оксидів у кожному генетичному горизонті за формулою (4.6):

$$Q'_n = Q_p \times \frac{Q''_n}{Q''_p}, \quad (4.6)$$

де,  $Q'_n$  – вихідний запас компонента в n-му горизонті;  $Q_p$  – запас компонента в материнській породі довільної потужності;  $Q''_p$  – запас стабільного компонента в материнській породі;  $Q''_n$  – запас стабільного компонента в n-му горизонті.

Віднімаючи від величини  $Q'_n$  величину  $Q_n$  знаходимо накопичення (+) або втрати (-) кожного оксиду. Отримані показники ще раз підтверджують вищезазначені висновки про тенденції розвитку процесів сіалітизації та декарбонатації.

Таблиця 4.5

## Баланс валових запасів оксидів у рендзинах Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Величина вносу (-) або накопичення (+) компонента (S), кг/м <sup>2</sup>								
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)										
Нса	0–21	0,65	-1,10	0,00	-98,06	-0,68	-0,15	0,30	0,11	0,65
Phca	21–26	-0,07	-0,06	-0,01	-16,04	0,76	0,13	0,07	0,07	-0,07
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)										
Нса	0–24	–	0,96	-1,47	0,00	-121,55	-0,68	-0,17	0,35	0,13
НРса	24–41	–	1,11	-1,12	-0,01	-85,33	-0,20	-0,09	0,28	0,07
Phca	41–58	–	-0,30	-0,50	-0,04	-51,87	1,90	0,34	0,20	0,13
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)										
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	0–27	–	0,43	-0,82	0,02	-13,17	-0,93	-0,04	-0,30	-0,29
НРса	27–47	–	0,59	-0,73	-0,02	-9,54	-0,49	-0,03	-0,25	-0,23
Phca	47–62	–	0,42	-0,53	0,00	-2,25	-0,26	0,01	-0,07	0,22

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Величина виносу (-) або накопичення (+) компонента (S), кг/м <sup>2</sup>								
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)										
Hca <sub>орн</sub> + Hca <sub>п/орн</sub>	0–24	–	0,14	-3,69	0,04	-153,58	-0,78	-0,09	0,59	0,29
HPca	24–50	–	1,00	-2,81	0,06	-133,89	-0,98	-0,09	0,64	0,35
Phca	50–70	–	1,35	-2,42	0,05	-128,66	-0,32	-0,02	0,54	0,29

Примітка. МД – модальна ділянка; баланс обчислено за методичними рекомендаціями О. А. Роде (1939) і П. Кундлера (1959); за «свідка» використовували відсотковий вміст SiO<sub>2</sub>;

Проте, як вважають І. П. Герасимов [45], Л. О. Карпачевський [83] та М. А. Кутровський [115, 116] не слід ототожнювати хімічний склад мінеральної частини рендзин лише із залишком материнської породи, оскільки в процесі ґрунотворення на поверхню ґрунту потрапляє значна кількість мінеральних часток принесених вітром, як безпосередньо так і разом з рослинними залишками. Потужність накопичення атмосферного пилу за підрахунками І. П. Герасимова складає як мінімум 0,02 мм в рік. За 10 тис. років це становить близько 2 метрів пилу, який відповідно включений у загальний ґрунтогенез. Окрім того, важливе значення в елювіально-аккумулятивних процесах відіграють поверхневі водні потоки.

Тому на нашу думку в майбутньому слід поглибити теоретико-методологічні підходи щодо вивчення мінеральної частини ґрунту з врахуванням вищезазначених фактів.

#### **4.2. Термодинамічні та енергетичні характеристики ґрунотворних порід та рендзин**

Одним із засновників концепції потенціалу ґрунотворення вважається американський науковець Г. Йенні, який у праці «Фактори ґрунотворення» обґрунтував функціональний зв'язок між ґрунтом і найважливішими чинниками ґрунотворення. Згодом його положення набули підтримки та подальшого розвитку в наукових працях В. Р. Волобуєва [19–21], А. Є. Ферсмана [215], І. Ш. Іскандерова [77], С. А. Шоби [179], В. О. Таргульяна [206], О. М. Геннадієва [42], Ф. М. Лисецького [121, 122], П. В. Голєусова [55], В. О. Забалуєва [70], Є. Н. Красехи, С. П. Позняка [170] С. Г. Чорного [220], О. І. Єргіної [69], А. А. Кирильчука [97], Р. Б. Семашука [199] та багатьох інших.

Останнім часом, все більшого розповсюдження набуває практика застосування енергетичних та термодинамічних характеристик ґрунотворних порід і ґрунтів для встановлення потенціалу ґрунотворення та подальшого

грунтогенезу. Як відзначає Д. Г. Тихоненко "грунтогенез є складним антиентропійним біо-гео-фізико-хімічним процесом екзогенного перетворення на поверхні Землі речовин та енергії, причетним до формування з неродючої породи якісно нового, наділеного родючістю природного тіла – ґрунту" [209]. Тому надзвичайно перспективним і актуальним є вивчення процесів ґрунтоутворення саме з енергетичної та термодинамічної точки зору.

Досліджуючи онтогенетичні стадії рендзин Західного регіону України А. А. Кирильчук зазначає, що розвиток цього напрямку досліджень створює певні можливості використання термодинамічних показників ґрунтів та ґрунтоутворних порід, зокрема енергії кристалічної ґратки, вільної енергії Гіббса та ентропії мінеральної частини для оцінки здатності гірських порід до ґрунтоутворення [97].

Зважаючи на широке впровадження вищезазначеного підходу, ми застосували вже прийняті та апробовані в наукових працях [17, 67, 82, 84, 97, 111, 199, 215] методи із встановлення енергетичних та термодинамічних характеристик ґрунтоутворних порід та рендзин Подільських Товтр. В основу обчислень покладено дані валового хімічного складу досліджуваних ґрунтів та ґрунтоутворних порід, які ототожнюються з літостріальними відмінностями Подільських Товтр. Для коректного співставлення величин, ми переводили відсотковий вміст оксидів хімічних елементів в кДж/г застосовуючи наступні формули:

$$Um = \frac{U}{M} \quad (4.7)$$

$$Gm = \frac{G}{M} \quad (4.8)$$

$$Sm = \frac{S}{M}, \quad (4.9)$$

де  $Um$  – енергія кристалічної ґратки (кДж/г);  $Gm$  – енергія Гіббса (кДж/г);  $Sm$  – ентропія (кДж/г);  $U$  – енергія кристалічної ґратки (кДж/моль);  $G$  – енергія Гіббса (кДж/моль);  $S$  – ентропія (кДж/моль);  $M$  – молярна маса сполуки (г/моль).

Отримані результати досліджень засвідчують, що характерною особливістю рендзин та ґрунтотворних порід є високі запаси енергії кристалічної гратки ( $U_m = 6951,44\text{--}17728,82$  кДж/г) та вільної енергії Гіббса ( $G_{m_{298,15}} = 1089,07\text{--}1327,72$  кДж/г), а також слабо мінливі значення ентропії ( $S_{m_{298,15}} = 65,12\text{--}67,75$  кДж/г  $\times$  град) (табл. 4.6, рис. 4.5–4.7).

Такі низькі енергетичні показники ґрунтотворних порід зумовлені значним вмістом СаО. Проте, як стверджує у своїх дослідженнях В. О. Забалуєв [70], гірські породи, які характеризуються меншими показниками запасів внутрішньої енергії мають більшу реакційну спроможність і створюють сприятливі умови для біологічного освоєння, що цілком узгоджується із твердженням В. А. Ковди [106] про обернено пропорційну залежність між запасами внутрішньої енергії материнських порід та родючістю ґрунтів.

Також встановлено, що досліджувані ґрунтотворні породи характеризуються значною часткою безкремнеземної енергії, оскільки збагачені переважно на СаСО<sub>3</sub>, на відміну від порід, які мають високу енергію кристалічної гратки за рахунок високого вмісту Силіцію. Оскільки така гратка є міцною і важче руйнується, то це створює умови для накопичення в ґрунті залишкових мінералів, що опосередковано свідчить про залишкове оглинювання ґрунтового профілю [97].

Водночас, значних відмінностей між енергетичними показниками рендзин сформованих на різних материнських породах не виявлено. Існує лише їхня профільна диференціація, що чітко корелює з даними валового хімічного складу. Зокрема найвищими значеннями енергії кристалічної гратки ( $U_m$ ) характеризуються верхні генетичні горизонти профілю рендзин, де її величини знаходяться в межах  $16569,21\text{--}17728,82$  кДж/г і знижуються вниз по профілю до  $7932,12\text{--}13318,39$  кДж/г. Це зумовлено значним відносним вмістом SiO<sub>2</sub>, який має найвищі енергетичні показники і відповідно найбільше впливає на їх запаси в ґрунті.



Таблиця 4.6

## Термодинамічні та енергетичні характеристики рендзин та ґрунтотворних порід Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Um, кДж/Г	K <sub>екг</sub>	Gm <sub>298,15</sub> , кДж/Г	K <sub>вег</sub>	Sm <sub>298,15</sub> , кДж/Г × град.	K <sub>е</sub>	u, %	Gm <sub>298,15</sub> /Um, %	u/Um, %
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)										
Hca	0–21	16808,17	2,40	1301,94	1,19	65,44	0,97	3055,87	7,75	18,18
Phca	21– 26	7932,12	1,13	1110,64	1,02	67,60	1,00	5867,61	14,00	73,97
Pca	26–35	6999,22	1,00	1091,12	1,00	67,75	1,00	6143,35	15,59	87,77
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)										
Hca <sub>орн</sub> + Hca <sub>п/орн</sub>	0–27	17355,96	1,70	1313,96	1,14	66,02	0,99	2699,79	7,57	15,56
HPca	27–47	17134,67	1,68	1319,05	1,14	66,02	0,99	2962,79	7,70	17,29
Phca	47–62	13167,45	1,29	1223,28	1,06	67,18	1,00	4103,63	9,29	31,16
Pca	65–75	10220,61	1,00	1155,20	1,00	67,00	1,00	4964,34	11,30	48,57
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР-3 (рілля)										
Hca	0–24	16569,21	2,38	1295,77	1,19	65,12	0,96	3307,47	7,82	19,96

Закінчення таблиці 4.6

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	U <sub>m</sub> , кДж/г	K <sub>екг</sub>	G <sub>m298,15</sub> , кДж/г	K <sub>вег</sub>	S <sub>m298,15</sub> , кДж/г × град.	K <sub>e</sub>	u, %	G <sub>m298,15</sub> /U <sub>m</sub> , %	u/U <sub>m</sub> , %
HPca	24–41	14623,47	2,10	1266,40	1,16	65,43	0,97	4219,49	8,66	28,85
Phca	41–58	7991,25	1,15	1112,04	1,02	67,60	1,00	5839,06	13,92	73,07
Pca	58–65	6951,44	1,00	1089,07	1,00	67,75	1,00	6162,38	15,67	88,65
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинах підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)										
Hca <sub>орн</sub> + Hca <sub>п/орн</sub>	0–24	17728,82	2,50	1327,72	1,21	65,72	0,97	2705,24	7,49	15,26
HPca	24–50	14700,15	2,08	1255,69	1,15	65,85	0,97	3849,44	8,54	26,19
Phca	50–70	13318,39	1,88	1226,05	1,12	65,69	0,97	4344,33	9,21	32,62
Pca	70–75	7077,72	1,00	1094,56	1,00	67,69	1,00	6169,66	15,46	87,17

Примітка: U<sub>m</sub> – енергія кристалічної ґратки; K<sub>екг</sub> – коефіцієнт зміни енергії кристалічної ґратки, разів; G<sub>m298,15</sub> – вільна енергія Гіббса; K<sub>вег</sub> – коефіцієнт зміни вільної енергії Гіббса, разів; S<sub>m298,15</sub> – ентропія; K<sub>e</sub> – коефіцієнт зміни ентропії, разів; u – енергія кристалічної ґратки безкремнеземної частини рендзин та ґрунтоутворних порід; G<sub>m298,15</sub>/U<sub>m</sub> – відношення вільної енергії Гіббса до енергії кристалічної ґратки; u/U<sub>m</sub> – відношення безкремнеземної частини енергії кристалічної ґратки до всієї енергії ґратки.

Варіабельність показників вільної енергії Гіббса ( $G_{m298,15}$ ) дещо більша. Так найбільшими показниками закономірно відзначається бура парарендзина (АП-2, переліг) – 1327,82–1226,05 кДж/г, найменшими – рендзина типова сформована на щільних вапнякових породах під лучно степовою рослинністю (ВЦ-4) – 1295,77–1112,04 кДж/г.

Відношення вільної енергії Гіббса до енергії кристалічної ґратки ( $G_m/U_m$ , %) (див.табл. 4.6.) дає підстави стверджувати, що незважаючи на досить низькі показники енергії кристалічної ґратки, досліджувані ґрунти мають досить значну частку вільної енергії Гіббса, яка може перетворитися у роботу. Тобто елементарні ґрунтові процеси, зокрема гумусоутворення, гумусонакопичення, вивітрювання, вилуговування, знекарбоначування будуть розвиватись досить інтенсивно.

Показники ентропії ( $S_{m298,15}$ ), досліджуваних ґрунтів коливаються в дуже вузьких межах – 67,29–67,87 кДж/г  $\times$  град у верхніх генетичних горизонтах та 65,69–67,60 кДж/г  $\times$  град – в нижніх. При цьому, тренд розподілу показників ентропії не завжди корелює з розподілом величин енергії кристалічної ґратки і особливо показниками енергії Гіббса. А. Є. Ферсман досліджуючи закономірності цих показників, зазначає: «... утворення кристалічної ґратки із вільних іонів є процесом зменшення вільної енергії системи, що веде до збільшення її ентропії» [215]. Але при цьому автор стверджує, що така властивість спостерігається лише за умови, якщо брати до уваги систему загалом, тобто суму іонів, які складаються у ґратки і матеріальне середовище, у якому вивільнена енергія розсіюється. Якщо ж систему розуміти виключно як суму іонів, то у разі переходу з іонного газу в кристалічний стан, їхня ентропія (розсіяна енергія) не зростає, а зменшується [97, 215].

Серед особливостей профільного розподілу енергетичних показників слід відзначити вирівнювання їхніх величин між генетичними горизонтами Нса та НРса, розрізу БР-3, що зумовлено антропогенною педотурбацією мінеральної частини ґрунту.

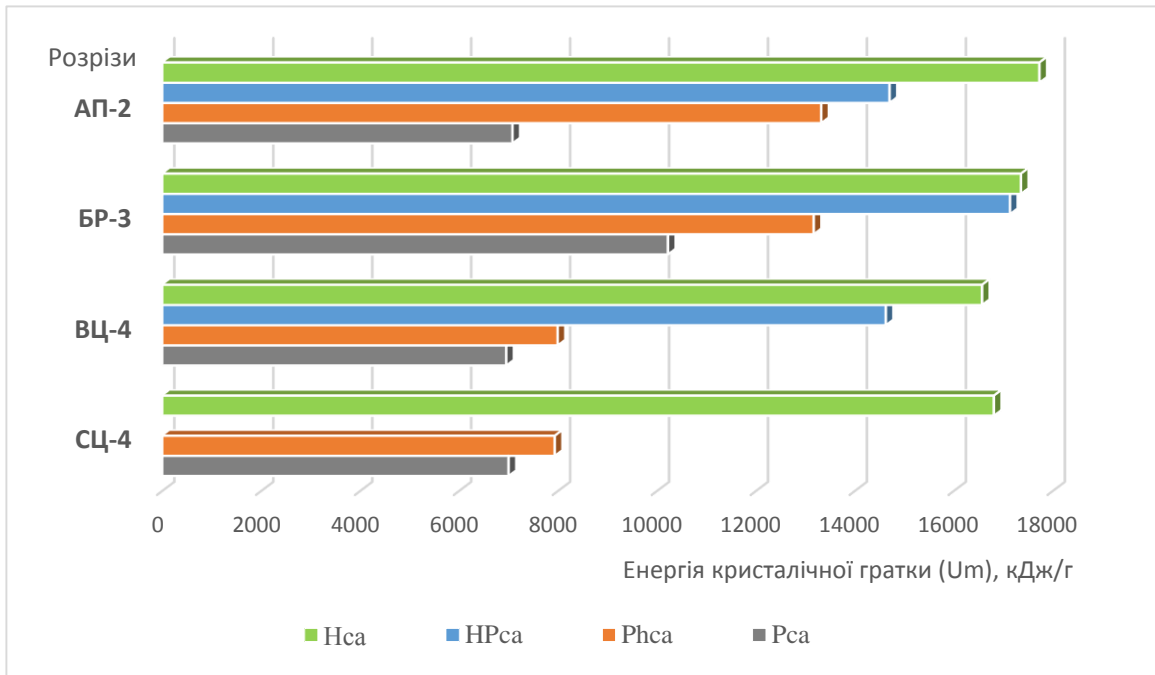


Рис. 4.5. Енергія кристалічної ґратки ( $U_m$ ) рендзин та ґрунтоутворних порід Подільських Товтр

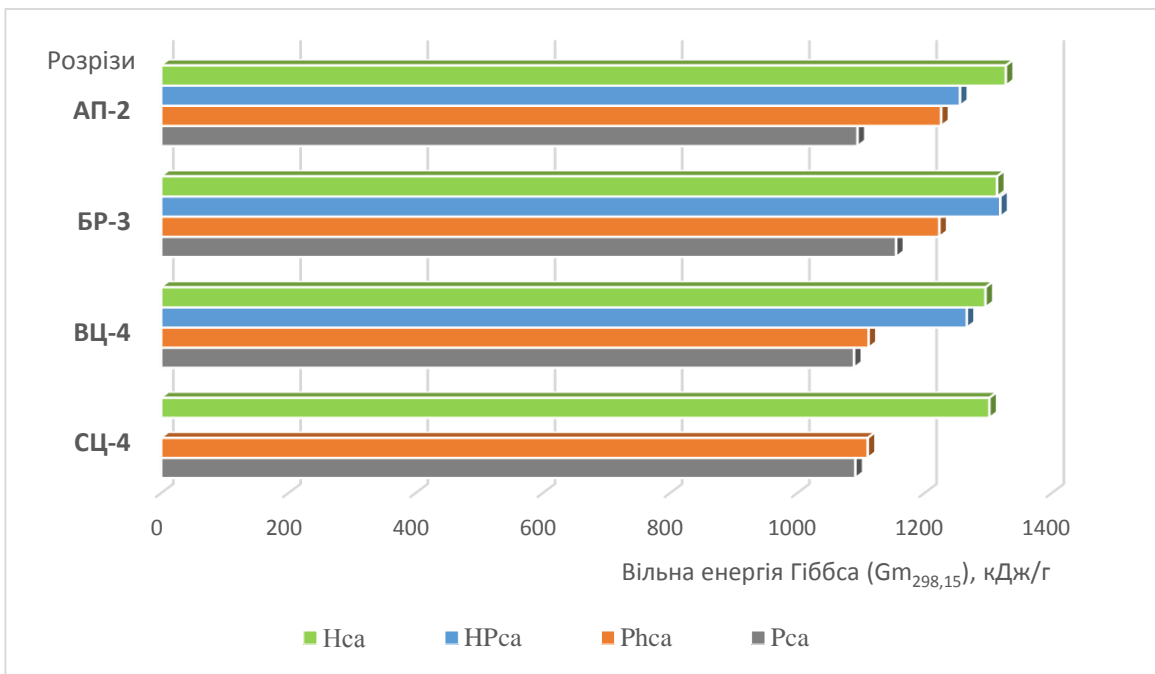


Рис. 4.6. Вільна енергія Гіббса ( $G_{m_{298,15}}$ ) рендзин та ґрунтоутворних порід Подільських Товтр

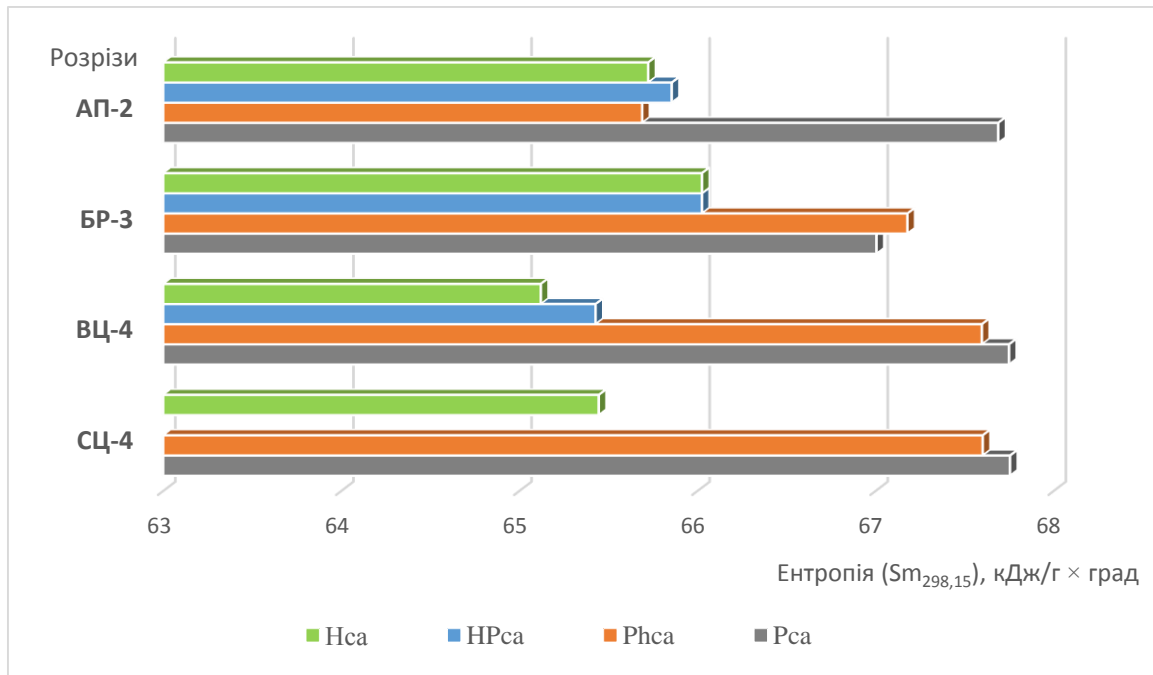


Рис. 4.7. Ентропія ( $S_{m_{298,15}}$ ) рендзин та ґрунтоутворних порід Подільських Товтр

З позиції енергетичного підходу гумус як і мінеральна частина ґрунту є потужним геохімічним акумулятором, який в планетарному масштабі, за твердженнями В. А. Ковди зосереджує близько  $10^{20}$  ккал енергії [107]. Перші методичні розробки з досліджень енергії гумусу обґрунтовані І. В. Тюриним, який на основі кількісного вмісту Карбону та окислювальної здатності гумусу розробив формулу для обчислення запасів його енергії [213]. Пізніше Д. С. Орловим і Л. А. Грішиною [151] було запропоновано спрощену формулу обрахунків:

$$Q = 517,2 \times \Gamma \times H \times d \quad (4.10)$$

де  $Q$  – запаси енергії акумульовані гумусом ґрунту, млн. ккал/га; 517,2 – коефіцієнт переведення у млн. ккал/га;  $\Gamma$  – вміст гумусу, %;  $H$  – потужність горизонту, м;  $d$  – щільність будови ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Застосувавши зазначений метод ми розраховували запаси енергії акумульовані в гумусових горизонтах (табл. 4.7, рис. 4.8).

Таблиця 4.7

## Запаси енергії гумусу рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Потужність горизонту, см	Гумус, %	Щільність будови, г/см <sup>3</sup>	Запаси енергії, мДж/га
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)				
Нса	16	14,01	0,82	3980,27
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)				
Нса	21	13,56	0,81	4994,65
НРса	17	6,32	0,93	2163,66
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-стєпова рослинність)				
Нса	15	13,06	0,83	3520,90
НРса	19	6,43	0,92	2592,58
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)				
Нса	20	4,06	0,82	1441,82
НРса	26	2,90	1,01	1649,05
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР-3 (рілля)				
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	27	4,06	1,15	2729,78
НРса	20	3,01	1,18	1538,22
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)				
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	22	4,18	1,11	1124,73
НРса	20	3,26	1,37	1934,23
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинах підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)				
Нса <sub>орн</sub> + Нса <sub>п/орн</sub>	24	2,58	1,38	1850,34
НРса	26	1,73	1,28	1246,72

Отримані показники засвідчують, що для досліджуваних рендзин характерна значна варіабельність енергії гумусу, зумовлена насамперед різним його вмістом. Так, найбільшими запасами енергії в гумусі (2347–2488 мДж/га в 10-ти сантиметрах гумусового горизонту Нса) характеризуються рендзини типові, що формуються на щільних вапняках вершин товтр. Найменшими запасами – бурі парарендзини схилів товтр (742,13 мДж/га в 10-ти сантиметрах гумусового горизонту Нса)

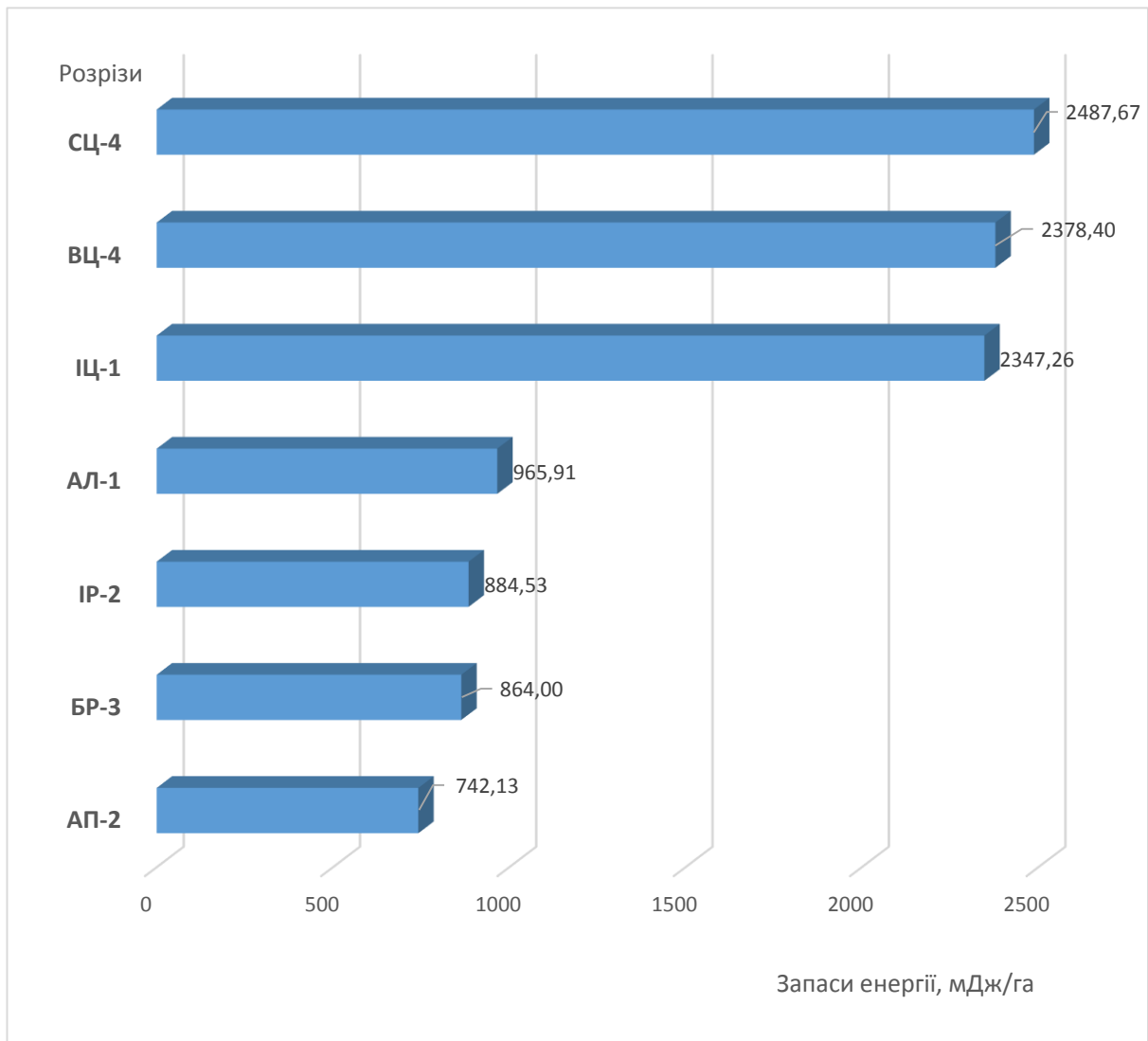


Рис. 4.8. Запаси енергії гумусу рендзин Подільських Товтр (в 10-ти см верхнього генетичного горизонту, Нса)

Важливу роль для активного накопичення енергії в гумусі відіграє інтенсивність дернового процесу та видовий склад рослин, що беруть участь в

грунтотворному процесі. Зокрема, В. Р. Волобуєв у своїх працях [19] зазначав, що трав'яниста рослинність зумовлює накопичення в декілька разів більше енергії гумусу, ніж лісова, а «м'які» морфологічні частини рослин (листя і стебла трав, листя кущів і дерев), відповідно привносять в ґрунт більше енергії, ніж «тверді» (гілки, корені, стовбури).

Загалом, дослідження енергетики ґрунтів – надзвичайно актуальний напрям, що в перспективі допоможе у вирішенні багатьох проблем генетичного ґрунтознавства. Проте на сьогодні він потребує розробки нових фундаментальних теоретичних та методологічних підходів, оскільки існуючі засади мають низку недоліків, як теоретичного, так і методологічного характеру, що значно обмежує можливості практичних досліджень.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Особливістю валового хімічного складу ґрунтотворних порід Подільських Товтр є високий вміст оксидів Кальцію ( $\text{CaO}$ ), Силіцію ( $\text{SiO}_2$ ) і підвищений вміст оксидів Алюмінію ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) та Феруму ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Сумарний їхній вміст коливається у вузьких межах 86,29–95,09%, що опосередковано свідчить про значну хімічну однорідність материнської породи.

2. В ґрунтовій товщі рендзин порівняно із ґрунтотворною породою виявлено відносно накопичення  $\text{SiO}_2$ , що зумовлено інертністю Силіцію до процесів фізичного та хімічного вивітрювання, тоді як оксиди Кальцію та інших лужноземельних елементів, активно виносяться з генетичних горизонтів внаслідок інтенсивного вилуговування та декарбонатизації.

3. Найінтенсивніше процеси розчинення та вилуговування розвиваються в бурих парарендзинах схилів товтр, які сформувались під лісовою рослинністю. Показники елювіальних процесів сягають тут максимальних значень.

4. Встановлено, що абсолютні величини показників фактора вилуговування знижуються до поверхні ґрунту, що свідчить про



інтенсифікацію внутрішньогрунтового вивітрювання у верхніх частинах генетичного профілю рендзин.

5. Характерною особливістю рендзин та ґрунтотворних порід є високі запаси енергії кристалічної ґратки ( $U_m = 6951,44\text{--}17728,82$  кДж/г) та вільної енергії Гіббса ( $G_{m_{298,15}} = 1089,07\text{--}1327,72$  кДж/г), а також слабо мінливі значення ентропії ( $S_{m_{298,15}} = 65,12\text{--}67,75$  кДж/г  $\times$  град).

6. Виявлено відсутність істотної залежності величин енергетичних показників досліджуваних рендзин від типу ґрунтотворних порід. Водночас важливим чинником є вміст і кількісне співвідношення між  $\text{SiO}_2$  та  $\text{CaO}$ .

## РОЗДІЛ 5

# ГРУНТОТВОРНІ ТА ПРОФІЛЕФОРМУЮЧІ ПРОЦЕСИ І ВЛАСТИВОСТІ

### 5.1. Фізико-хімічні процеси та властивості

#### *5.1.1. Карбонатність та процеси формування карбонатного профілю*

Наявність карбонатних ґрунотворних порід є специфічним фактором у формуванні та розвитку ґрунтів, який зумовлює особливі умови ґрунотворного процесу та надає цим ґрунтам своєрідних властивостей. Як ми вже зазначали, в світовому ґрунтознавстві, серед ґрунтів, які сформувалися на карбонатних породах виділяють дві основні групи: рендзини – ґрунти сформовані на елювії щільних карбонатних порід (вапняків, мергелів, крейди та ін.), та парарендзини – ґрунти сформовані на пухких карбонатних породах (карбонатні суглинки, глини, карбонатна морена та ін.) [177, 245, 253, 254].

Процес їхнього педогенезу істотно відрізняється, що зумовлено значною варіабельністю щільності будови і мінералогічного складу порід, особливостями літолого-біокліматичних та геоморфологічних умов і часом ґрунотворення. Розвиток більшості процесів та властивостей у ґрунтового профілі визначається впливом  $\text{CaCO}_3$ , величина та інтенсивність якого залежать від кількості карбонатних включень, характеру карбонатних порід, складу нерозчинних домішок та особливостей процесів вилуговування і внутрішньоґрунтового вивітрювання. Сам ґрунтовий профіль накладається на профіль кори вивітрювання, під яким А. П. Нікітіна розуміє сукупність зон вивітрювання, що розвиваються під впливом процесів фізичної дезінтеграції, гідратації, вилуговування, окиснення і гідролізу [145].

Є. І. Гагаріна, для карбонатних ґрунотворних порід виокремлює три зони: тріщинувату, уламкову і дисперсну. Найчастіше спостерігається поєднання тріщинуватої та уламкової зон, тоді як дисперсна є «заповнювачем»

вільного простору [28]. Під впливом ґрунотворення ці зони трансформуються в генетичні ґрунтові горизонти, причому процеси вивітрювання і ґрунотворення відбуваються одночасно. Єдина на початкових етапах товща, у процесі гіпергенезу розділяється на два утворення: ґрунт і кору вивітрювання (здебільшого елювій породи) [47].

Домінуючим процесом вивітрювання карбонатних порід є хімічне розчинення, в ході якого карбонати перетворюються в бікарбонати і в разі промивного водного режиму, виносяться з ґрунту (процес декарбонатизації). Цей процес супроводжується фізичним вивітрюванням, яке передбачає подрібнення щільних порід на дрібніші уламки [91]. Розчинення карбонатних порід зумовлює накопичення в ґрунтовому профілі нерозчинного залишку, інтенсивність якого залежить від складу карбонатних порід, швидкості фільтрації водних розчинів, їх агресивності та концентрації руйнуючих речовин. Найінтенсивніше таке накопичення відбувається у кислому середовищі, за невисокої швидкості інфільтрації розчинів та при підвищеній концентрації  $\text{CO}_2$  [91].

Результати досліджень Є. І. Гагаріної свідчать, що в процесі вивітрювання вапняків відбувається руйнування структурних зв'язків за рахунок розчинення у першу чергу кристалічної карбонатної речовини, яка знаходиться між кристалами карбонатів. Це полегшує доступ агресивних розчинів до карбонатів і прискорює їх розчинення, що в свою чергу зумовлює зростання шпаруватості порід, зменшує їх щільність та підвищує шорсткість поверхні [29–31].

Інтенсивність процесів розчинення вапнякових порід, значною мірою залежить від рН середовища, і в разі вивітрювання одних і тих самих порід у різних середовищах формуються різні кінцеві продукти. Зокрема, в нейтральних умовах розчинення карбонатів значно сповільнюється і тривалий час спостерігається лише початкова стадія формування продуктів вивітрювання. Швидкість перетворення карбонатних порід залежить від їх структурно-текстурних особливостей, й посилюється при зменшенні розміру

частинок з яких складається порода, а також при наявності мікро- і криптокристалічної кальцитової маси в міжзерновому просторі та зростанні частки цементацийних зв'язків [28, 119]. Зазначимо, що карбонатні частки є найменш стійкими компонентами і являють собою своєрідний мікрогеохімічний бар'єр, на якому осаджуються принесенні ґрунтовими розчинами речовини, що зумовлює оглинювання і озалізнення цих карбонатних частинок [28].

В результаті розчинення карбонатні породи змінюють свій зовнішній вигляд: змінюють колір (проявляється буре забарвлення), зменшується об'єм, збільшується шпаруватість. Відповідно змінюється також і їхній хімічний та мінералогічний склад [97].

Подільські Товтри за своїм петрографо-мінералогічним складом – утворення високого рівня однорідності. Головне пасмо майже повністю сформоване із залишків морських водоростей (літотамній), а бічні товтри складені переважно залишками організмів мілководної морської фауни – серпул, моховаток, пелеципод тощо. Вміст карбонатів кальцію у цих породах змінюється у доволі широких межах. Найвищою часткою  $\text{CaCO}_3$  характеризуються літотамнієві вапняки, де його вміст сягає значень до 90--93%. Дещо меншим вмістом  $\text{CaCO}_3$  відзначаються ґрунтоутворюючі породи, представлені серпуло-моховатковими вапняками, де його значення становлять 50–57%. Вміст  $\text{CaCO}_3$  у суглинках, які перекривають щільні вапнякові породи на схилах товтр, є ще нижчим – 42–53%, і залежить здебільшого від вторинних процесів накопичення  $\text{CaCO}_3$  – елювіально-делювіальних процесів та внутрішньоґрунтового вивітрювання і вилуговування.

Зазначимо, що формування рендзин на вищеназваних ґрунтоутворюючих породах має ряд особливостей, які відображаються у ґрунтовому профілі. Зокрема, і літотамнієві і серпуло-моховаткові вапняки є надзвичайно міцними та стійкими до процесів гіпергенезу, що власне і забезпечило збереження цих споруд протягом кількох мільйонів років. Відповідно це зумовлює й особливі умови ґрунтоутворного процесу.

Зокрема у щільних кристалізованих літотамнієвих вапняках головного пасма карбонатна маса слабо пропускає вологу, а основний процес вивітрювання відбувається через поверхневу корозію. На поверхні вапняків з'являється тонка знекарбоната плівка, в межах якої силікатні сполуки знаходяться у вільному стані. Під впливом денудаційних процесів залишки силікатів разом із розчиненими карбонатами транспортуються на нижчі гіпсометричні рівні, що зумовлює постійне «омолодження» вершинних поверхонь. Це призводить до формування на них малопотужних, з повільним онтогенезом рендзин, тоді як на схилах значний вміст глинистих компонентів зумовлює швидку еволюцію в буроземному напрямі. В мікропониженнях та на вирівняних вершинних ділянках, посилення процесів гіпергенезу зумовлює накопичення сильно звітреного елювію літотамнієвих та серпуломоховаткових вапняків сірувато-білого забарвлення (10YR 8/1).

Характерною рисою рендзин, є наявність у профілі елювію вихідної ґрунотворної породи у вигляді уламків різної форми та розміру, а також тонкодисперсного карбонатного матеріалу, який у дрібноземі морфологічно не виражений [21]. У процесі вивітрювання уламків карбонатних порід у ґрунті відбувається розчинення і вилуговування із них карбонатів, причому головна їх маса виноситься за межі ґрунтового профілю і, частково відкладається на певних глибинах у тріщинах і порожнинах породи у вигляді кольматаційних утворень [28, 97]. Тому для рендзин характерними є карбонати тільки у формі залишкових утворень, а їхню акумуляцію у ґрунтовому профілі слід розглядати як інтразональне явище [150].

Значний вміст карбонатів у межах всього профілю визначає формування багатьох властивостей ґрунтів: щільності будови, шпаруватості, зв'язності, якісного складу гумусу, концентрації ґрунтового розчину, тощо. Помірний вміст  $\text{CaCO}_3$  сприяє утворенню добре вираженої структури, забезпечує стійку буферність, зумовлює близьку до нейтральної (або слаболужної) реакцію ґрунтового розчину. Високий рівень накопичення карбонатів, як правило погіршує фізичні та фізико-хімічні властивості ґрунтів [97, 152].

З метою вивчення особливостей будови генетичних профілів рендзин, які пов'язані з наявністю у них різних форм карбонатів та виявлення можливих змін у характері розподілу і формах їхнього прояву у різних літолого-біокліматичних умовах території досліджень, а також під впливом інтенсивного освоєння, проведено детальні макроморфологічні дослідження та визначення вмісту і запасів карбонатів кальцію. Отримані результати аналітичних досліджень наведені у табл. 5.1 і зображені на рис. 5.1.

Таблиця 5.1

## Вміст і запаси карбонатів у рендзинах Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина, см	Карбонатність <sup>1</sup> , %	Щільність будови <sup>2</sup> , г/см <sup>3</sup>	Запаси карбонатів <sup>3</sup> , т/га	S <sub>ca</sub> <sup>4</sup>
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	6–21	4,45	0,81	36,05	11,80
Phca	21–26	43,68	–	–	
Pca	26–35	52,53	–	–	
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	3–24	10,75	0,81	87,08	5,23
HPca	24–41	28,34	0,93	263,56	
Phca	41–58	52,09	–	–	
Pca	58–65	56,26	–	–	
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	3–18	2,08	0,83	17,26	45,08
HPca	18–37	19,17	0,98	187,87	
Phca	37–55	53,34	–	–	
Pca	55–65	93,76	–	–	
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)					
Нса	3–22	0,42	0,82	3,44	170,67
HPca	22–48	12,50	1,01	126,25	
Phca	48–66	66,26	–	–	
Pca	66–71	71,68	–	–	
Рендзина типова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків, МД «Вербка», розріз ВЛ-5 (ліс)					
Нса	3–31	0,80	0,87	6,96	79,7

Генетичні горизонти	Глибина, см	Карбонатність <sup>1</sup> , %	Щільність будови <sup>2</sup> , г/см <sup>3</sup>	Запаси карбонатів <sup>3</sup> , т/га	S <sub>ca</sub> <sup>4</sup>
НРса	31–44	8,97	1,12	100,46	
Phca	44–59	56,68	–	–	
Рса	59–69	63,76	–	–	
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)					
Нса <sub>орн</sub>	0–14	10,01	0,95	95,10	5,75
Нса <sub>п/орн</sub>	14–27	10,42	1,34	139,63	
НРса	27–47	18,38	1,18	216,88	
НРса	47–62	27,50	–	–	
Phca	62–69	50,86	–	–	
Рса	69–74	57,51	–	–	
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)					
Нса <sub>орн</sub>	0–10	1,67	0,92	15,36	53,65
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	8,75	1,34	117,25	
НРса	22–42	61,68	1,37	845,02	
Рса	42–55	89,60	–	–	
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)					
Нса <sub>орн</sub>	0–10	2,92	1,26	36,79	18,19
Нса <sub>п/орн</sub>	10–24	4,58	1,49	68,24	
НРса	24–50	33,34	1,28	426,75	
Phca	50–60	35,84	–	–	
Рса	60–70	53,12	–	–	
Парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Скалат», розріз СЦ-3 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	2–16	3,33	0,88	29,30	12,77
НРса	16–32	4,17	1,06	44,20	
Phca	32–61	27,09	–	–	
Рса	61–81	42,51	–	–	

Примітка: 1 – середні значення вмісту CaCO<sub>3</sub>, % (n = 5); 2 – середні значення щільності будови, г/см<sup>3</sup> (n = 5); 3 – запаси карбонатів у т/га розраховували на потужність 10 см; 4 – S<sub>ca</sub> – коефіцієнт диференціації профілю за вмістом карбонатів (Phca/Нса).

Карбонати рендзин Подільських Товтр представлені переважно у вигляді уламків вихідних ґрунтоутворних порід, різного розміру та форми, а

також як аморфні твердофазні грубо- і тонкодисперсні продукти вивітрювання у вигляді борошністої і порошкоподібної карбонатної присипки. На схилах товтр (здебільшого в бурих рендзинах та парарендзинах) властиве накопичення вторинних карбонатів у вигляді міцелію та прожилків, що зумовлено вертикальним та бічними міграційним потоками розчинених форм  $\text{CaCO}_3$ . Найчастіше вони зустрічаються вздовж ґрунтових тріщин, червоточин, а також навколо великих уламків елювію ґрунотворної породи.

У профілі досліджуваних ґрунтів вміст карбонатів закономірно зростає з глибиною, формуючи декілька горизонтів накопичення, які ми аналогічно із дослідженнями А. А. Кирильчука [95, 97–99, 101], розділяємо на карбонатні смуги:

- перша смуга – від поверхні ґрунту і до глибини 21–27 см (наближено відповідає межах горизонту Нса), в якій наявна незначна кількість уламків літотамнієвих та серпуло-моховаткових вапняків, 80–90% з яких мають діаметр менше 5 см. Карбонатні включення зазнають значного вивітрювання і механічного руйнування (в агрорендзинах), про що свідчить видозмінена, без чітко виражених гострих кутів форма та утворення на їх поверхні звітреного шару. Окрім того припускаємо наявність залишкових карбонатних новоутворень у морфологічно невираженій формі, про які свідчить бурхливе і суцільне закипання від 10% розчину  $\text{HCl}$  усієї маси дрібнозему.

Смуга характеризується переважно пониженим вмістом  $\text{CaCO}_3$  і значною його варіабельністю (0,42–10,75%), що вказує на тенденцію розвитку процесів розчинення і вилуговування карбонатів, які найбільш інтенсивно проявляються під лісовою рослинністю, де закипання у верхньому горизонті Нса зазвичай спостерігається лише навколо уламків вапнякових порід. Водночас, деяке збільшення вмісту уламків вапняків у цій смузі спостерігається в агрорендзинах, що зумовлено підняттям карбонатного матеріалу з нижніх горизонтів, внаслідок механічної педотурбації під час оранки.



- друга смуга – на глибині від 21–27 до 37–50 см (приблизно охоплює горизонт НРса). Відзначається значно більшим вмістом уламків вапняків із високою градацією їхнього розміру: від кількох міліметрів до 10 см і більше. На вершинах головного пасма часто зустрічаються брили розміром понад 20 см.

Характерною особливістю цієї смуги є утворення навколо уламків вапняків «насиченого ореолу» у вигляді аморфної грубодисперсної карбонатної маси білувато-сірого або білувато-бурого забарвлення завтовшки близько 3–4 мм, що за дослідженнями Є. М. Самойлової та А. А. Кирильчука є наслідком інтенсифікації процесу розчинення і вилуговування карбонатів під впливом сприятливіших гідротермічних умов та фракції ФК-1а, вміст якої у межах смуги помітно зростає [97, 196]. Поряд із карбонатними включеннями спостерігається наявність морфологічно вираженого в дрібноземі грубодисперсного карбонатного матеріалу, про що свідчить білуватий відтінок дрібнозему. Вміст  $\text{CaCO}_3$  в цій смугі сягає значень 8,97–33,34%.

- третя смуга виділяється на глибині від 37–50 см і нижче, до ґрунотворної породи, що здебільшого відповідає генетичному горизонту Рhса. Характеризується наявністю грубоуламкового карбонатного матеріалу (розмір уламків досягає 5–10 см) простір між яким заповнений аморфними продуктами вивітрювання ґрунотворної породи та затіками гумусу неоднорідного сірувато-білого забарвлення (іноді з буруватим відтінком). Вміст  $\text{CaCO}_3$  дещо менший, ніж у породі, але найвищий в межах дрібноземної частини ґрунтового профілю і становить від 27 до 66% (рис. 5.1). В рендзинах, які знаходяться на пізніших стадіях онтогенезу елювій вапняків є сильно звітраним, з майже однорідною глинисто-гумусовою масою, без грубоуламкових часток.

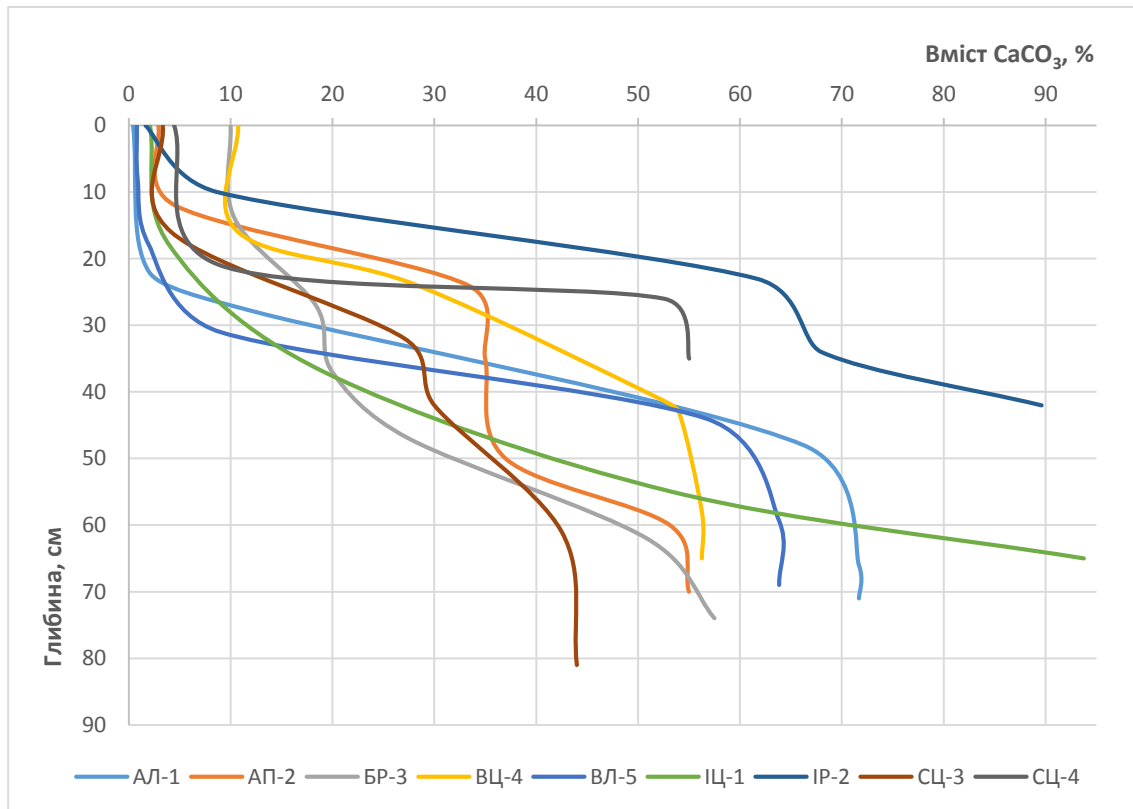


Рис. 5.1. Профільний розподіл карбонатів у рендзинах Подільських Товтр

Особливістю профільного розподілу вмісту карбонатів у рендзинах є поступове його зростання у верхній частині ґрунтового профілю та стрімке в середній та нижній частинах. За класифікацією Б. Г. Розанова [193] досліджувані ґрунти характеризуються регресивно-елювіальним типом профільного розподілу вмісту карбонатів з наближенням у деяких ґрунтах до рівномірно-елювіального.

Зазначимо, що морфологічно виражена диференціація видимих карбонатних новоутворень і включень у ґрунтовому профілі рендзин поєднується з поступовим зростанням їх вмісту вниз по профілю. За цією ознакою рендзини відносяться до різкодиференційованих ( $S_{ca} > 1,76$ ), (див. табл. 5.1).

Для комплексної оцінки варіабельності карбонатності у рендзинах необхідно враховувати те, що щільність будови у генетичних горизонтах є різною, тому дані вмісту карбонатів перераховували у їх запаси (т/га) для

верхнього гумусового (Нса) та верхнього перехідного (НРса) генетичних ґрунтових горизонтів однакової потужності 10 см (рис. 5.2).

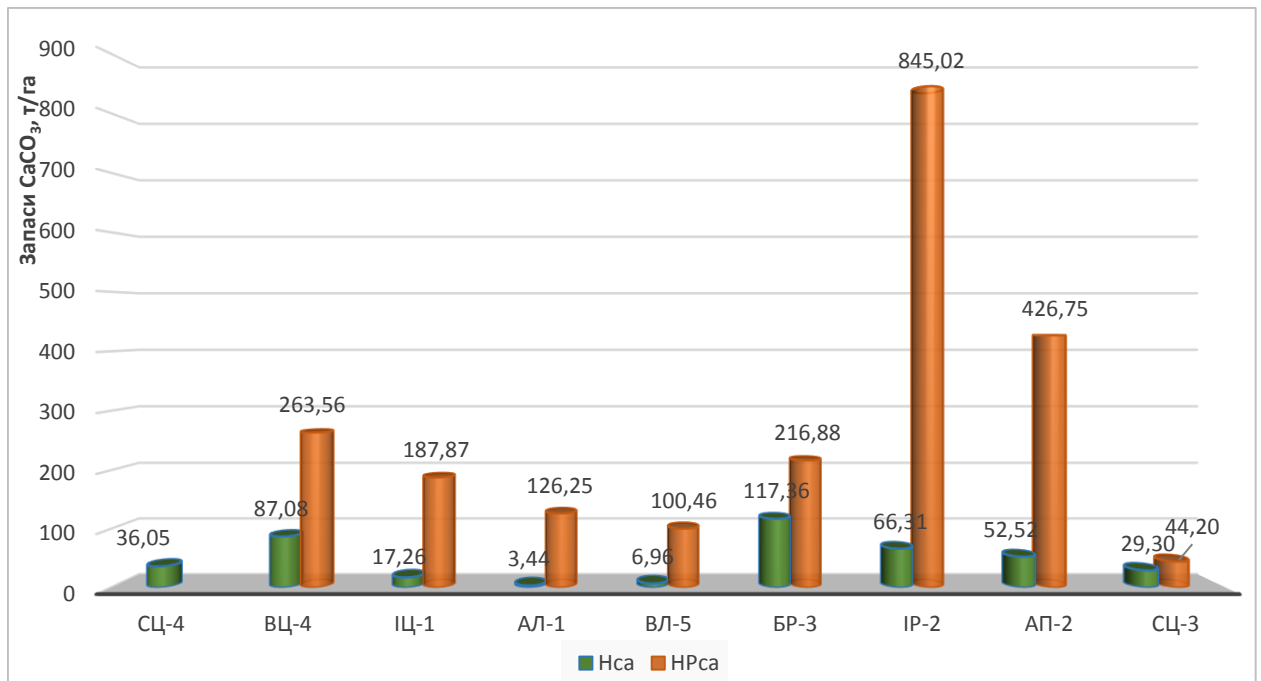


Рис. 5.2. Запаси карбонатів у рендзинах Подільських Товтр

Проаналізувавши та порівнявши показники вмісту і запасів карбонатів у рендзинах Подільських Товтр ми відзначили наступні особливості:

- найбільшим вмістом і запасами карбонатів у горизонті Нса характеризуються агрорендзини (розрізи БР-3, ІР-2) та рендзини типові на схилах товтр (розріз ВЦ-4), що зумовлено підняттям карбонатного матеріалу з нижніх горизонтів внаслідок механічної педотурбації, та елювіально-делювіальними процесами на схилах;

- найменшими запасами карбонатів у горизонті Нса характеризуються рендзини які знаходяться під лісовою рослинністю (розрізи АЛ-1, ВЛ-5), що зумовлено інтенсивними процесами вилюговування;

- у перехідному горизонті НРса запаси карбонатів значно зростають, сягаючи найбільших значень в малопотужних рендзинах вершин товтр.

Отже, одними із найголовніших процесів, що зумовлюють диференціацію карбонатного профілю рендзин Подільських Товтр є процеси

розчинення та вилуговування карбонатів, які найбільш інтенсивно проявляються під лісовою рослинністю, а також механічне подрібнення і руйнування залишкових карбонатних включень у процесі обробітку ґрунту.

### *5.1.2. Кисотно-основні властивості та процеси їх формування*

Діагностика кислотно-основних властивостей рендзин має важливе значення для розуміння та обґрунтування багатьох процесів, які відбуваються на різних стадіях їхнього еволюційно-генетичного розвитку. Реакція ґрунтового розчину залежить від багатьох факторів (мінералогічного складу ґрунтів, режиму зволоження, типу рослинності, життєдіяльності організмів, антропогенного впливу тощо) і є надзвичайно динамічною характеристикою [97, 177].

Основним показником кислотно-основних властивостей рендзин є значення рН, яке виражає концентрацію іонів Гідрогену в ґрунтовому розчині, характеризуючи таким чином його кислотно-лужний баланс. При цьому надзвичайно важливим є той факт, що кислотність і лужність тією чи іншою мірою зумовлюють формування багатьох інших властивостей ґрунтів – ємність та склад обмінних катіонів, ферментативну активність ґрунтів, їхні фізичні властивості тощо [22, 97].

Як засвідчують результати досліджень багатьох науковців, на нейтральних ґрунтах з рН 6,8–7,2 отримують найвищі врожаї більшості сільськогосподарських культур. Підвищена та понижена концентрація протонів у ґрунтовому розчині зумовлює різке зниження надходження до рослин елементів живлення у катіонній формі або навіть до їхніх втрат (особливо Калію). Водночас, знижується активність багатьох мікроорганізмів, що сповільнює розкладання органічних решток та вивільнення з них Нітрогену, Фосфору, Сульфуру та більшості мікроелементів [97, 152, 215].

Зазначимо, що одне із найважливіших природних джерел протонів у ґрунтах пов'язане з колообігом Карбону та реакціями дисоціації карбонових

кислот. Окрім того, значна кількість кислотних компонентів утворюється в ґрунті у процесі функціонування ґрунтової біоти. Оскільки відомо, що більша частина вищих рослин, які формують лісові біогеоценози, та значна частка сільськогосподарських культур, у процесі свого росту і розвитку вбирають катіони у більшій кількості, ніж аніони, то відповідно для підтримання електронейтральності в ґрунтовій системі рослини продукують протон, який надходить з кореневими виділеннями в ґрунтову масу, що зумовлює його підкислення [152].

Значення рН ґрунтів надзвичайно мінливе у часі та залежить від зміни температури, вологості, складу катіонів і їхньої концентрації у ґрунтовому розчині, парціального тиску  $\text{CO}_2$  ( $P_{\text{CO}_2}$ ) і його концентрації, наявності та розчинності солей карбонатів й багатьох інших. Зокрема, на величину рН ґрунтового розчину досить відчутно впливає зміщення рівноваги в системі  $\text{CO}_2 - \text{CaCO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ . Суспензія  $\text{CaCO}_3$  в чистій воді має рН 9,6 внаслідок хімічної реакції  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$ . Якщо таку суспензію привести у рівноважний стан з атмосферним повітрям, то рН знижується до 8,4, а при концентрації  $\text{CO}_2$  у ґрунтовому повітрі більше 10%, величина рН рівноважного розчину знижується до 6,7 і менше [97, 152].

Незважаючи на те, що спектр компонентів, які зумовлюють реакцію ґрунтового розчину рендзин має досить складну структуру, головну роль у формуванні та прояві лужності карбонатних ґрунтів відіграють карбонатні іони  $\text{CO}_3^{2-}$  та  $\text{HCO}_3^-$ .

Аналіз наукових праць та результати проведених нами наукових досліджень засвідчують, що однією з найхарактерніших властивостей рендзин Подільських Товтр є слаболужна реакція верхніх горизонтів і середньолужна нижніх (табл. 5.2, рис. 5.3). Це зумовлено тим, що винесення основ постійно компенсується надходженням  $\text{Ca}^{2+}$  із уламків карбонатної породи, які присутні у дрібноземі. Відтак поки всі частинки карбонатної породи повністю не розчинені, у ґрунті зберігається нейтральна або слаболужна реакція, а в ґрунтовому розчині присутній  $\text{CO}_2$  карбонатів [30, 119, 120, 152, 234].

Кислотно-основні властивості рендзин досліджували шляхом потенціометричного визначення величини рН водної витяжки при відношенні ґрунт : вода – 1 : 5.

Таблиця 5.2

Розподіл значень рН та показників карбонатності рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина, см	Карбонатність <sup>1</sup> , %	Значення рН <sub>(H<sub>2</sub>O)</sub> <sup>2</sup>
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)			
Нса	6–21	4,45	7,18
Phca	21–26	43,68	7,70
Рса	26–35	52,53	7,86
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)			
Нса	3–24	10,75	7,46
НРса	24–41	28,34	7,62
Phca	41–58	52,09	7,69
Рса	58–65	56,26	7,70
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-стєпова рослинність)			
Нса	3–18	2,08	7,54
НРса	18–37	19,17	7,62
Phca	37–55	53,34	7,70
Рса	55–65	93,76	7,88
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)			
Нса	3–22	0,42	7,22
НРса	22–48	12,50	7,67
Phca	48–66	66,26	7,69
Рса	66–71	71,68	7,72
Рендзина типова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків, МД «Вербка», розріз ВЛ-5 (ліс)			
Нса	3–31	0,80	7,42
НРса	31–44	8,97	7,53
Phca	44–59	56,68	7,63

Генетичні горизонти	Глибина, см	Карбонатність <sup>1</sup> , %	Значення рН <sub>(H<sub>2</sub>O)</sub> <sup>2</sup>
Рса	59–69	63,76	7,68
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)			
Нса <sub>орн</sub>	0–14	10,01	7,52
Нса <sub>п/орн</sub>	14–27	10,42	7,67
НРса	27–47	18,38	7,68
НРса	47–62	27,50	7,70
Phса	62–69	50,86	7,71
Рса	69–74	57,51	7,71
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)			
Нса <sub>орн</sub>	0–10	1,67	7,50
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	8,75	7,63
НРса	22–42	61,68	7,76
Рса	42–55	89,60	7,85
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)			
Нса <sub>орн</sub>	0–10	2,92	7,56
Нса <sub>п/орн</sub>	10–24	4,58	7,65
НРса	24–50	33,34	7,66
Phса	50–60	35,84	7,68
Рса	60–70	53,12	7,70
Парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Скалат», розріз СЦ-3 (цілина, лучно-степова рослинність)			
Нса	2–16	3,33	7,59
НРса	16–32	4,17	7,63
Phса	32–61	27,09	7,75
Рса	61–81	42,51	7,79

Примітка: 1 – середні значення вмісту СаСО<sub>3</sub>, % (n=5); 2 – середні значення рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> (n=5);

Середні значення рН досліджуваних рендзин, незважаючи на всю їхню динамічність і мінливість мають загальну тенденцію до зростання вниз по профілю до ґрунотворної породи. Найбільші значення рН спостерігаються у ґрунотворній породи. Водночас, у цьому ж напрямі зростають показники

карбонатності. Це свідчить про безпосередню залежність між цими параметрами, що підтверджується величинами коефіцієнтів кореляції, які змінюються від 0,630 до 0,999 та вказують на наявність і тісноту такого зв'язку.

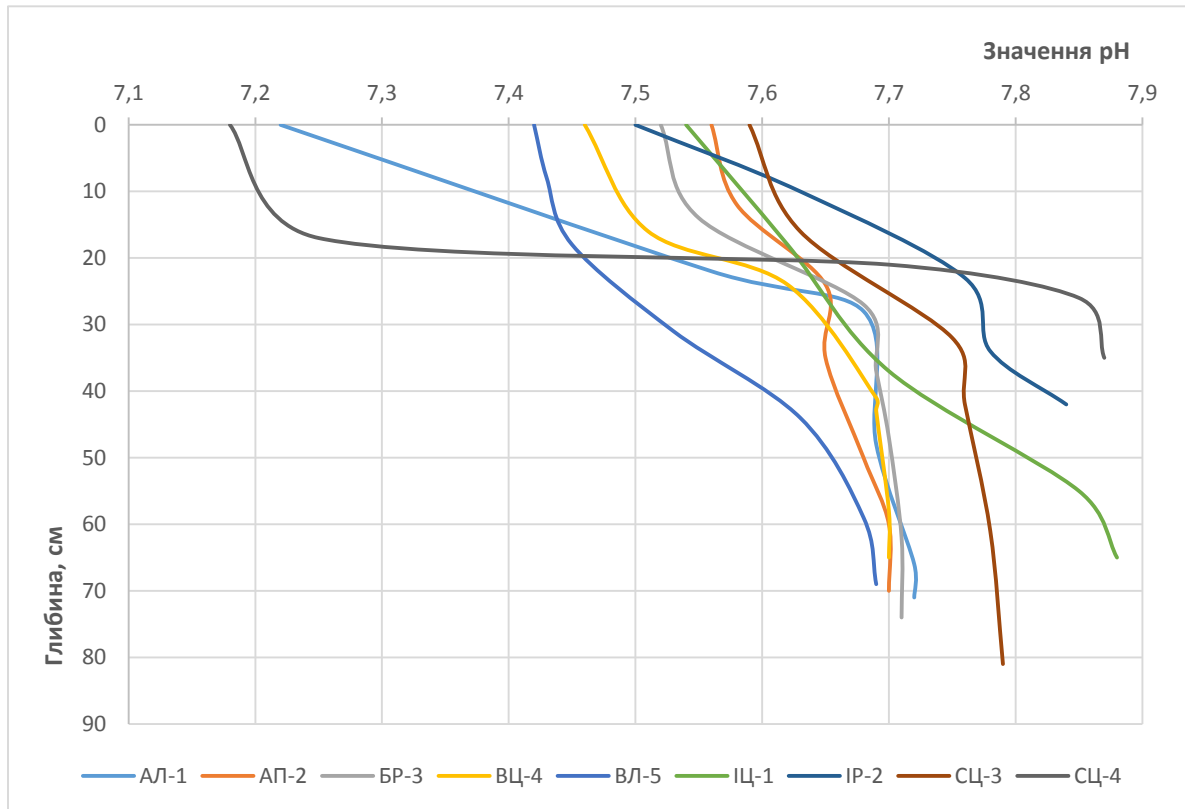


Рис. 5.3. Профільний розподіл значень рН у рендзинах Подільських Товтр

Середні значення рН у верхній частині ґрунтового профілю досліджуваних рендзин, коливається в межах 7,18–7,59, що за шкалою оцінки кислотно-основних властивостей ґрунтів відповідає слаболужній реакції. При цьому спостерігається деяке зменшення рН у рендзинах під лісом, що зумовлено впливом деревної рослинності та інтенсифікацією процесів вилуговування. Вниз по профілю досліджуваних ґрунтів діапазон значень рН звужується і в перехідному гумусованому горизонті Phca становить 7,69–7,88, що відповідає середньолужній реакції ґрунтового середовища.



### *5.1.3. Гумусовий стан та процеси формування гумусового профілю*

Роль ґрунтів у глобальних процесах функціонування природних систем значною мірою визначається особливостями формування різних груп органічної речовини, яка відіграє роль лімітуючого фактора, біопродуктивності екосистем. Від її складу та динаміки оновлення залежать водно-фізичні й морфологічні властивості ґрунтів, їхня протиерозійна стійкість тощо. Головними чинниками, що впливають на вміст органічної речовини є характер рослинних і тваринних решток, особливості їхнього надходження в ґрунтову товщу та процеси трансформації і мінералізації мезофауною та мікроорганізмами [97, 175, 176, 223].

Водночас, як відзначає Е. І. Гагаріна для генези рендзин домінуючим є літологічний чинник, який створює передумови для різної інтенсивності та направленості процесів ґрунтоутворення, зокрема і гумусо-аккумулятивного. Тому для встановлення сутності процесу ґрунтоутворення попередньо вивчають властивості вихідних порід, щоб потім відокремити їх від властивостей набутих у процесі ґрунтоутворення [28, 199].

Утворюючись на карбонатних породах, ґрунт успадковує від них певний вміст органічної речовини, в межах 0,1–0,3% від маси породи. Окрім гумусу в ґрунті накопичується також органічна речовина рослинного і тваринного походження різного ступеня розкладу, ферменти, амінокислоти, феноли та вуглеводи, які не входять до складу гумусу, але їх неможливо від нього відділити [28].

Як ми зазначали, процес гумусонакопичення у рендзинах безпосередньо пов'язаний із вирішальним впливом дернового процесу, особливо на перших стадіях їхнього розвитку. Він характеризується інтенсивним гумусоутворенням та гумусонакопиченням за гуматним і фульватно-гуматним типом, що зумовлено нейтралізацією органічних кислот, внаслідок підвищеного вмісту  $\text{CaCO}_3$ . При цьому ґрунт у верхніх генетичних горизонтах набуває грудкувато-зернистої структури і містить значну кількість азоту та

зольних елементів живлення рослин, що зумовлює сприятливі водно-фізичні та фізико-хімічні властивості рендзин [12, 79].

І. М. Гоголев та А. А. Кирильчук у своїх дослідженнях [52, 97, 102] дотримуються думки, що формування рендзин на початкових стадіях розвитку нерозривно пов'язане із дерновим процесом під лісовою рослинністю. Ми не виключаємо такі твердження, проте аналіз сучасних зарубіжних праць та проведені власні наукові дослідження на території Подільських Товтр, свідчать, що дерновий процес у рендзинах саме Подільських Товтр пов'язаний із лучно-степовою рослинністю, і лише на пізніших стадіях їхнього розвитку домінуючим є лісовий покрив [245, 253, 254].

Однією із генетично обумовлених властивостей рендзин є високий вміст гумусу. Одним із перших цю особливість обґрунтував М. М. Сибірцев, який вказував на ключову роль  $\text{CaCO}_3$  в процесі гумусоутворення рендзин: надлишкова кількість  $\text{CaCO}_3$  та зумовлена його присутністю лужність ґрунтового розчину сповільнюють процеси розкладу органічних речовин. В подальших уточненнях науковців [52, 200] пояснення даного феномену зводилось до наступного:  $\text{CaCO}_3$  сповільнює розкладання свіжих рослинних залишків, підсилює процеси гуміфікації, та сприяє закріпленню прогумусових речовин в ґрунті у стійкій формі, що не допускає їх подальшого розкладу [51]. Особливо важливим доповненням до даних тверджень є результати досліджень І. М. Гоголева, який в своїй праці [52] зазначає, що  $\text{CaCO}_3$  гальмує бактеріальне розкладання первинних гумусових речовин, але не сповільнює грибний, який часто є домінуючим під лісовою рослинністю.

Ф. Дюшофур відзначає принципові відмінності походження та профільного розподілу органічних речовин у рендзинах від подібних ґрунтів (наприклад чорноземів). Особливостями цього типу ґрунтоутворення є поверхнева акумуляція слаборозкладеного детриту та переважне внутрішньопрофільне накопичення гумусу, а зв'язок з мінеральною частиною може здійснюватись як через іони  $\text{Fe}^{3+}$  і  $\text{Al}^{3+}$  так і іони  $\text{Ca}^{2+}$ . Автором також було встановлено, що гумус рендзин окрім значної кількості детриту, має

підвищений вміст фульвокислот, кількість яких нерідко переважає над вмістом гумінових кислот і приблизно рівний вміст бурих та сірих гумінових кислот. Наведені особливості Ф. Дюшофур пов'язує з високим вмістом карбонатів [234].

Отримані результати досліджень вмісту, запасів та профільного розподілу гумусу рендзин Подільських Товтр наведені у таблиці 5.3. та графічно відображені на рисунку 5.4.

Таблиця 5.3

## Вміст і запаси гумусу в рендзинах Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина, см	Вміст гумусу <sup>1</sup> , %	Щільність будови <sup>2</sup> , г/см <sup>3</sup>	Запаси гумусу <sup>3</sup> , т/га
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)				
Нса	6–21	14,01	0,81	113,48
Phca	21–26	10,31	–	–
Pca	26–35	0,08	–	–
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)				
Нса	3–24	14,31	0,81	115,91
НРса	24–41	6,76	0,93	62,87
Phca	41–58	3,59	–	–
Pca	58–65	0,66	–	–
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-степова рослинність)				
Нса	3–18	13,07	0,83	108,48
НРса	18–37	6,43	0,98	63,01
Phca	37–55	2,84	–	–
Pca	55–65	0,22	–	–
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)				
Нса	3–22	4,31	0,82	35,34
НРса	22–48	3,14	1,01	31,71
Phca	48–66	1,12	–	–
Pca	66–71	0,26	–	–
Рендзина типова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків, МД «Вербка», розріз ВЛ-5 (ліс)				
Нса	3–31	3,71	0,87	32,28

Генетичні горизонти	Глибина, см	Вміст гумусу <sup>1</sup> , %	Щільність будови <sup>2</sup> , г/см <sup>3</sup>	Запаси гумусу <sup>3</sup> , т/га
НРса	31–44	2,86	1,12	32,03
Phca	44–59	1,91	–	–
Рса	59–69	0,20	–	–
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)				
Нса <sub>орн</sub>	0–14	4,21	0,95	40,00
Нса <sub>п/орн</sub>	14–27	3,91	1,34	52,39
НРса	27–47	3,03	1,18	35,75
НРса	47–62	2,84	–	–
Phca	62–69	1,33	–	–
Рса	69–74	0,28	–	–
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)				
Нса <sub>орн</sub>	0–10	4,45	0,92	40,94
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	3,91	1,34	52,80
НРса	22–42	1,09	1,37	14,93
Рса	42–55	0,12	–	–
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)				
Нса <sub>орн</sub>	0–10	2,72	1,26	34,27
Нса <sub>п/орн</sub>	10–24	2,43	1,49	36,21
НРса	24–50	1,74	1,28	22,27
Phca	50–60	1,26	–	–
Рса	60–70	0,16	–	–
Парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Скалат», розріз СЦ-3 (цілина, лучно-степова рослинність)				
Нса	2–16	3,01	0,88	26,49
НРса	16–32	2,18	1,06	23,11
Phca	32–61	0,93	–	–
Рса	61–81	0,32	–	–

Примітка: 1 – середні значення гумусу, % (n=5); 2 – середні значення щільності будови, г/см<sup>3</sup> (n=5); 3 – запаси гумусу обчислювали на потужність 10 см.

Аналіз отриманих результатів досліджень, свідчить, що серед рендзин Подільських Товтр за вмістом гумусу, чітко виділяється три групи:

- рендзини сформовані на вершинах товтр на елювії літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків і знаходяться в цілинному стані під лучно-степовою рослинністю. Середні показники вмісту гумусу у верхньому горизонті Нса тут сягають значень 12–15% (у деяких зразках близько 17%) і різко знижуються вниз по профілю, досягаючи мінімальних значень в нижньому перехідному горизонті Phca 2,8–3,5%. Це зумовлено значним впливом карбонатів кальцію, та накопиченням «грубого» гумусу по типу модер. За класифікацією В. А. Ковди та Б. Г. Розанова [177], ці ґрунти належать до дуже високогумусних;

- рендзини, сформовані на тих же породах (але сильно звітрених), які знаходяться на пізніших стадіях розвитку під лісовою рослинністю, а також рендзини, які зазнали деградації внаслідок тривалого сільськогосподарського використання. Середні показники вмісту гумусу у верхньому горизонті Нса тут сягають значень 3,9–4,5% та поступово знижуються вниз по профілю, досягаючи мінімальних значень в нижньому перехідному горизонті Phca 1,12–2,25%. За класифікацією В. А. Ковди та Б. Г. Розанова [177], ці ґрунти належать до середньогумусних;

- бурі рендзини та парарендзини схилів товтр, сформовані на облесованому елювії-делювії літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків та карбонатних полігенетичних суглинках. Середні показники вмісту гумусу у верхньому горизонті Нса тут знаходяться в межах 2,7–3,0% та поступово знижуються вниз по профілю, досягаючи мінімальних значень в нижньому перехідному горизонті Phca 0,3–1,2%. За класифікацією В. А. Ковди та Б. Г. Розанова [177], ці ґрунти належать до низькогумусних.

Таким чином, можемо стверджувати, що внаслідок еволюційно-онтогенетичного розвитку та господарського використання загальний вміст гумусу в рендзинах Подільських Товтр зменшується, що зумовлено низкою трансформаційних процесів органічної частини цих ґрунтів. При цьому, характер розподілу вмісту гумусу у ґрунтовому профілі рендзин типових сформованих на щільних вапнякових породах та їхньому елювії, відповідає

регресивно-аккумулятивному типові, тоді як розподіл вмісту гумусу у бурих рендзинах та парарендзинах характеризується здебільшого рівномірною-аккумулятивним типом, або наближеним до нього (рис. 5.4).

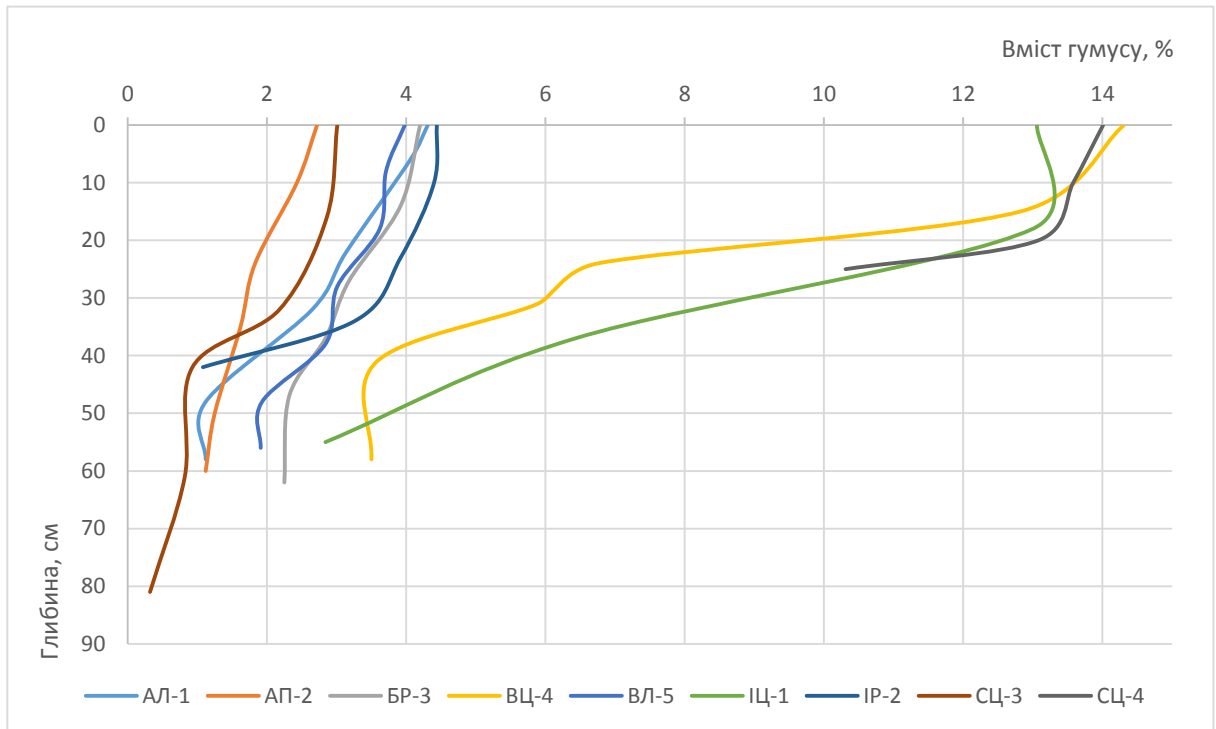


Рис. 5.4. Профільний розподіл вмісту гумусу у рендзинах Подільських Товтр

Зазначимо, що рендзини – ґрунти надзвичайно «чутливі», до господарського впливу. В процесі розорювання порушуються біохімічні зв'язки карбонатів кальцію та органічних елементів, що зумовлює втрату специфічних рис гумусу (зокрема і зникає збагаченість детритом) і рендзини за складом гумусу наближаються до чорноземів.

Найбільшої шкоди для гумусового стану рендзин Подільських Товтр було завдано під час масового освоєння територій (часто малопродатних для ріллі) колгоспами в 50–60 рр. ХХ ст., коли застосовувався агротехнічний прийом, щодо поглиблення орного горизонту до глибини 30 см і більше для ведення буряківництва. Це зумовило підняття малогумусного сильнокарбонатного та сильнощепенуватого дрібнозему з нижніх горизонтів, який в подальшому перемішався із верхнім сильногумусним шаром, та вирівнювання таким чином їхніх показників.

Для комплексної оцінки варіабельності гумусу у досліджуваних ґрунтах, потрібно зважати на той факт, що щільність будови у генетичних горизонтах, як і потужність гумусово-акумулятивного горизонту є різною. Тому нами, обчислено запаси гумусу на визначену потужність гумусово-акумулятивного горизонту 0–20 см (рис. 5.5).

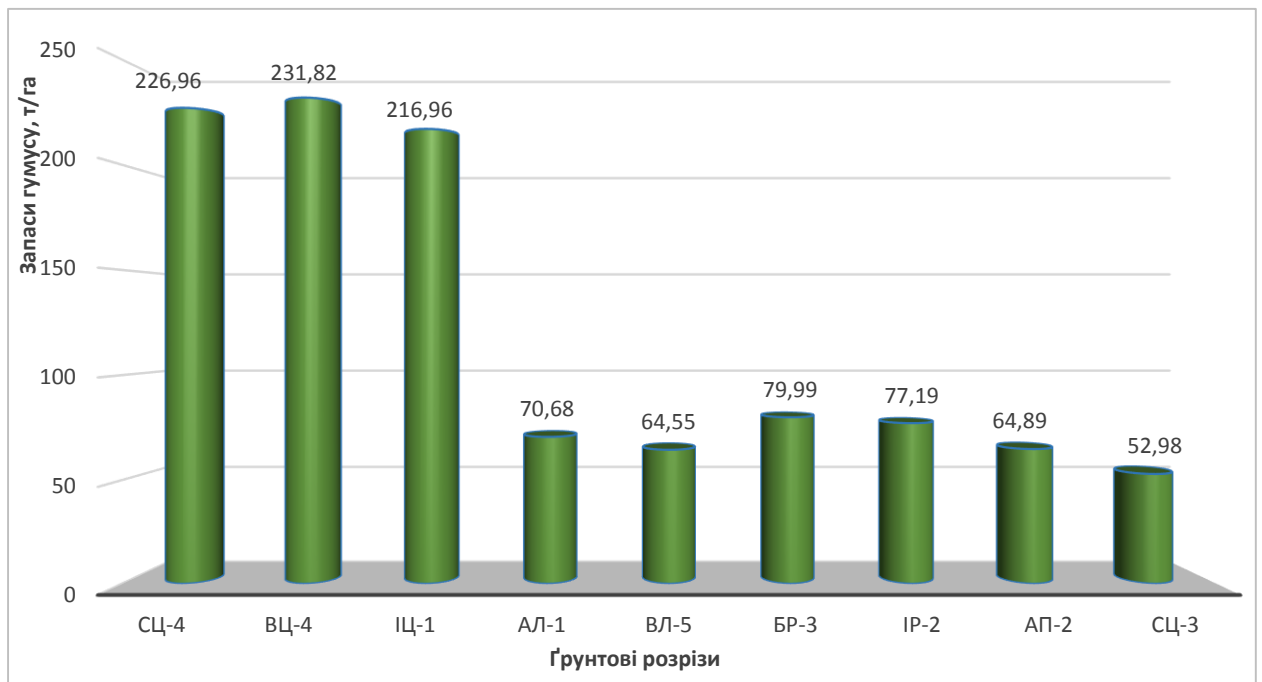


Рис. 5.5. Запаси гумусу у шарі 0–20 см рендзин Подільських Товтр

Згідно отриманих результатів, рендзини типові сформовані на вершинах товтр, які знаходяться в цілинному стані під лучно-степовою рослинністю характеризуються дуже високими запасами гумусу (понад 200 т/га), незважаючи на те, що вони характеризуються надзвичайно низькими показниками щільності будови. Агрорендзини та бурі рендзини схилів товтр, характеризуються низькими запасами вмісту гумусу (50–80 т/га).

Дослідження гумусового стану ґрунтів передбачає і вивчення якісного складу гумусу, що має велике теоретичне та практичне значення. Дослідженнями багатьох науковців встановлено, що природа та властивості гумусових речовин та якісний склад гумусу пов'язані з особливостями генези ґрунтів. Якість гумусу оцінюють за показниками ступеня гуміфікації, результатами фракційного та групового складу, а також природою гумінових

кислот. Груповий склад гумусу характеризує вміст гумінових кислот, фульвокислот і гумінів. Фракційний склад гумусу є функцією кислотності ґрунтів, ступеня мінералізації ґрунтового розчину та мінералогічного складу мулистій фракції ґрунтів [15, 97, 151, 162].

Отримані результати вивчення фракційно-групового складу гумусу рендзин Подільських Товтр (табл. 5.4, рис. 5.6–5.11) свідчать, що для досліджуваних ґрунтів характерні наступні особливості:

- помітне перевищення гумінових кислот (ГК) над фульвокислотами у верхній частині профілю та зростання частки фульвокислот в нижній частині профілю досліджуваних ґрунтів;
- переважання у складі ГК і ФК фракцій зв'язаних з  $\text{Ca}^{2+}$ ;
- незначний вміст у межах всього ґрунтового профілю рендзин найбільш рухомих і агресивних форм фракцій ГК-1 і ФК-1а, ФК-1 (за винятком тих розрізів, у яких спостерігається відсутність фракції ФК-2);
- переважно високий вміст фракції ГК-3, представленої міцно зв'язаними з мінеральною частиною гуміновими кислотами;
- для рендзин, які сформувалися на вершинах товтр під лучно-степовою рослинністю та знаходяться в цілинному стані, характерний надзвичайно високий вміст нерозчинного залишку (гуміну).

У науковій літературі, зазначені особливості пояснюються вирішальним впливом карбонатів кальцію у твердій фазі, які забезпечують постійну концентрацію  $\text{Ca}^{2+}$  у ґрунтовому розчині та зміщують реакцію в бік утворення гуматів кальцію [43, 97, 152, 211, 212]. При цьому розкладання органічних решток і подальша трансформація утворених гумусових речовин лімітується низьким рівнем мікробіологічної активності (особливо у нижніх горизонтах), та зменшенням додатного приросту в балансі органічної речовини досліджуваних ґрунтів при сільськогосподарському використанні.

Про це свідчить і досить низький рівень гуміфікації, особливо у неповнорозвинених рендзинах на щільних літотамнієвих вапняках (розріз СЦ-4), де його показники становлять менше 8% (табл. 5.4).



Таблиця 5.4

## Фракційно-груповий склад гумусу рендзин Подільських Товтр (% від загального органічного С)

Генетичні горизонти	Глибина, см	C <sub>заг</sub> , %	Гумінові кислоти				Фульвокислоти					∑ всіх фракцій	Гумін	C <sub>гк</sub> : C <sub>фк</sub>	Ступінь гуміфікації	ГК1/ФК1+1а	ГК2/ФК2	ГК3/ФК3
			1	2	3	∑	1а	1	2	3	∑							
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)																		
Нса	6–21	8,13	3,29	11,56	9,18	24,03	0,49	1,65	1,75	3,47	7,36	31,39	68,61	3,26	7,54	1,54	6,61	2,65
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)																		
Нса	3–24	8,30	4,07	13,41	5,78	23,26	0,92	1,15	4,73	3,99	10,79	34,05	65,95	2,16	8,18	1,97	2,84	1,45
НРса	24–41	3,92	6,23	20,32	7,46	34,01	3,09	1,79	4,92	3,75	13,55	47,56	52,44	2,51	11,43	1,28	4,13	1,99
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)																		
Нса	3–22	2,50	8,04	17,23	6,11	31,38	3,57	2,98	6,25	4,46	17,26	48,64	51,36	1,82	11,69	1,23	2,76	1,37
НРса	22–48	1,82	9,16	18,62	8,84	36,62	3,25	3,25	9,06	5,84	21,40	58,02	41,98	1,71	13,94	1,41	2,06	1,51
Phca	48–66	0,65	7,15	12,10	5,62	24,87	2,94	3,68	11,76	9,83	28,21	53,08	46,92	0,88	12,76	1,08	1,03	0,57
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)																		
Нса <sub>орн+</sub> Нса <sub>п/орн</sub>	0–27	2,62	5,73	21,37	16,41	43,51	0,38	16,41	–	4,58	21,37	64,88	35,12	2,04	15,59	0,34	–	3,58

Закінчення таблиці 5.4

Генетичні горизонти	Глибина, см	C <sub>заг</sub> , %	Гумінові кислоти				Фульвокислоти					Σ всіх фракцій	Гумін	C <sub>гк</sub> : C <sub>фк</sub>	Ступінь гуміфікації	ГК1/ФК1+1а	ГК2/ФК2	ГК3/ФК3
			1	2	3	Σ	1а	1	2	3	Σ							
HPca	47–62	1,76	6,49	18,92	15,94	41,35	1,62	8,97	5,33	7,21	23,13	64,48	35,52	1,79	15,49	0,61	3,55	2,21
Phca	62–69	0,77	2,37	14,89	17,01	34,27	1,87	9,74	8,31	6,72	26,64	60,91	39,09	1,29	14,64	0,20	1,79	2,53
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)																		
Hca <sub>орн+</sub> Hca <sub>п/орн</sub>	0–24	1,58	8,87	18,52	15,5	42,89	3,42	5,84	12,63	9,18	31,07	73,96	26,04	1,38	17,77	0,96	1,47	1,69
HPca	24–50	1,01	6,15	13,59	11,08	30,82	5,59	7,26	16,03	11,74	40,62	71,44	28,56	0,76	17,17	0,48	0,85	0,94
Phca	50–60	0,73	3,11	8,67	9,56	21,34	2,85	2,08	15,54	18,94	39,41	60,75	39,25	0,54	14,60	0,63	0,56	0,50

Дещо вищий рівень гуміфікації (14,60–17,77%) спостерігається в бурих парarendзинах схилів товтр, які знаходяться на пізніших стадіях онтогенетичного розвитку та тривалий час формувалися під лісовою рослинністю.

Наведені результати цілком узгоджуються з висновками О. М. Геннадієва, І. М. Гоголева та А. А. Кирильчука, які зазначають, що гуміфікація органічної речовини у ґрунтах, які формуються під фітоценозами за участі деревної рослинності є значно виразнішою та інтенсивнішою, ніж гуміфікація у ґрунтах сформованих під лучно-степовою рослинністю [43, 51, 97]. Окрім того, це частково підтверджує формування темнозбарвлених рендзин вершин товтр виключно під трав'янистими фітоценозами.

Агрономічна цінність гумусу значною мірою визначається співвідношенням у ньому гумінових і фульвокислот. При переважаючому синтезі гумінових кислот у ґрунті чітко виражений гумусовий горизонт, що відзначається високим рівнем родючості. Такі ґрунти характеризуються водостійкою структурою, багаті органічними формами Нітрогену та іншими елементами живлення рослин. У разі інтенсивного утворення фульвокислот, ґрунти легко збіднюються лужними катіонами та іншими елементами, характеризуються кислою реакцією середовища, обезструктурюються [171].

Найбільш інформативним показником, за всієї його умовності, є відношення кількості Карбону гумінових кислот до кількості Карбону в складі фульвокислот ( $C_{ГК} : C_{ФК}$ ). Цей показник відображає зрілість ґрунту, він максимальний у ґрунтах із найбільшою біологічною активністю. У землеробстві ґрунти із найбільшою величиною  $C_{ГК} : C_{ФК}$  є найпродуктивнішими, вони найбільш стійкі до ерозії, дефляції, здатні знижувати токсичний вплив забруднюючих речовин [151, 162].

Отримані результати наукових досліджень свідчать, що для рендзин Подільських Товтр характерний гуматний та фульватно-гуматний тип гумусу (табл. 5.4, рис. 5.6–5.10).

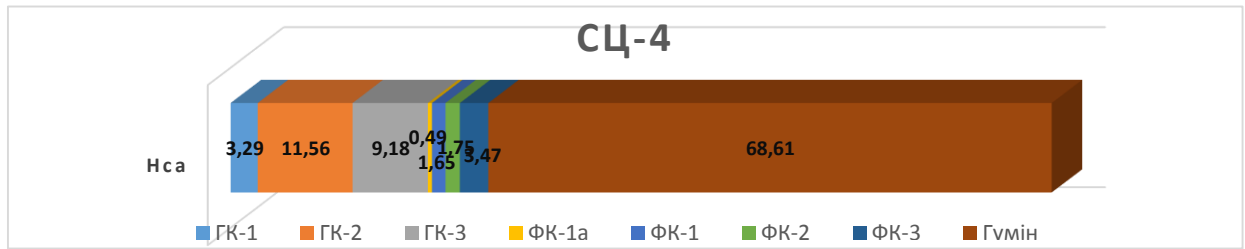


Рис. 5.6. Фракційно-груповий склад гумусу рендзин Подільських Товтр (рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність))

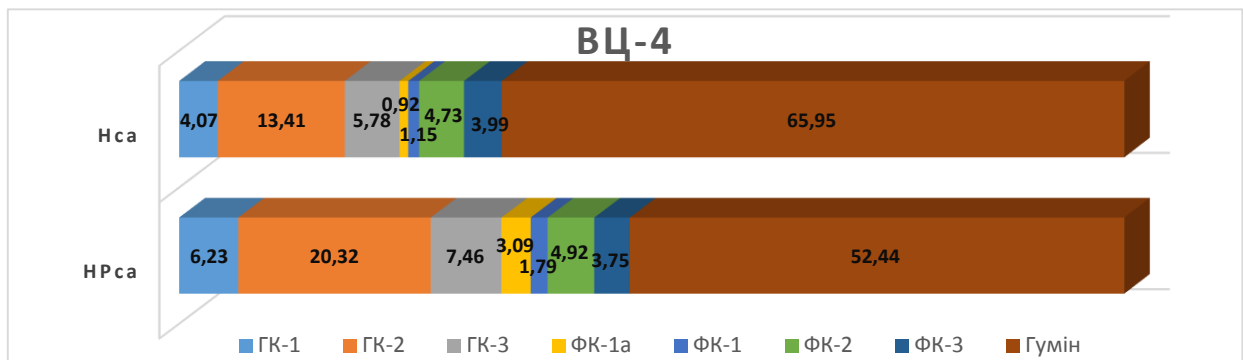


Рис. 5.7. Фракційно-груповий склад гумусу рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність))

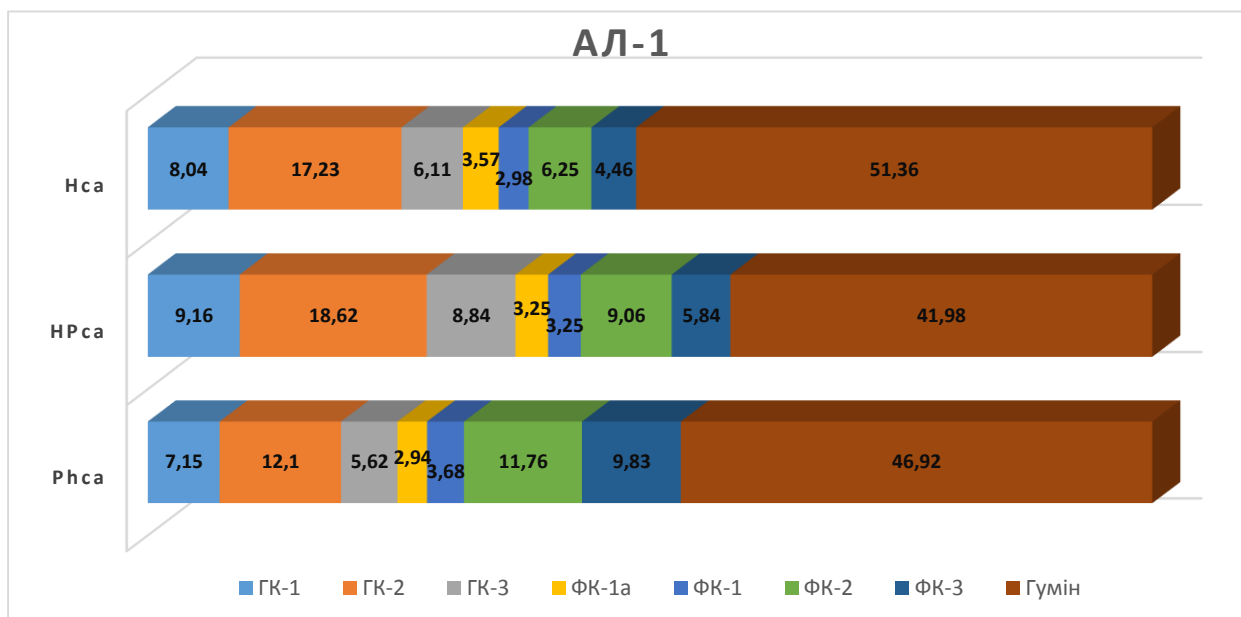


Рис. 5.8. Фракційно-груповий склад гумусу рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс))

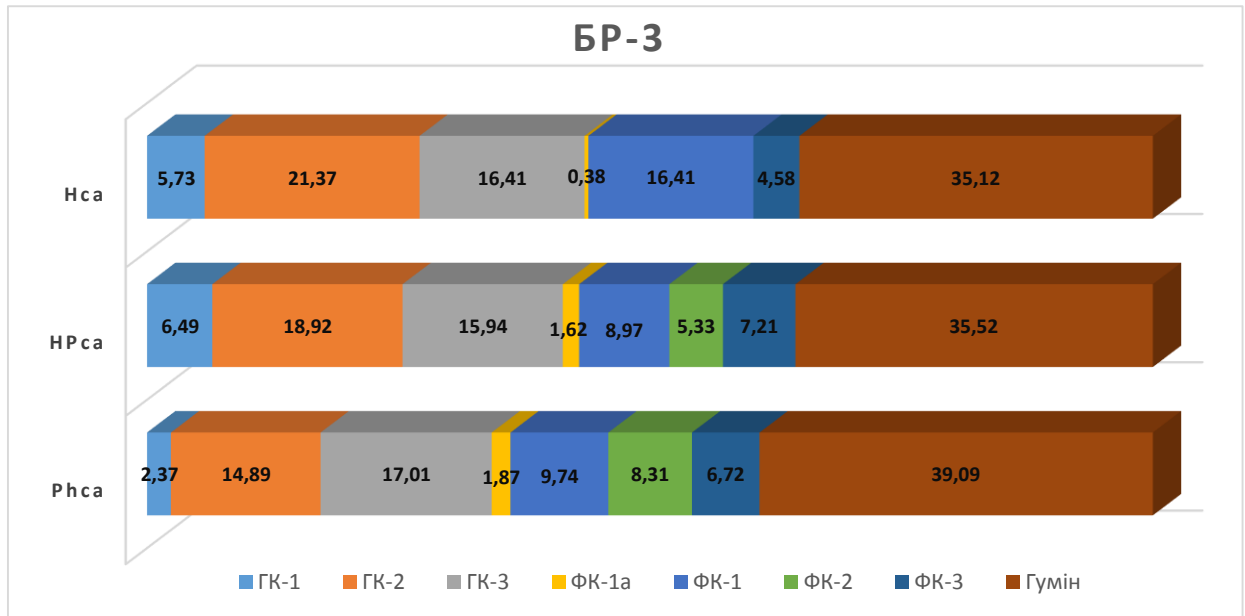


Рис. 5.9. Фракційно-груповий склад гумусу рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля))

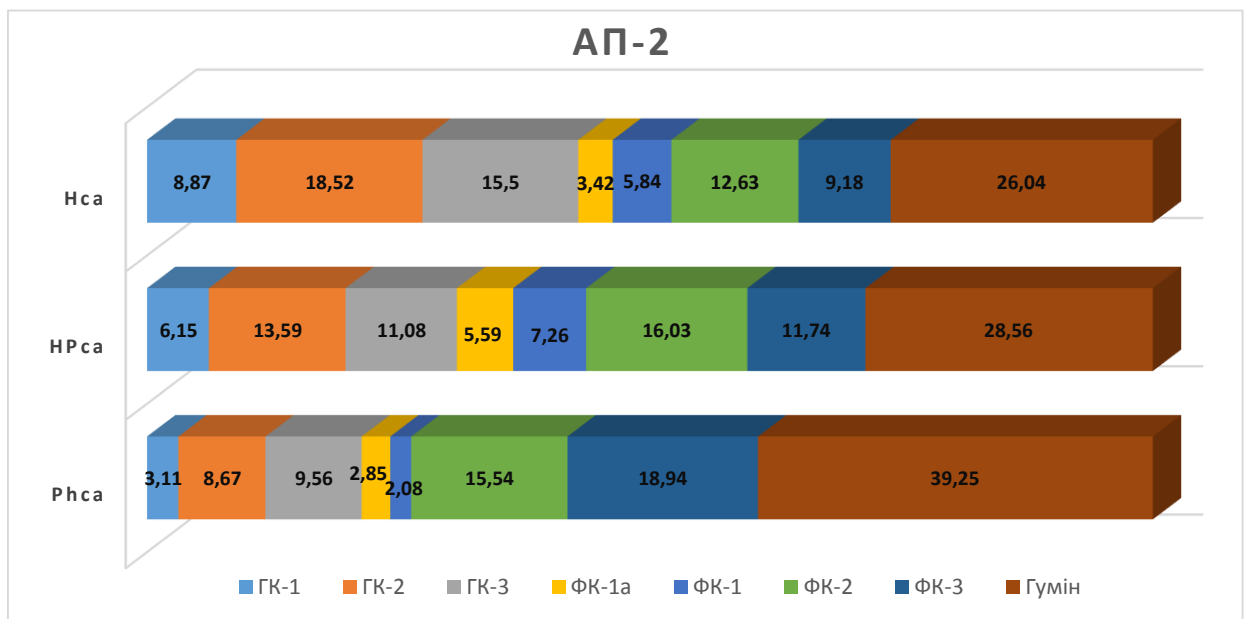


Рис. 5.10. Фракційно-груповий склад гумусу рендзин Подільських Товтр Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг))

Зокрема, співвідношення  $C_{ГК} : C_{ФК}$  у рендзинах типових сформованих як на щільних вапнякових породах, так і на продуктах їх елювіогенезу, що знаходяться на початкових стадіях онтогенезу під лучно-степовою рослинністю, становить 3,26–2,16. Це дає підстави стверджувати про гуматний тип гумусу. Під лісовою рослинністю співвідношення  $C_{ГК} : C_{ФК}$  зменшується до 1,82–0,88, а найменших значень сягає в бурих парарендзинах схилів товтр (які теж тривалий час розвивались під лісовою рослинністю) – 1,38–0,54, що свідчить про гуматно-фульватний тип гумусу. Зазначені особливості додатково підтверджують інтенсифікацію процесів бруніфікації, та розвиток рендзин на карбонатних полігенетичних суглинках в буроземному напрямі.

Профільний розподіл гумінових і фульвокислот у досліджуваних ґрунтах (рис. 5.11) свідчить про формування кривими вмісту зазначених органічних кислот так званих «ножниць», тобто їхнім перетином на певній глибині ґрунтового профілю. Як зазначає В. В. Пономарьова, точка такого перетину свідчить про нижню границю гумусового профілю та зміну якісного складу гумусу [154].

Для рендзин, які знаходяться на початкових стадіях онтогенетичного розвитку, глибину залягання точки перетину виявити не вдалося, оскільки профільний розподіл ГК і ФК характеризуються достатньо наближеним вмістом, який рівномірно зменшується вниз по профілю до перехідного горизонту Phca. На більш пізніх стадіях онтогенезу точка перетину кривих вмісту ГК і ФК піднімається, що свідчить не стільки про зменшення потужності гумусового профілю, стільки про зміну якісного складу гумусу. В бурих парарендзинах схилів товтр глибина перетину кривих залягає на глибині трохи більше 10 см, що зумовлено тривалим комплексним впливом профілеформуючих ґрунтових процесів.

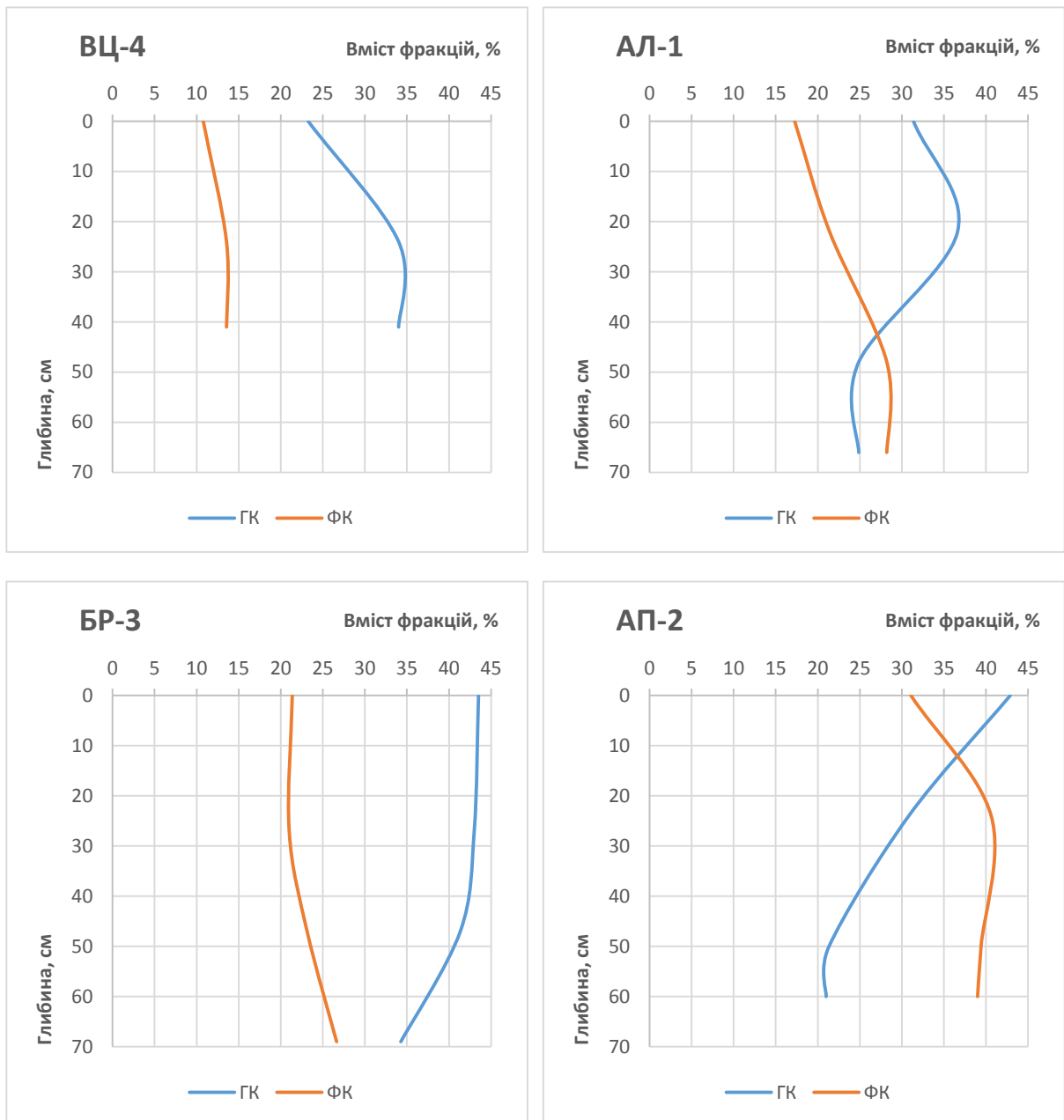


Рис. 5.11. Профільний розподіл гумінових (ГК) і фульвокислот (ФК) у рендзинах Подільських Товтр

Важливе значення для оцінки змін фракційно-групового складу гумусу мають показники відношень гумінових та фульвокислот у різних фракціях гумусових речовин. Для рендзин Подільських Товтр загальні закономірності цих співвідношень аналогічні попереднім показникам: в рендзинах які знаходяться на початкових стадіях розвитку в усіх трьох фракціях (ГК-1 : ФК-1а+ФК-1, ГК-2 : ФК-2, ГК-3 : ФК-3) переважає вміст ГК над ФК. В процесі

онтогенетичного розвитку, частка фульвокислот збільшується, і в бурих (бруніфікованих) рендзинах та парарендзинах фракції ФК домінують над ГК.

Таким чином, показники фракційно-групового складу гумусу свідчать про значні відмінності якісного складу гумусу рендзин, які перебувають на різних стадіях онтогенезу, що зумовлено комплексним впливом ґрунотворних та профілеформуєчих процесів.

## **5.2. Фізичні процеси та властивості**

### *5.2.1. Гранулометричний склад та його диференціація*

Гранулометричний склад рендзин значною мірою успадковується від ґрунотворних порід і у своїх загальних рисах мало змінюється в процесі ґрунотворення, відображаючи генезу ґрунотворних порід та вказуючи на напрями їхньої зміни у процесі ґрунотворення [97, 163].

На щільних карбонатних породах процеси ґрунотворення та вивітрювання протікають одночасно, що зумовлює фізичне подрібнення породи на гранулометричні елементи різного розміру. При цьому співвідношення частинок різного розміру залежить від характеру вихідної породи, напряму, інтенсивності та тривалості вивітрювання, визначаючи цим гранулометричний склад відкладів і, відповідно ґрунтів, що на них формуються [97, 163].

Також важливим є те, що гранулометричний склад визначає структурні рівні організації твердої фази ґрунту і безпосередньо бере участь у формуванні мікро- та макроструктури, а також значною мірою визначає її структурно-функціональні властивості. Кількісне співвідношення у розподілі елементарних ґрунтових частинок по фракціях та їхні властивості суттєво впливають як на агрегатний рівень, так і на характер динаміки шпаруватості [97].

Як ми зазначали, рендзини Подільських Товтр характеризуються значним вмістом карбонатів, які спотворюють результати аналізу із



визначення гранулометричного складу. Для уникнення їхнього коагулюючого впливу, при застосуванні загальноприйнятого в країнах пострадянського простору «методу піпетки» Н. А. Качинського проводилось руйнування наявних у ґрунті карбонатів обробкою HCl. Проте, ще у 1970 році Міжнародним товариством ґрунтознавців було видано рекомендації, щодо необхідності уникнення руйнування ґрунтових карбонатів дією HCl, особливо для сильнокарбонатних ґрунтів, якими є рендзини [245]. Тому нами, для визначення гранулометричного складу рендзин застосовано ареометричний метод Касагранде, який дозволяє встановлювати кількість і фракційний склад карбонатного дрібнозему без попередньої обробки HCl [245]. При цьому, співвідношення між гранулометричними фракціями та фізичним станом дрібнозему є максимально наближеними до природних умов.

Результати аналітичного вивчення гранулометричного складу рендзин Подільських Товтр наведено в таблиці 5.5 та графічно зображено на рис. 5.12. Також зазначимо, що отримані результати вмісту гранулометричних елементів рендзин представлені згідно рекомендацій ФАО (2014) [195], які розроблені на основі Міжнародного договору ґрунтознавців (1990 рік) [236].

Аналіз отриманих результатів визначення гранулометричного складу рендзин в межах модальних ділянок Подільських Товтр свідчить про його значну варіабельність, що зумовлено як різним гранулометричним складом ґрунтоутворних порід, так і різними стадіями розвитку досліджуваних ґрунтів.

Таблиця 5.5

## Гранулометричний склад рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина, см	Розмір частинок, мм; кількість, %					
		Пісок	Пісок дуже дрібний	Пил грубий	Пил середній	Пил дрібний	Мул
		1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Нса	6–21	46	23	12	9	6	4
Phca	21–26	19	14	10	25	15	17
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Нса	3–24	35	29	12	10	8	6
НРса	24–41	32	21	16	15	7	9
Phca	41–58	18	19	7	26	16	14
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-стєпова рослинність)							
Нса	3–18	48	18	13	9	7	5
НРса	18–37	33	21	15	14	9	8
Phca	37–55	18	10	17	15	21	19
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)							
Нса	3–22	3	12	19	21	21	24
НРса	22–48	6	14	16	15	23	26
Phca	48–66	8	10	15	16	23	28

Генетичні горизонти	Глибина, см	Розмір частинок, мм; кількість, %					
		Пісок	Пісок дуже дрібний	Пил грубий	Пил середній	Пил дрібний	Мул
		1-0,1	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,006	0,006-0,002	<0,002
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)							
Нса <sub>орн</sub>	0–14	10	14	15	32	13	16
Нса <sub>п/орн</sub>	14–27	9	18	14	37	15	7
Нрса	27–47	12	13	13	25	22	15
Нрса	47–62	14	10	18	19	12	27
Phса	62–69	10	14	15	32	13	16
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)							
Нса <sub>орн</sub>	0–10	22	15	10	23	15	15
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	16	19	16	20	21	8
Нрса	22–42	12	11	16	17	23	21
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)							
Нса <sub>орн</sub>	0–10	4	11	17	31	15	22
Нса <sub>п/орн</sub>	10–24	8	13	6	22	17	34
Нрса	24–50	5	10	13	18	16	38
Phса	50–60	12	8	13	14	12	41

Примітка: МД – модальна ділянка

Так, рендзини вершин товтр, сформовані на щільних вапняках та рендзини типові сформовані на елювії карбонатних порід (за міжнародним співвідношенням гранулометричних фракцій) характеризуються піщанисто-суглинковим гранулометричним складом, який вниз по профілю змінюється до суглинкового та пилувато-суглинкового (рис. 5.12–5.13), тоді як верхні

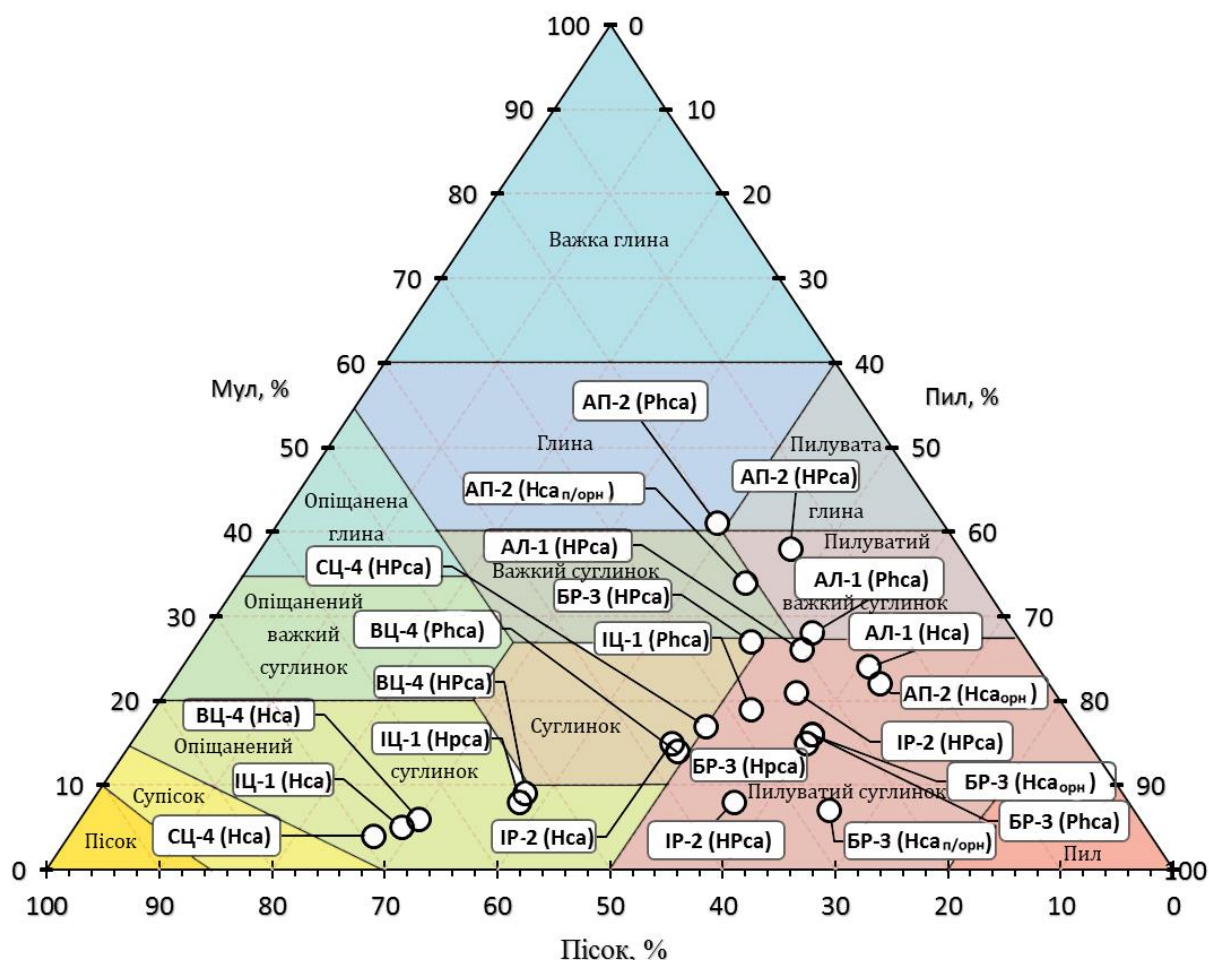


Рис. 5.12. Гранулометричний склад рендзин Подільських Товтр

генетичні горизонти бурих парарендзин схилів товтр характеризуються пилувато-суглинковим гранулометричним складом, який вниз по профілю змінюється до важкосуглинкового та пилувато-глинистого.

Таке поважчання гранулометричного складу як в межах конкретного ґрунтового профілю, так і в рендзинах, що знаходяться на більш пізніх стадіях онтогенезу загалом, зумовлене сукупною дією декількох чинників. Зокрема, Р. П. Каск у своїх працях зазначає, що в процесі вилуговування твердих карбонатних часток у ґрунтовій товщі виникають порожнини, які поступово

заповнюються алюмосилікатними частинками з верхніх горизонтів [91]. Аналогічні висновки щодо процесів накопичення глинистих часток роблять Е. І. Гагаріна, О. А. Роде, А. А. Кирильчук та інші, в працях яких відзначено, що під час розчинення уламків вихідної карбонатної породи та звільнення їх від  $\text{CaCO}_3$ , порожнини, які утворюються з часом заповнюються глинистим матеріалом [28, 97, 189].

Окрім того, в верхніх горизонтах рендзин, поряд із вивільненням теригенного матеріалу відбувається значна втрата глинистих частинок карбонатного походження, що акумулюються в нижніх генетичних горизонтах [91].

Дещо інше пояснення щодо акумуляції нерозчинного залишку вихідної ґрунтотворної породи, а також наявності аморфних сполук заліза в нижніх генетичних горизонтах рендзин, простежується у працях Ф. Дюшофура та деяких польських науковців (Б. Добжанського, і Р. Турського) [230–232]. Автори відзначають, що визначальним в розвитку цих процесів є декальцинація силікатної частини елювію карбонатних порід.

Значні відмінності у абсолютному вмісті гранулометричних елементів спостерігаються між темнозбарвленими рендзинами вершинних ділянок та бурими парарендзинами схилів Подільських Товтр. Так, у перших, переважає піщаниста фракція 1–0,1 мм, вміст якої у верхньому горизонті Нса становить 35–48% і зменшується вниз по профілю до 12–18% у горизонті Phca, тоді як у парарендзин її абсолютні показники в горизонті Нса становлять 3–4% і зростають в нижньому перехідному горизонті Phca до 8–12%. Аналіз літературних джерел [226–228, 229, 231] свідчить, що такий розподіл піщанистої фракції зумовлений насамперед різнотипними материнськими породами, та різною інтенсивністю процесів вилуговування.

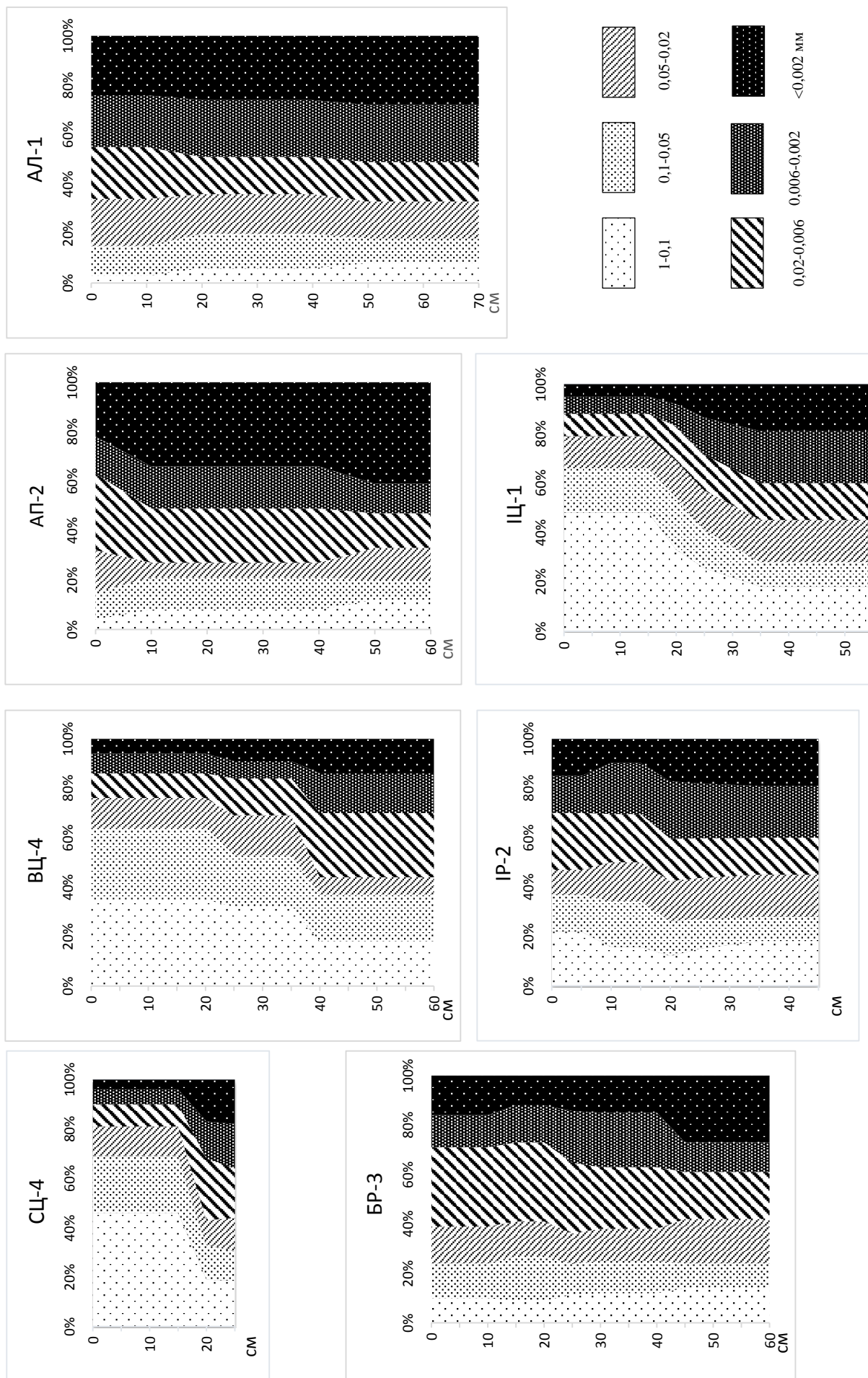


Рис. 5.13. Розподіл вмісту гранулометричних елементів у рендінах Подільських Товтр

Мулиста фракція  $<0,002$  характеризується загальним збільшенням її вмісту вниз по профілю в усіх підтипах рендзин досліджуваної території. Так у верхньому горизонті Нса бурих парарендзин її частка становить 22% і зростає в перехідному горизонті Phca до 40%, тоді як у темнозбарвлених рендзинах вона відповідно складає 5–6% і 14–20% (рис. 5.14)

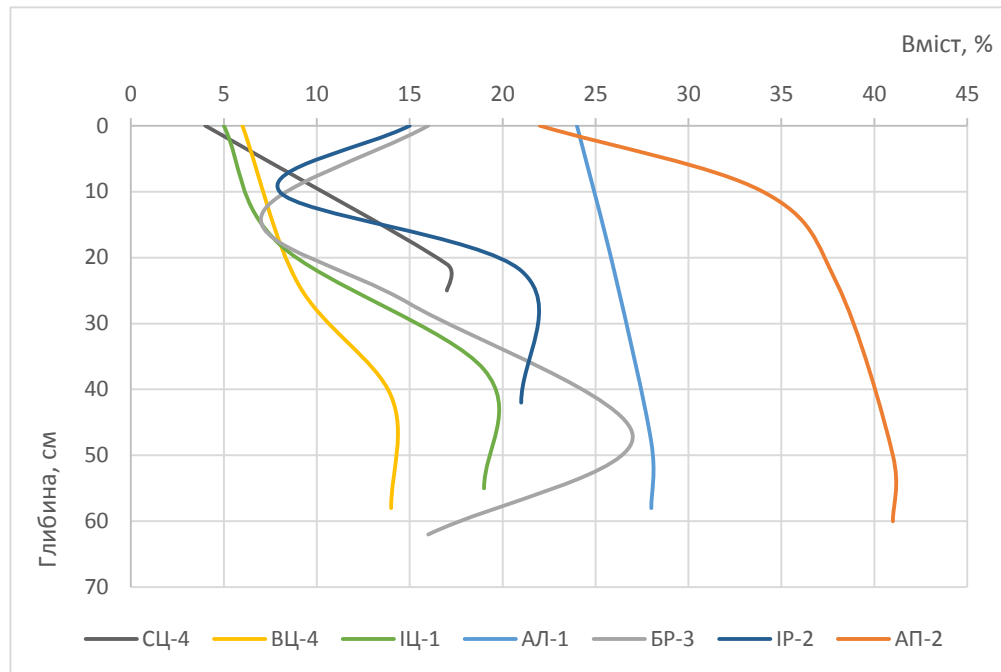


Рис. 5.14. Профільний розподіл мулистої фракції ( $<0,002$  мм) в рендзинах Подільських Товтр

Досить важливим аспектом вивчення онтогенетичних напрямів розвитку рендзин є встановлення шляхів гранулометричної диференціації їхніх профілів. Зокрема, ґрутуючись на даних мікроморфологічного аналізу та показниках розподілу мулистої фракції рендзин, оброблених методами математичної статистики, Л. Ю. Рейнтам констатує, що оглинювання горизонту В (НР) в бурих (бруніфікованих) рендзинах зумовлене здебільшого метаморфічними процесами (тобто оглинювання *in situ*), а в рендзинах типових – елювіюванням мулу з верхнього горизонту А (Н) та ілювіюванням в горизонт В (НР) [187, 188].

Проте, результати подальших досліджень Р. П. Каска засвідчують, що однозначного трактування цих процесів немає і оглинювання рендзин може відбуватись як різними шляхами, так і однотипно, маючи при цьому текстурний характер [91]. Окрім цього, автор зазначає, що оскільки у верхніх горизонтах рендзин некарбонатна частина дрібнозему містить силікатні утворення, які належали до складу карбонатних порід, то це свідчить про те, що уламки вихідної ґрунотворної породи були у всіх генетичних горизонтах рендзин і сучасна безкарбонатність є наслідком процесів вилуговування. Відповідно накопичення теригенного матеріалу, зумовленого вилуговуванням карбонатів, мало б спостерігатись по всій потужності ґрунтового профілю. Проте, сильне оглинювання спостерігається не по всій потужності горизонтів інтенсивного вилуговування, а лише в нижній їх частині.

Р. П. Каск пояснює це тим, що порожнечі, які виникли в процесі вилуговування твердих карбонатних часток заповнюються ілювіюваним алюмосилікатним матеріалом із вище розташованих горизонтів, що зумовлює профільний перерозподіл мулу. Тому і горизонт з максимальним вмістом мулу та фізичної глини розташовується безпосередньо на контакті з карбонатною ґрунотворною породою [91].

Отже, можемо зробити висновок, що накопичення мулистих часток в генетичних горизонтах рендзин відбувається здебільшого у формі нерозчинного залишку вихідної ґрунотворної породи, а її нерівномірний розподіл у межах профілю зумовлений сукупністю явищ, головними серед яких є переміщення, перерозподіл і акумуляція тонкодисперсної частини досліджуваних ґрунтів. Найважливішими процесами при цьому є розчинення і вилуговування карбонатів.

### *5.2.2. Оструктурення та агрегація*

Більша частина гранулометричних елементів рендзин (як і інших ґрунтів загалом) скріплена між собою, формуючи структурні окремість (агрегати)



різної генези, величини, складності будови, форми та водотривкості. Причинами такого поєднання є поверхнева енергія дисперсної системи (енергія кристалічної ґратки часток), наявність у ґрунті коагулюючих (гумус, кореневі виділення), цементуючих (карбонати кальцію, гідроксиди заліза) речовин та сили залишкових валентностей. Поділ ґрунтової маси на агрегати в цілинних ґрунтах є складним поєднанням комплексу абіотичних та біогенних процесів, зокрема, об'ємних та фазових змін у ґрунті, діяльності кореневих систем і ґрунтової фауни, а в освоєних ґрунтах ще й впливу механічного обробітку [97, 114, 162, 163].

Співвідношення та форма структурних агрегатів ґрунтів є одним із найважливіших показників його родючості, оскільки саме їхній баланс створює оптимальні умови водного, повітряного і теплового режимів, що в свою чергу зумовлює розвиток мікробіологічних процесів, мобілізацію та доступність елементів живлення рослин, тощо [162].

Особливості функціонування структури та її вплив на формування водно-повітряного режиму ґрунтів і рендзин зокрема, досліджено в працях багатьох українських та зарубіжних науковців [3, 51, 52, 81, 93, 186, 232, 233]. Оцінка структурно-агрегатного стану ґрунту включає визначення загальної кількості макро- (0,25–10 мм) і мегаагрегатів (>10 мм), розподіл їх за фракціями, визначення коефіцієнтів структурності, водотривкості та ін. Найціннішою в агрономічному відношенні є зерниста і грудкувата структура, механічно- та водостійка, з достатньою кількістю шпарового простору.

Нашими дослідженнями встановлено, що для рендзин Подільських Товтр характерні значні відмінності в типах структури та співвідношенні фракцій агрегатів різного розміру, залежно від стадій онтогенезу, біогеоценотичних умов формування та рівня антропогенного впливу на ґрунт (табл. 5.6, рис. 5.15.–5.20).

Таблиця 5.6

## Структурно-агрегатний склад рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Розмір агрегатів у мм, вміст у %									Коефіцієнт структур- ності	Критерій водостійкос- ті, %
		>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25		
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)												
Нса	5–20	<u>9,24</u> –	<u>5,82</u> –	<u>7,76</u> 7,11	<u>17,20</u> 14,66	<u>15,66</u> 15,46	<u>26,94</u> 25,08	<u>5,08</u> 17,66	<u>8,33</u> 10,62	<u>3,99</u> 9,41	6,56	210,98
НРса	24–31	<u>24,39</u> –	<u>10,42</u> –	<u>9,17</u> 6,98	<u>15,46</u> 13,60	<u>11,43</u> 12,02	<u>15,66</u> 11,14	<u>3,64</u> 10,12	<u>6,94</u> 12,01	<u>2,89</u> 34,13	2,67	209,14
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-степова рослинність)												
Нса	3–18	<u>12,25</u> –	<u>7,74</u> –	<u>9,00</u> 7,76	<u>17,01</u> 10,74	<u>18,59</u> 15,16	<u>16,76</u> 19,18	<u>10,50</u> 20,16	<u>4,13</u> 4,54	<u>4,26</u> 22,46	5,07	168,77
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)												
Нса	3–22	<u>34,53</u> –	<u>8,31</u> –	<u>12,53</u> 4,14	<u>18,45</u> 12,10	<u>10,21</u> 11,16	<u>8,62</u> 23,62	<u>2,78</u> 14,48	<u>3,34</u> 6,20	<u>1,30</u> 28,30	1,79	338,18
НРса	28–38	<u>36,67</u> –	<u>9,50</u> –	<u>9,29</u> 1,68	<u>15,34</u> 5,26	<u>9,96</u> 6,40	<u>9,19</u> 18,66	<u>4,05</u> 18,48	<u>4,50</u> 12,64	<u>1,47</u> 36,88	1,47	363,88
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)												
Нса <sub>орн</sub>	4–14	<u>62,19</u> –	<u>5,30</u> –	<u>3,72</u> 2,94	<u>5,54</u> 4,11	<u>4,37</u> 5,69	<u>6,06</u> 12,08	<u>4,46</u> 16,10	<u>6,55</u> 12,42	<u>2,06</u> 46,66	0,56	259,08

Закінчення таблиці 5.6

Генетичні горизонти	Глибина відбору зразків, см	Розмір агрегатів у мм, вміст у %									Коефіцієнт структурності	Критерій водостійкості, %
		>10	10–7	7–5	5–3	3–2	2–1	1–0,5	0,5–0,25	<0,25		
Нса <sub>п/орн</sub>	20–30	<u>57,30</u>	<u>8,02</u>	<u>8,06</u>	<u>9,35</u>	<u>4,96</u>	<u>6,22</u>	<u>2,27</u>	<u>2,94</u>	<u>1,14</u>	0,72	596,16
		–	–	3,72	7,46	5,54	15,18	17,62	13,44	37,04		
НРса	30–40	<u>48,32</u>	<u>11,28</u>	<u>10,99</u>	<u>10,29</u>	<u>6,00</u>	<u>6,12</u>	<u>2,77</u>	<u>2,99</u>	<u>1,24</u>	1,02	345,26
		–	–	6,52	8,97	7,00	14,03	11,75	8,12	43,61		
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)												
Нса <sub>орн</sub>	0–10	<u>20,53</u>	<u>8,61</u>	<u>8,61</u>	<u>7,78</u>	<u>13,27</u>	<u>15,11</u>	<u>17,41</u>	<u>8,12</u>	<u>4,82</u>	2,99	149,30
		–	–	6,14	7,11	8,93	15,01	10,17	9,16	43,48		
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	<u>68,78</u>	<u>13,82</u>	<u>13,82</u>	<u>7,17</u>	<u>5,53</u>	<u>2,60</u>	<u>1,31</u>	<u>0,55</u>	<u>0,16</u>	0,45	158,57
		–	–	12,08	8,44	5,06	12,72	13,66	6,87	41,17		
НРса	22–42	<u>33,37</u>	<u>12,59</u>	<u>12,59</u>	<u>12,85</u>	<u>15,69</u>	<u>10,39</u>	<u>7,78</u>	<u>4,19</u>	<u>1,64</u>	1,87	269,04
		–	–	8,50	9,35	8,51	8,18	11,43	4,27	49,76		
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)												
Нса <sub>орн</sub>	0–10	<u>44,51</u>	<u>9,05</u>	<u>9,92</u>	<u>11,16</u>	<u>7,82</u>	<u>8,59</u>	<u>3,81</u>	<u>3,56</u>	<u>1,33</u>	1,18	256,85
		–	–	7,34	6,29	8,02	14,96	10,79	8,14	44,46		
Нса <sub>п/орн</sub>	14–24	<u>69,20</u>	<u>10,18</u>	<u>6,13</u>	<u>7,05</u>	<u>3,53</u>	<u>2,38</u>	<u>0,76</u>	<u>0,55</u>	<u>0,16</u>	0,44	263,50
		–	–	15,42	8,03	5,06	12,71	14,32	5,10	39,36		
НРса	30–40	<u>37,77</u>	<u>12,60</u>	<u>13,34</u>	<u>16,26</u>	<u>8,96</u>	<u>6,51</u>	<u>2,20</u>	<u>1,82</u>	<u>0,61</u>	1,61	265,09
		–	–	9,12	10,65	9,88	12,52	8,54	2,11	47,18		

Примітка: чисельник – сухе просіювання, знаменник – мокре просіювання

Зокрема, рендзини типові, сформовані під лучно-степовою рослинністю на щільних літотамнієвих та серпуло-моховаткових вапняках характеризуються порохувато-дрібногрудкуватою структурою із чітко вираженим переважанням фракцій ґрунтових агрегатів розміром від 1 до 5 мм (сумарно вміст цих фракцій сягає більше 60%). Така структура є «м'якою» на дотик, а сам ґрунт мажеться подібно до сажі. Як зазначають більшість дослідників, це насамперед зумовлено високим вмістом гумусу, причому як стверджує О. Н. Соколовський слід виділяти дві форми гумусу: активний і пасивний. Активний гумус бере участь в утворенні ґрунтової структури, виконуючи роль клею, а пасивний не бере участі в утворенні структури, проте здатний до коагуляції колоїдних часток, забезпечуючи таким чином водостійкість ґрунтових агрегатів [117, 162].

Під лісовою рослинністю порохувато-грудкувата структура змінюється грудкувато-дрібногоріхуватою та зернисто-дрібногрудкуватою, набуваючи при цьому сильно вираженої жорсткості граней (особливо в сухому стані). Результати досліджень В. В. Медведєва, В. Ф. Валькова та ін. свідчать, що визначальним при цьому є інтенсифікація процесів вилуговування, які внаслідок посилення внутрішньоґрунтової міграції  $\text{CaCO}_3$ , зумовлюють накопичення на поверхні ґрунтових агрегатів дрібних карбонатних часток [12, 127]. При цьому в розподілі переважаючих фракцій ґрунтових агрегатів спостерігається зміщення в бік розмірів від 2 до 7 мм (рис. 5.6).

На схилах товтр рендзини зазнали значного сільськогосподарського впливу, і в даний час знаходяться здебільшого під ріллею або перелогами, що призводить до інтенсифікації деградаційних процесів (в тому числі й змін структурно-агрегатного складу) та формування агрорендзин із своїми специфічними властивостями.

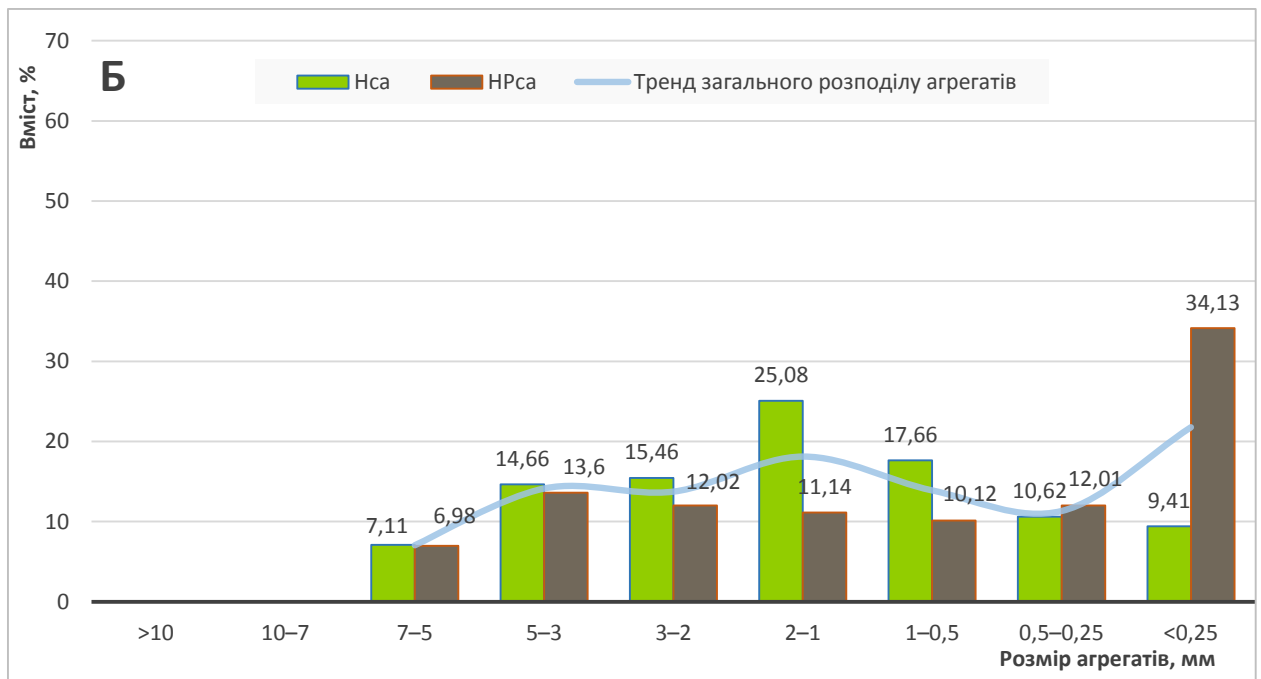
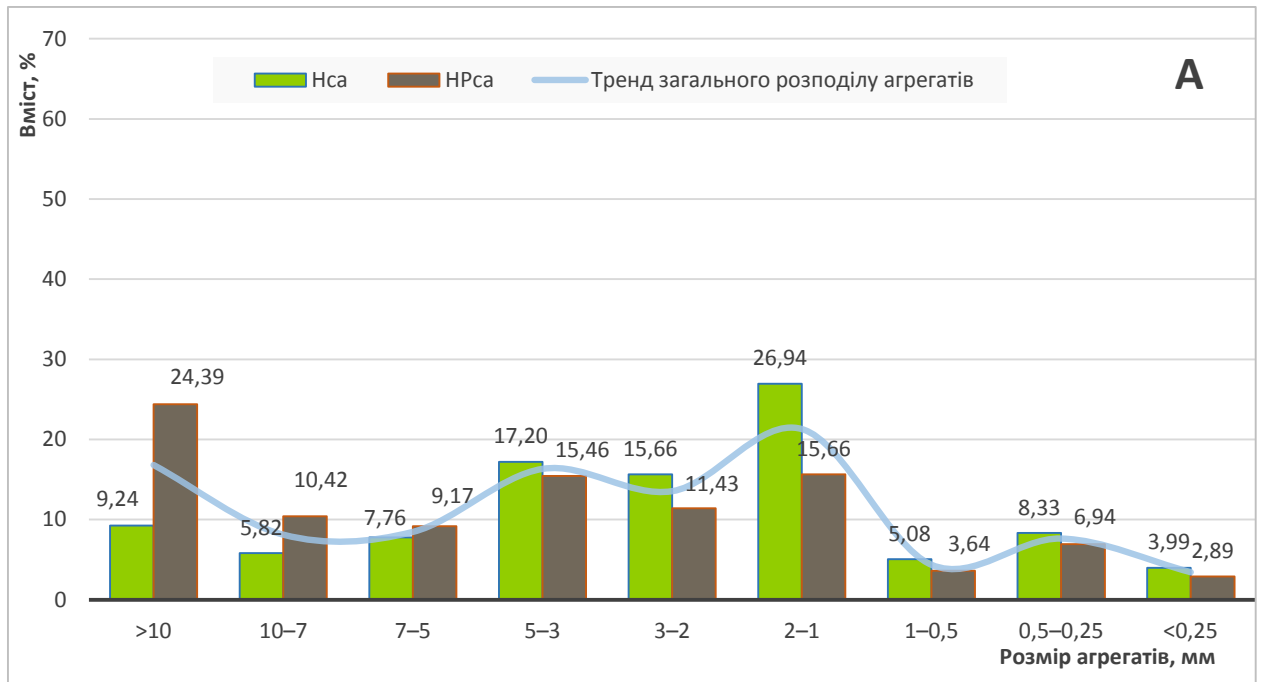


Рис. 5.15. Розподіл фракцій структурних агрегатів рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4, цілина, лучно-степова рослинність)

А – сухе просіювання; Б – мокре просіювання

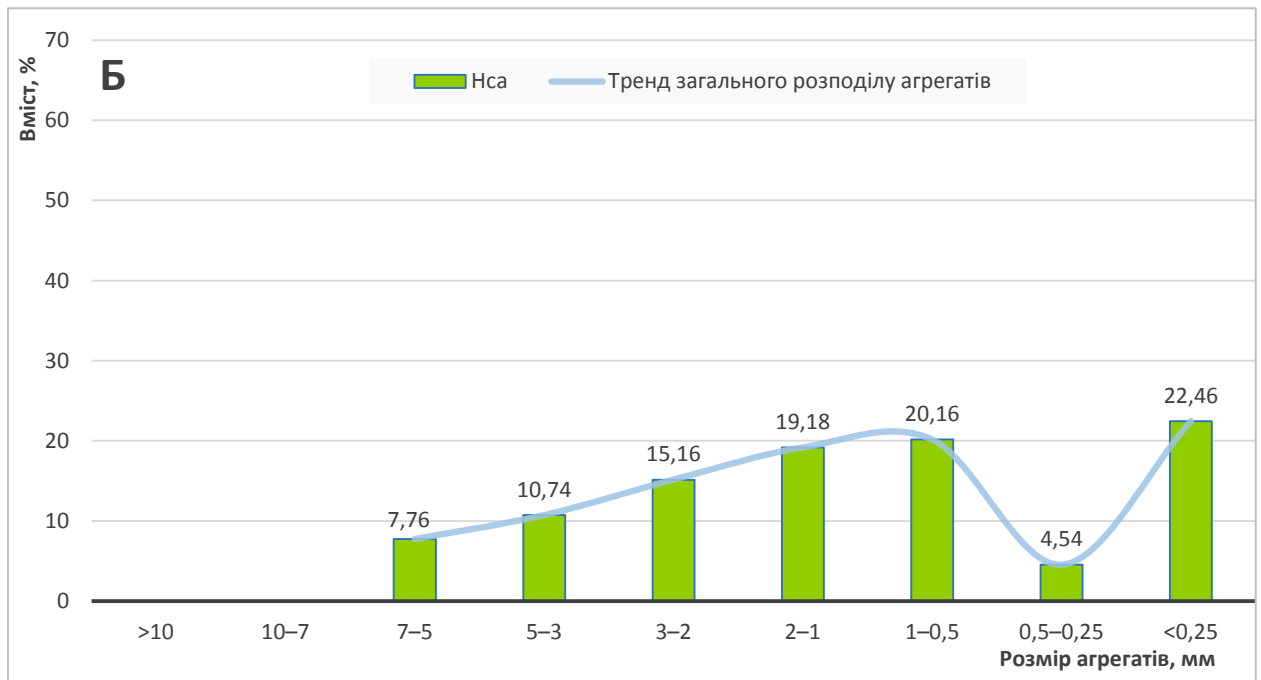
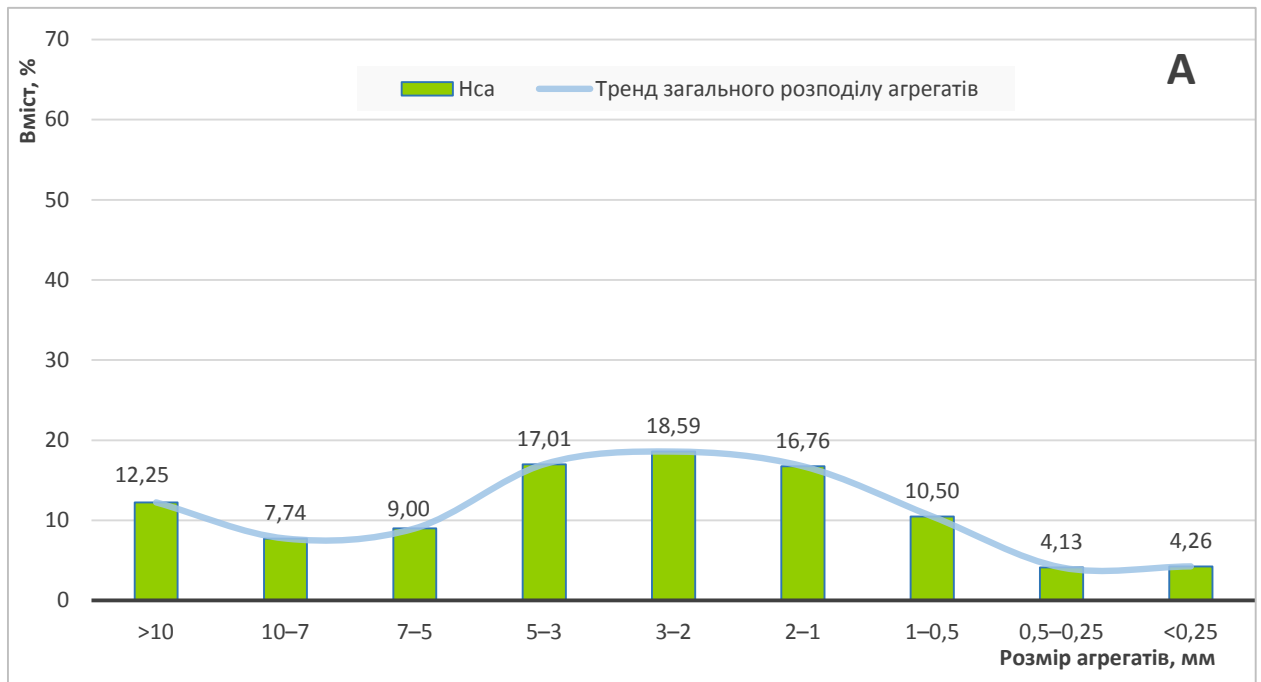


Рис. 5.16. Розподіл фракцій структурних агрегатів рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-степова рослинність)

А – сухе просіювання; Б – мокре просіювання

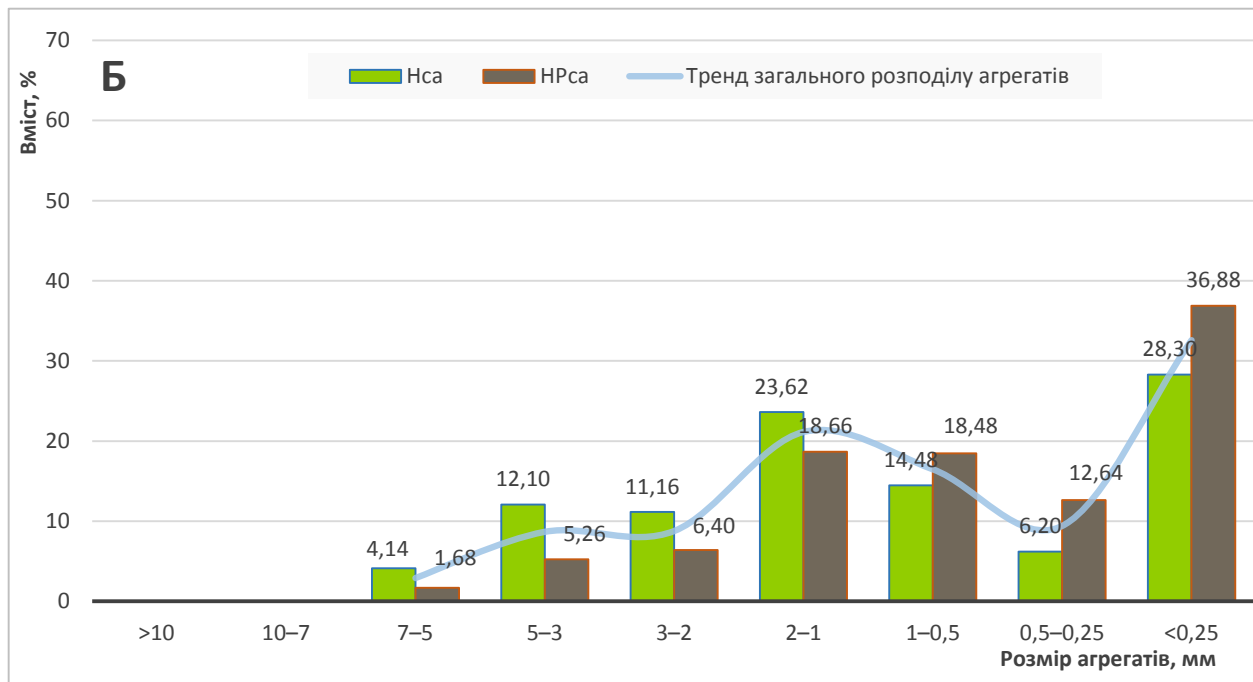
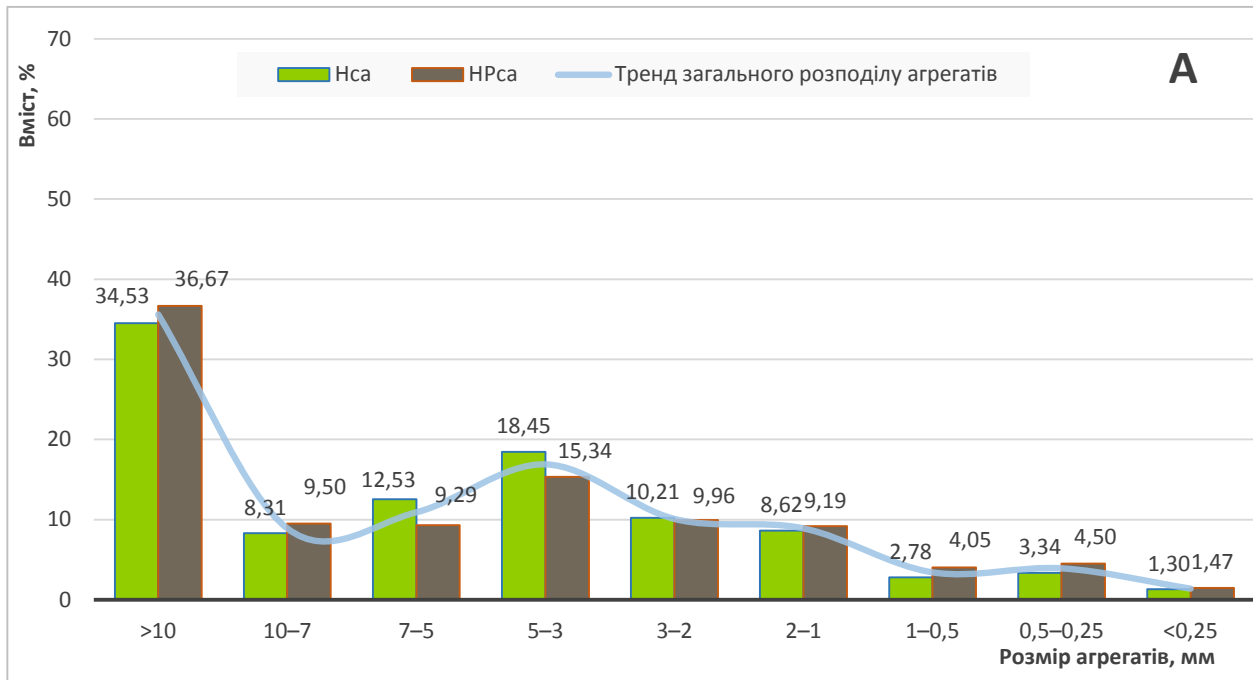


Рис. 5.17. Розподіл фракцій структурних агрегатів рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1, ліс)

А – сухе просіювання; Б – мокре просіювання

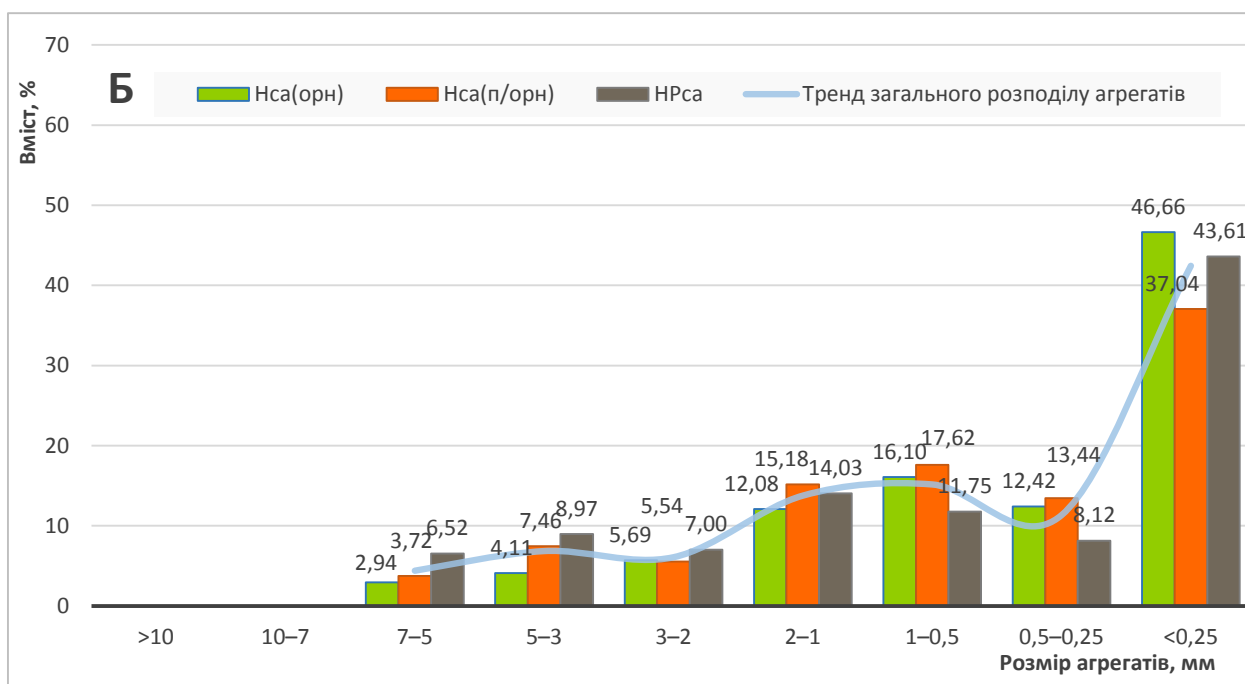
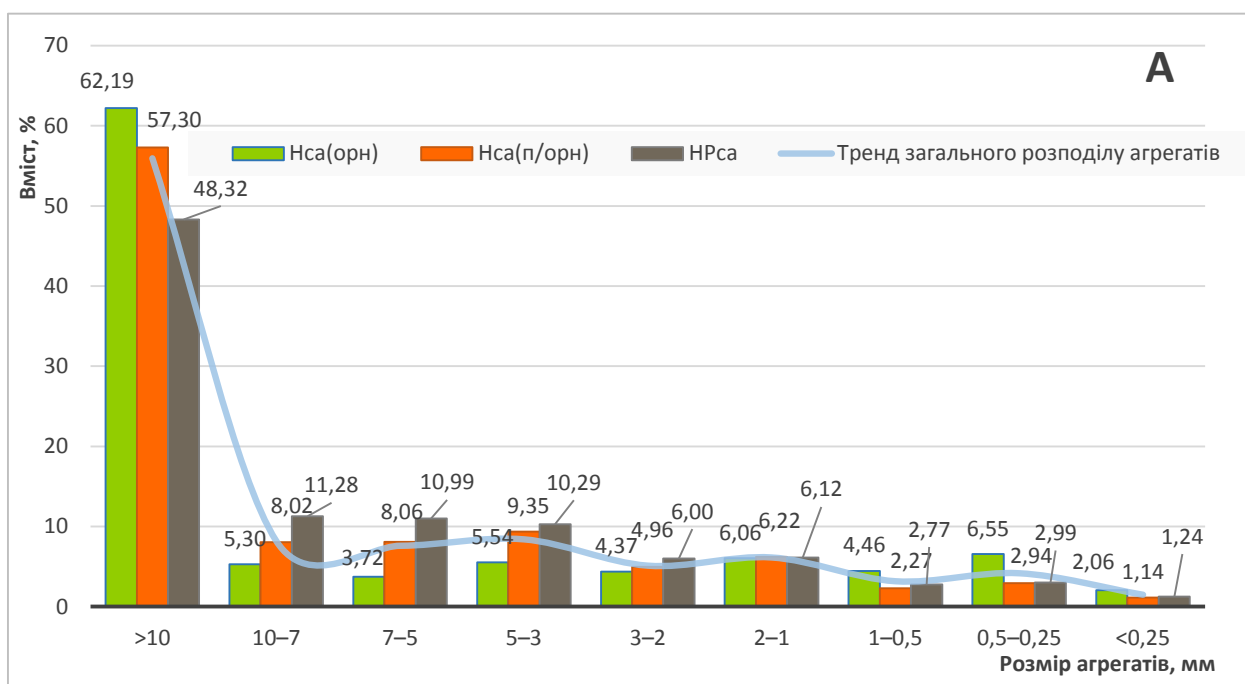


Рис. 5.18. Розподіл фракцій структурних агрегатів рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3, рілля)

А – сухе просіювання; Б – мокре просіювання



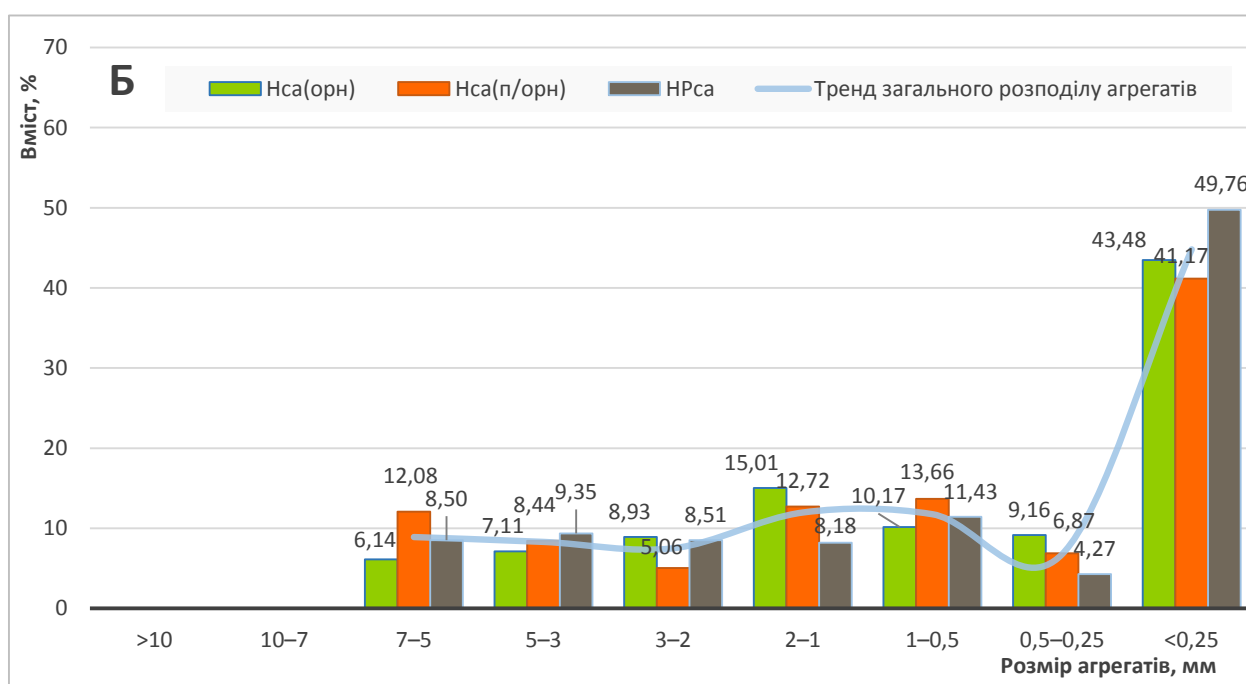
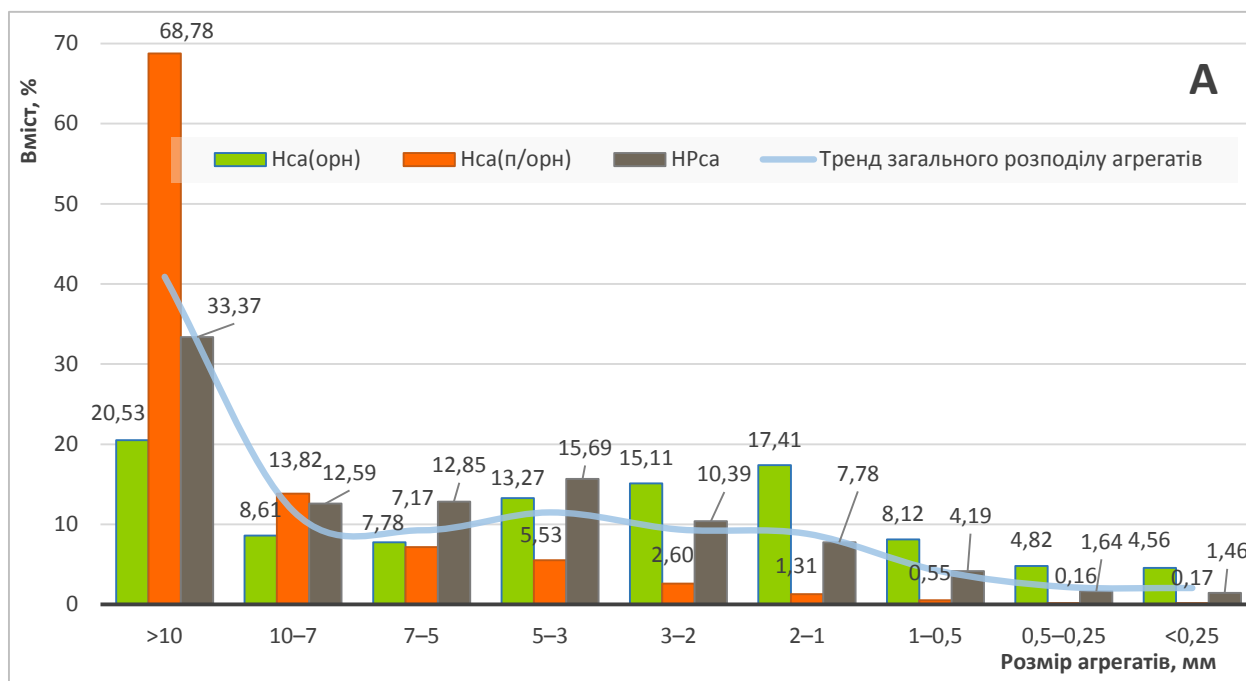


Рис. 5.19. Розподіл фракцій структурних агрегатів рендзин Подільських Товтр (рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2, рілля)

А – сухе просіювання; Б – мокре просіювання

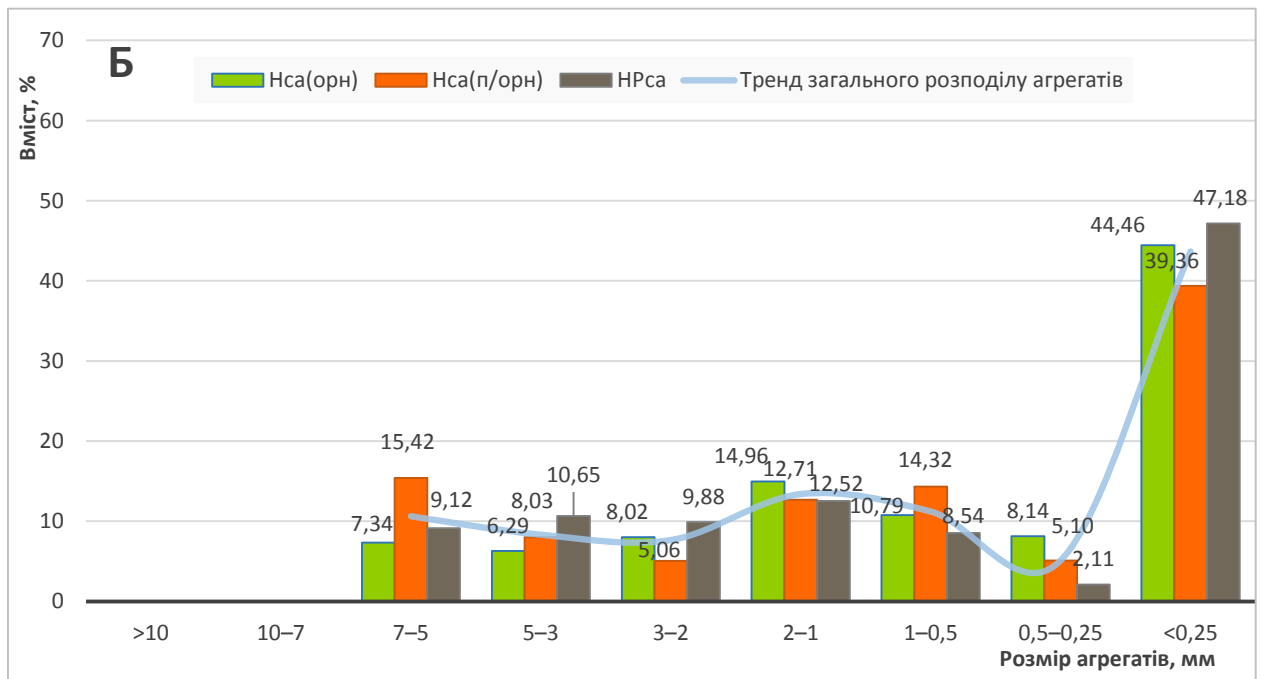
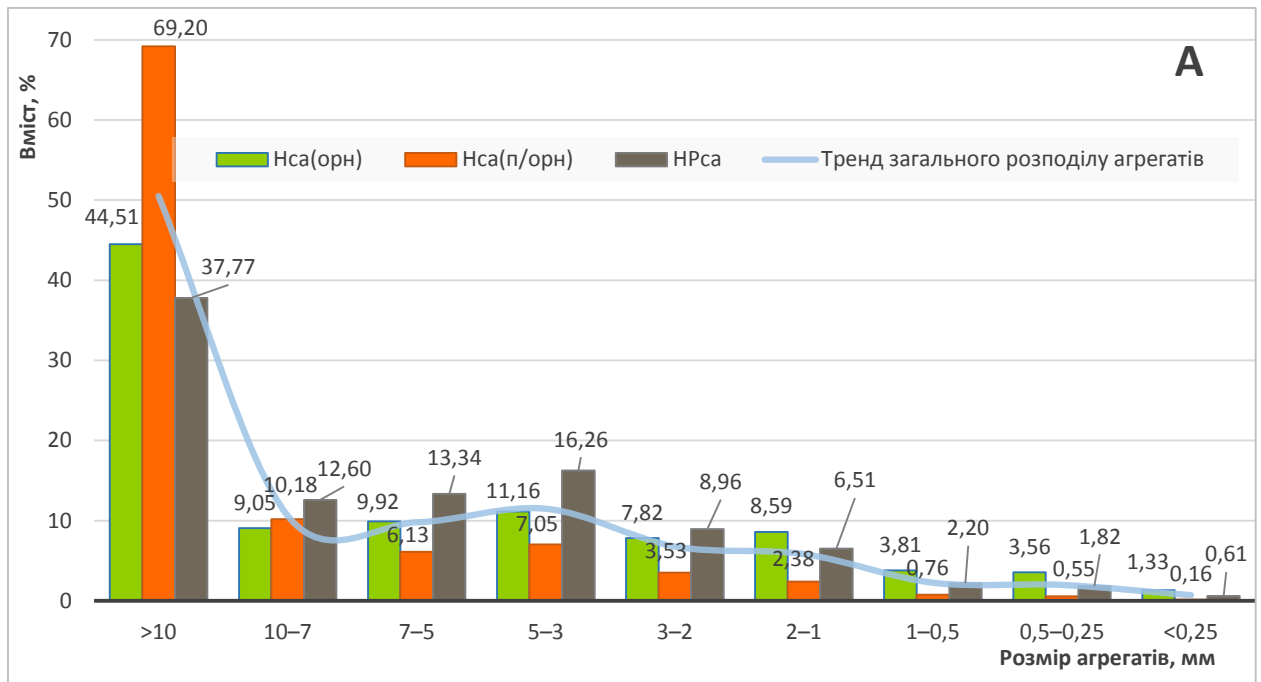


Рис. 5.20. Розподіл фракцій структурних агрегатів рендзин Подільських Товтр (бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2, переліг)

А – сухе просіювання; Б – мокре просіювання

Нашими дослідженнями встановлено, що вміст агрегатів агрономічно цінного розміру (10–0,25 мм) у верхньому гумусовому шарі цілинних рендзин становить 65–85%, а на ріллі та перелогах – 35–50%. У верхній частині перехідного горизонту, що відповідає межах підплучної підшви агрорендзин, їх частка знижується до 60–70% та 30–40% відповідно (табл. 5.6). Це зумовлено тим, що внаслідок сільськогосподарського обробітку структурний склад рендзин зазнає значних змін, які супроводжуються руйнуванням структури, зміною водотривкості структурних агрегатів, утворенням брилуватих окремоостей, що особливо сильно проявляється в посушливі періоди [102]. Як зазначає І. Б. Ревут, Н. А. Соколовська, В. В. Медведєв та ін. однією із найважливіших причин при цьому, є різке зменшення вмісту гумусу та зниження величин ємності катіонного обміну [127–130, 186].

Достовірне зниження вмісту агрегатів агрономічно цінного розміру в орному і підорному шарі, порівняно з тими ж глибинами цілини, супроводжується одночасним збільшенням вмісту брил (>10 мм) до 60–70%. Розпилення ґрунту при цьому не відбувається.

Брилувата фракція утворюється в результаті оранки і складається з масивних агрегатів неправильної форми, які характеризуються високою щільністю складення. Незважаючи на це, брилуваті структурні окремоості порівняно легко руйнуються під час дощів та господарського обробітку. За осінньо-зимовий період більшість з них розпадається до грудкуватого агрегатного стану. Однією з причин, яка призводить до утворення значної кількості брилуватих структурних окремоостей у досліджуваних ґрунтах, є те, що обробіток проводять без належного врахування строків їхньої оптимальної вологості.

Коефіцієнт структурності агрорендзин розрахований по відношенню вмісту агрегатів розміром від 10 до 0,25 мм до суми пилуватих і брилистих структур, знижується в 1,5–3,5 рази порівняно із цілинними варіантами (табл. 5.6).

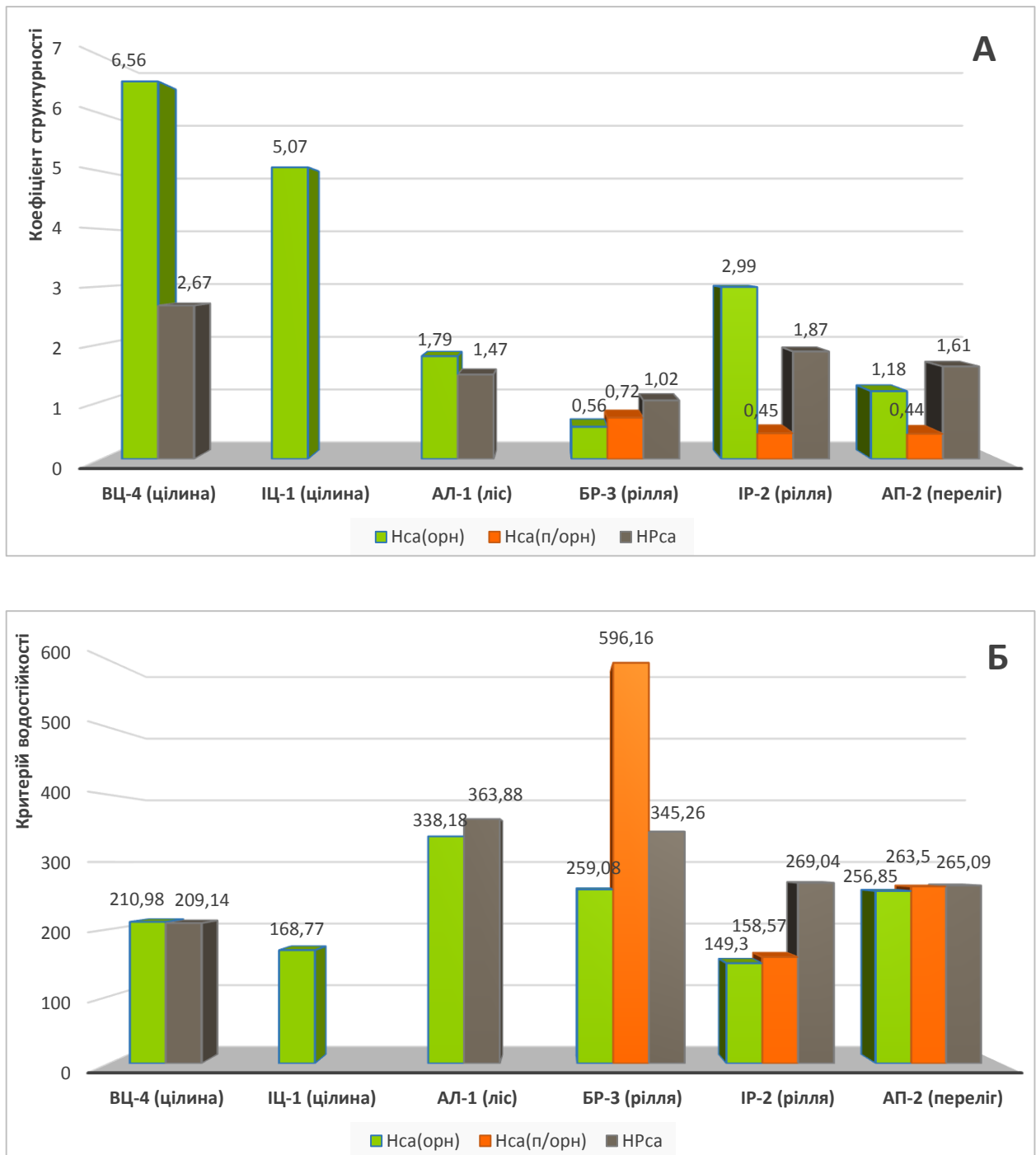


Рис. 5.21. Розподїл коефіцієнтів структурності (А) та критерію водостійкості (Б) рендзин Подільських Товтр

Проте, зазначимо, що показники коефіцієнту структурності за шкалою оцінки С. І. Долгова та П. У. Бахтіна [18] характеризують досліджувані рендзини, як ґрунти із відмінним та хорошим структурним станом. Лише в

межах опресійної зони підплужної підошви, структурний стан агрорендзин характеризується як незадовільний.

Важливою агрономічною властивістю ґрунтової структури є її водотривкість, яка проявляється через здатність структурних агрегатів певний час протидіяти руйнуючій силі води. При цьому, більшість науковців зазначає, що стійкість ґрунтових агрегатів залежить не тільки від якості гумусу та наявності у ґрунті незворотно зкоагульованих органічних і мінеральних колоїдів, які зумовлюють зцементування гранулометричних елементів осадженими гуматами Кальцію, а й від складу вбирних основ. Зокрема, у випадку насичення ґрунтово-вбирного комплексу двовалентними катіонами (що є характерним для рендзин), утворюється водотривка зерниста структура [97].

Найістотніші зміни внаслідок освоєння рендзин відбувається з вмістом водотривких агрегатів. В. В. Медведєв відзначає, що тривале сільськогосподарське використання рендзин призводить до значного зменшення вмісту водостійких агрегатів ( $>0,25$  мм) і зниження показників водостійкості [127]. Так сума водотривких агрегатів  $>0,25$  мм у гумусово-аккумулятивному горизонті цілинних рендзин складає 80–90%, а в агрорендзинах їх вміст знижується до 50–55%. Це насамперед пов'язано із різким зменшенням вмісту загального гумусу (з 12–15% у цілинних рендзинах, до 3–6% під ріллею та перелогами), меншою ємністю вбирання, та нижчою карбонатністю.

Зазначені особливості структурного складу рендзин на цілині і на ріллі наочно відображено на трикутнику Фере (рис. 5.22), де структурність оцінюється однією міткою. Показники цілини концентруються в правому нижньому кутку трикутника, де відмічається максимальний вміст корисної структури і мінімальна кількість брил. Лівіше від них розташовуються показники ріллі внаслідок помітного зниження вмісту агрономічно цінної структури і збільшення вмісту брил.

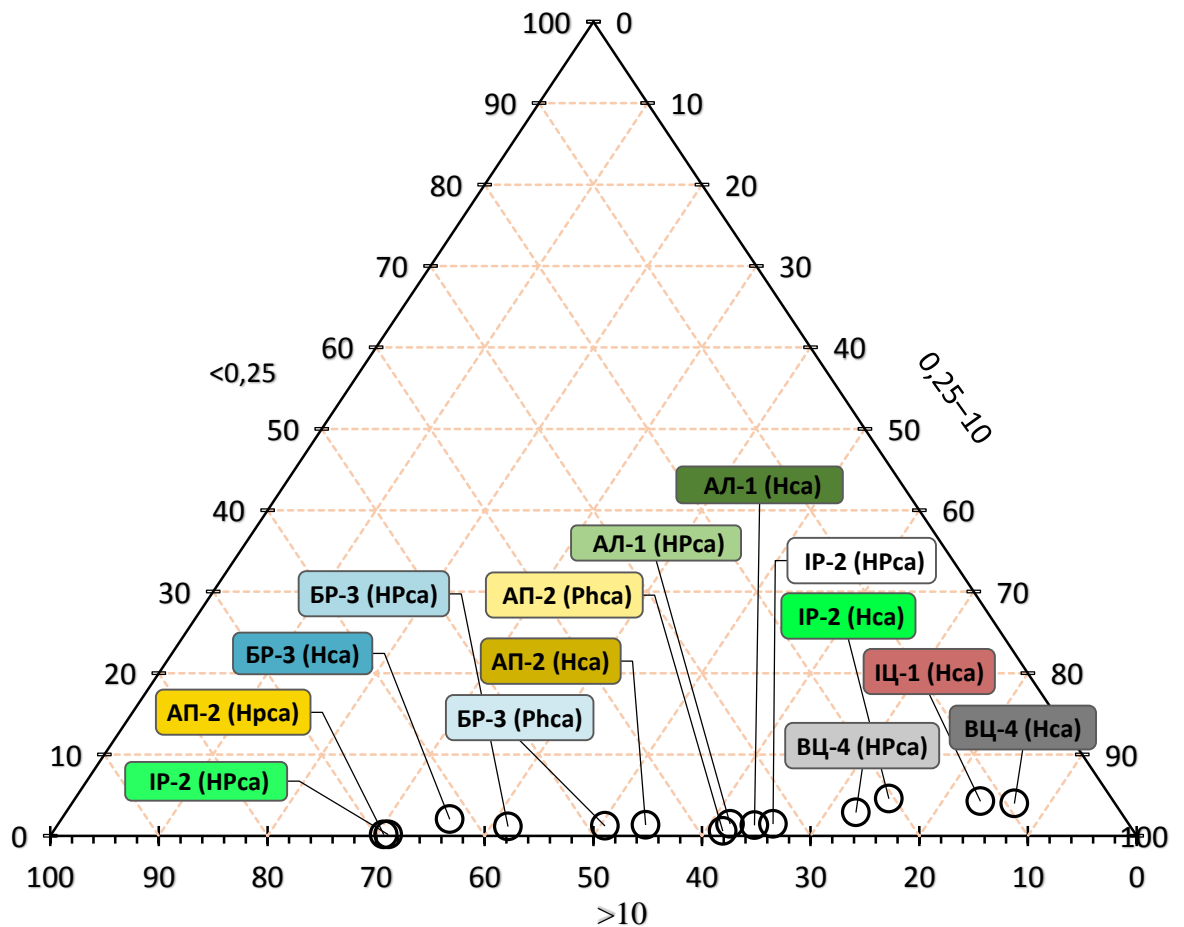


Рис. 5.22. Структурний склад рендзин Подільських Товтр

Отже, загалом результати вивчення агрегатного складу рендзин Подільських Товтр, свідчать, що в процесі сільськогосподарського використання спостерігається тенденція до погіршення структурно-агрегатного складу досліджуваних ґрунтів. Це в першу чергу зумовлено значним механічним впливом на ґрунт, який інтенсифікує процеси дегуміфікації, вилуговування та декарбонатизації верхніх горизонтів цих ґрунтів.

### 5.2.3. Складення та процеси його формування

Основними інтегральними показниками, які визначають складення ґрунту є щільність твердої фази, щільність будови, загальна шпаруватість і шпаруватість аерації.

Щільність твердої фази є одним із найстабільніших показників фізичного стану ґрунтів і залежить від його хімічного та органо-мінералогічного складу визначаючись співвідношенням та середньою величиною щільності речовин у ґрунтовій товщі. Порівняно з іншими величинами вона є найменш динамічною у часі та коливається у вузьких межах [97, 163].

Середні значення показників щільності твердої фази рендзин Подільських Товтр і результати їх статистичної обробки наведені в таблиці 5.7 та графічно зображені на рисунку 5.23.

Таблиця 5.7

## Загальні фізичні властивості рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина, см	Щільність твердої фази, г/см <sup>3</sup>	Щільність будови, г/см <sup>3</sup>	Загальна шпаруватість, %	Шпаруватість аерації, %
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	6–21	2,34	0,81	65,38	52,85
Phca	21–26	2,59	–	–	–
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	3–24	2,29	0,81	64,64	49,87
НРса	24–41	2,43	0,93	61,79	45,19
Phca	41–58	2,63	–	–	–
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-степова рослинність)					
Нса	3–18	2,36	0,83	65,43	48,04
НРса	18–37	2,52	0,98	58,48	39,99
Phca	37–55	2,62	–	–	–
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)					
Нса	3–22	2,48	0,82	66,90	51,76
НРса	22–48	2,58	1,01	60,88	43,19
Phca	48–66	2,61	–	–	–
Рендзина типова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків, МД «Вербка», розріз ВЛ-5 (ліс)					
Нса	3–31	2,57	0,87	66,26	64,18

Генетичні горизонти	Глибина, см	Щільність твердої фази, г/см <sup>3</sup>	Щільність будови, г/см <sup>3</sup>	Загальна шпаруватість, %	Шпаруватість аерації, %
НРса	31–44	2,57	1,12	56,52	54,29
Рhса	44–59	2,64	–	–	–
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)					
Нса <sub>орн</sub>	0–14	2,67	0,95	64,34	48,76
Нса <sub>п/орн</sub>	14–27	2,72	1,34	50,59	30,12
Нрса	27–47	2,73	1,18	56,84	38,05
НРса	47–62	2,73	–	–	–
Рhса	62–69	2,75	–	–	–
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)					
Нса <sub>орн</sub>	0–10	2,52	0,92	50,92	31,65
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	2,64	1,34	46,56	27,72
Нрса	22–42	2,61	1,37	44,75	27,09
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)					
Нса <sub>орн</sub>	0–10	2,64	1,26	51,94	30,08
Нса <sub>п/орн</sub>	10–24	2,70	1,49	44,71	22,32
Нрса	24–50	2,73	1,28	53,05	31,14
Рhса	50–60	2,74	–	–	–
Парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Скалат», розріз СЦ-3 (цілина, лучно-стєпова рослинність)					
Нса	2–16	2,52	0,88	65,08	52,32
Нрса	16–32	2,55	1,06	58,43	40,40
Рhса	32–61	2,60	–	–	–

Примітка: подано середні показники фізичних властивостей, n = 5; МД – модальна ділянка.

Отримані результати досліджень щільності твердої фази рендзин Подільських Товтр свідчать, що її показники коливаються у вузькому діапазоні величин і закономірно зростають вниз по профілю. Як зазначають І. М. Гоголев та А. А. Кирильчук [52, 97], це зумовлено тим, що рендзини характеризуються:

- наявністю тісного зв'язку з вихідною ґрунтоутворюючою породою;



- слабодиференційованим профілем за гранулометричним складом;
- відсутністю ознак шаруватості у профілі та незначним привнесенням ззовні аллохтонного матеріалу;
- рівномірним розподілом у ґрунтовому профілі теригенного матеріалу автохтонного походження;
- зменшенням з глибиною органічної частини ґрунтової маси.

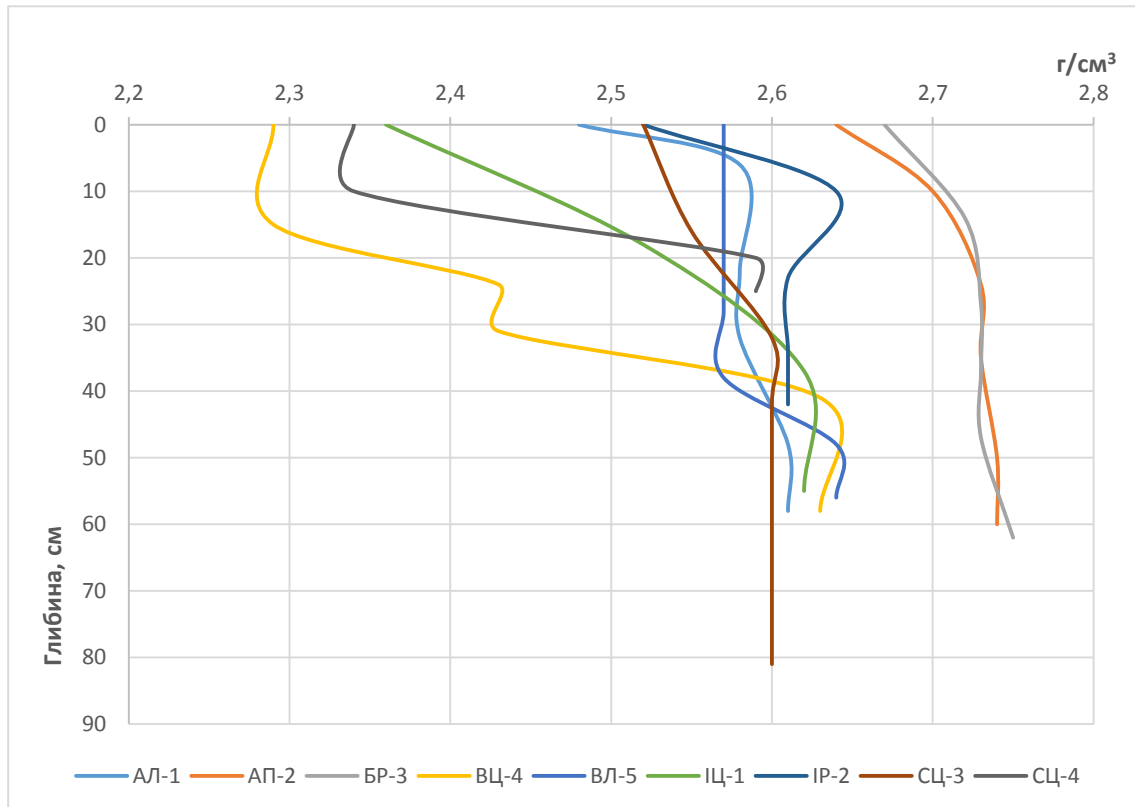


Рис. 5.23. Профільний розподіл щільності твердої фази ґрунтин ґрунтинних Товтр Подільських

Найменші значення щільності твердої фази властиві для гумусо-аккумулятивних горизонтів (Hca) цілих ділянок ґрунтин, де вони становлять 2,29–2,36 г/см³, що насамперед, зумовлено високим вмістом органічних речовин. Збільшення вниз по профілю щільності твердої фази ґрунтин корелює із зменшенням вмісту гумусу у тому ж напрямі та нерівномірним зростанням теригенного матеріалу. Особливо чітко це проявляється при переході від гумусо-аккумулятивного (Hca) до перехідного гумусового горизонту (HPca) та в нижній частині ґрунтового профілю у

перехідному гумусованому горизонті (Phca), де значення щільності твердої фази зростають до 2,60–2,64 г/см<sup>3</sup>.

Однією із найважливіших фізичних властивостей ґрунтів є щільність будови, яка характеризує величини та геометрію порового простору, зумовлює їхній водний, повітряний і тепловий режими, а також певною мірою біологічну активність. У працях багатьох науковців [8, 92, 93, 127, 128], показники щільності будови ґрунтів є пріоритетним діагностичним критерієм при визначенні ступеня окультуреності ґрунтів.

Щільність будови ґрунту залежить від гранулометричного складу, структури, її водостійкості та механічної міцності, шпаруватості, вологості ґрунту, складу ввібраних основ, вмісту та якісного складу гумусу та ін. Її показники надзвичайно мінливі у просторі і часі, особливо, у верхніх горизонтах ґрунту, які зазнають інтенсивної дії антропогенного впливу [98].

Н. А. Качинський розробив класифікацію щільності будови гумусового горизонту ґрунтів, де встановив такі межі (г/см<sup>3</sup>):

- менше 1,00 – дуже пухкий або збагачений органічним речовинами;
- 1,00–1,20 – пухкий;
- 1,20–1,40 – середньоущільнений;
- 1,40–1,50 – щільний;
- понад 1,50 – дуже щільний [92].

Проведені нами дослідження показали, що показники щільності будови рендзин Подільських Товтр змінюються в широкому діапазоні значень, що зумовлено як складом та співвідношенням органо-мінеральної частини ґрунтів, так і різним ступенем антропогенного навантаження (табл. 5.7, рис. 5.24).

Найменшими показниками щільності будови характеризуються рендзини типові, сформовані під лучно-степовою рослинністю на цілих ділянках вершин товтр, де її значення у верхніх генетичних горизонтах (Hca)

коливаються від 0,81 до 0,88 г/см<sup>3</sup>, і збільшуються вниз по профілю до 0,93–1,06 г/см<sup>3</sup>.

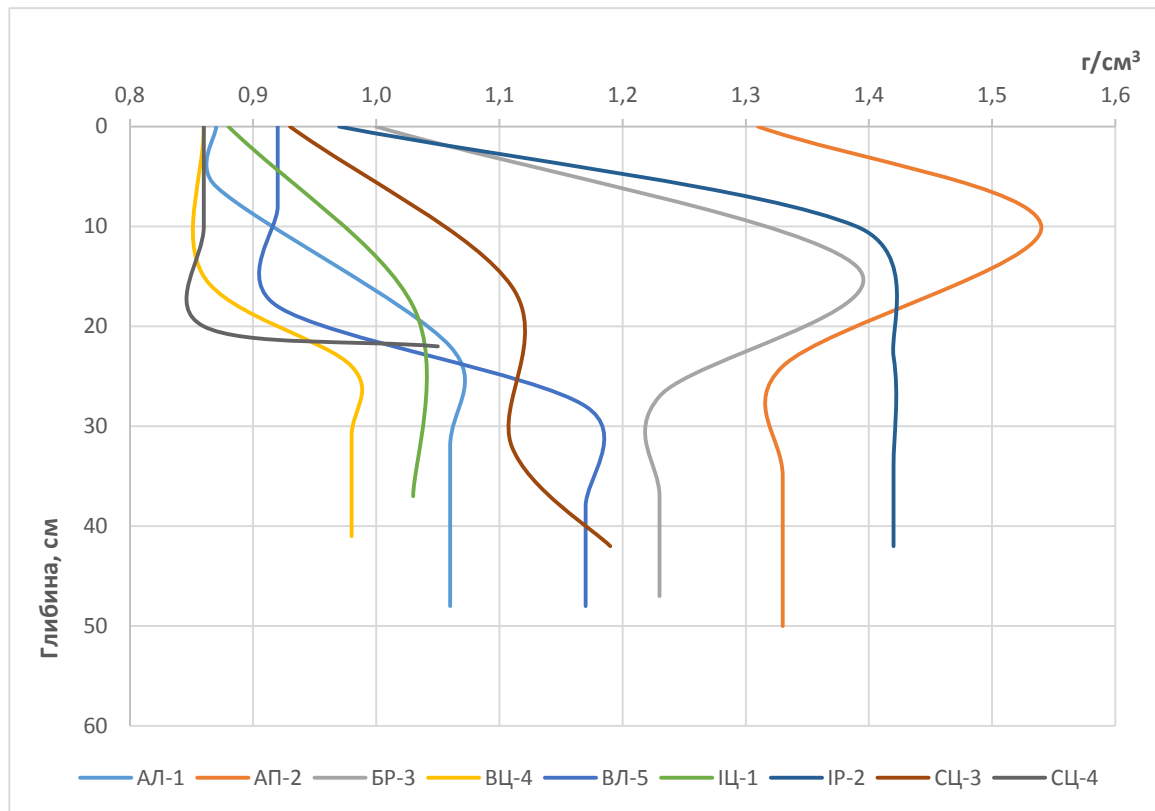


Рис. 5.24. Профільний розподіл щільності будови ґрунту в різних точках дослідження ґрунтів Подільських Товтр

Проте, найбільш чітко відмінності між показниками щільності будови досліджуваних ґрунтів проявляються не між ґрунтами різних стадій онтогенезу, які перебувають в природному стані, а між ґрунтами цілих ділянок та ґрунтами, що зазнали освоєння (агроґрунтами), оскільки, як ми зазначали, сільськогосподарське використання ґрунту, зумовлює дуже швидку втрату їхніх природних фізичних і фізико-хімічних властивостей.

Зокрема, дослідженнями І. М. Гоголева встановлено, що систематична оранка на одну і ту ж саму глибину, зумовлює формування в ґрунті дуже щільного підорного горизонту з чітко вираженою в його верхній частині підплужною підшовою, де показники щільності будови досягають значень 1,42–1,47 г/см<sup>3</sup>. Цьому сприяє дуже пухке вихідне складення ґрунту, що з

одного боку, є генетичною особливістю цих ґрунтів, а з іншого – сприятливою умовою для деформації [52]. Наші дослідження показали, що щільність будови підорних горизонтів рендзин Подільських Товтр коливається в межах 1,35–1,49 г/см<sup>3</sup>, тоді як на такій ж глибині в межах цілинних ділянок даний показник менше 1,0 г/см<sup>3</sup>.

Окрім того, через малу потужність ґрунтового профілю, рендзини в процесі освоєння зазнають ущільнення в межах усього профілю. Щільність будови верхнього гумусового горизонту (Hca), теж зазнає змін, і на цілинних та малопорушених ділянках Подільських Товтр її показники знаходяться в межах 0,8–0,9 г/см<sup>3</sup>, а на перелогах та ріллі сягають значень 1,20–1,40 г/см<sup>3</sup>

Важливим при діагностиці ґрунтових процесів та функцій є дослідження шпарового простору, оскільки саме у шпарах розміщені газоподібна, рідка і жива фази ґрунту. Загальна кількість шпар, їхні розміри і форма є визначальними для кількісного співвідношення фаз та умов переміщення ґрунтових розчинів, повітря, тепла, живих організмів та росту коренів рослин. Тому шпаруватість ґрунту опосередковано впливає на його водні і теплові властивості, а також водно-повітряний, тепловий, окисно-відновний і поживний режими [97, 127].

Шпаруватість ґрунту залежить від гранулометричного складу, структурно-агрегатного стану, діяльності ґрунтової фауни, вмісту і розподілу органічних речовин, а в орних ґрунтах – від обробітку та застосування різноманітних прийомів меліорації [97].

Детальний аналіз опублікованих матеріалів та проведені нами дослідження, засвідчують, що рендзини Подільських Товтр характеризуються високими показниками загальної шпаруватості та шпаруватості аерації. У верхньому гумусовому горизонті цілинних рендзин загальна шпаруватість сягає значень 64–66% та зменшується вниз по профілю, що обумовлено зменшенням вмісту загального гумусу та збільшенням дисперсності (табл. 5.7). Відомо, що у рендзинах однорідного гранулометричного складу шпаруватість є функцією від щільності будови. Тому із збільшенням

щільності будови під час їхнього освоєння та інтенсивного сільськогосподарського використання в ґрунтах зменшується загальна шпаруватість. В агрорендзинах показники загальної шпаруватості у верхньому орному шарі зменшуються до 50–55%, а в підплужній підшві – до 44–50% (Рис. 5.25).

Н. А. Качинський запропонував шкалу оцінки загальної шпаруватості ґрунтів, яка виражає кількісний та якісний стан шпаруватості для верхніх горизонтів природних і антропогенно змінених ґрунтів [92]:

- 65–55% – відмінна шпаруватість;
- 55–50% – задовільна для орного шару;
- <50% – незадовільна для орного шару;
- 40–25% – надмірно низька.

Як бачимо, якісна оцінка шпаруватості агрорендзин, порівняно із цілиними варіантами знижується, що свідчить про погіршення водно-повітряного режиму ґрунту та його фільтраційної здатності. Зокрема, дослідженнями М. Брик, та А. Словінської-Юркевич [226–228] встановлено, що при оранці цілинних рендзин, ізотропність простору їхніх шпар різко змінюється анізотропністю, яка посилюється під дією ходових частин сільськогосподарської техніки та інтенсифікацією промивного режиму. Переважно тріщинуватий анізотропний простір шпар агрорендзин краще сприймає вологу, проте в ньому формуються преференціальні потоки, які зумовлюють швидке проникнення вологи вниз по профілю, або її втрати при фізичному (непродуктивному) випаровуванні. Така структура шпар не сприяє ні збереженню вологи, ні активному росту кореневої системи рослин.

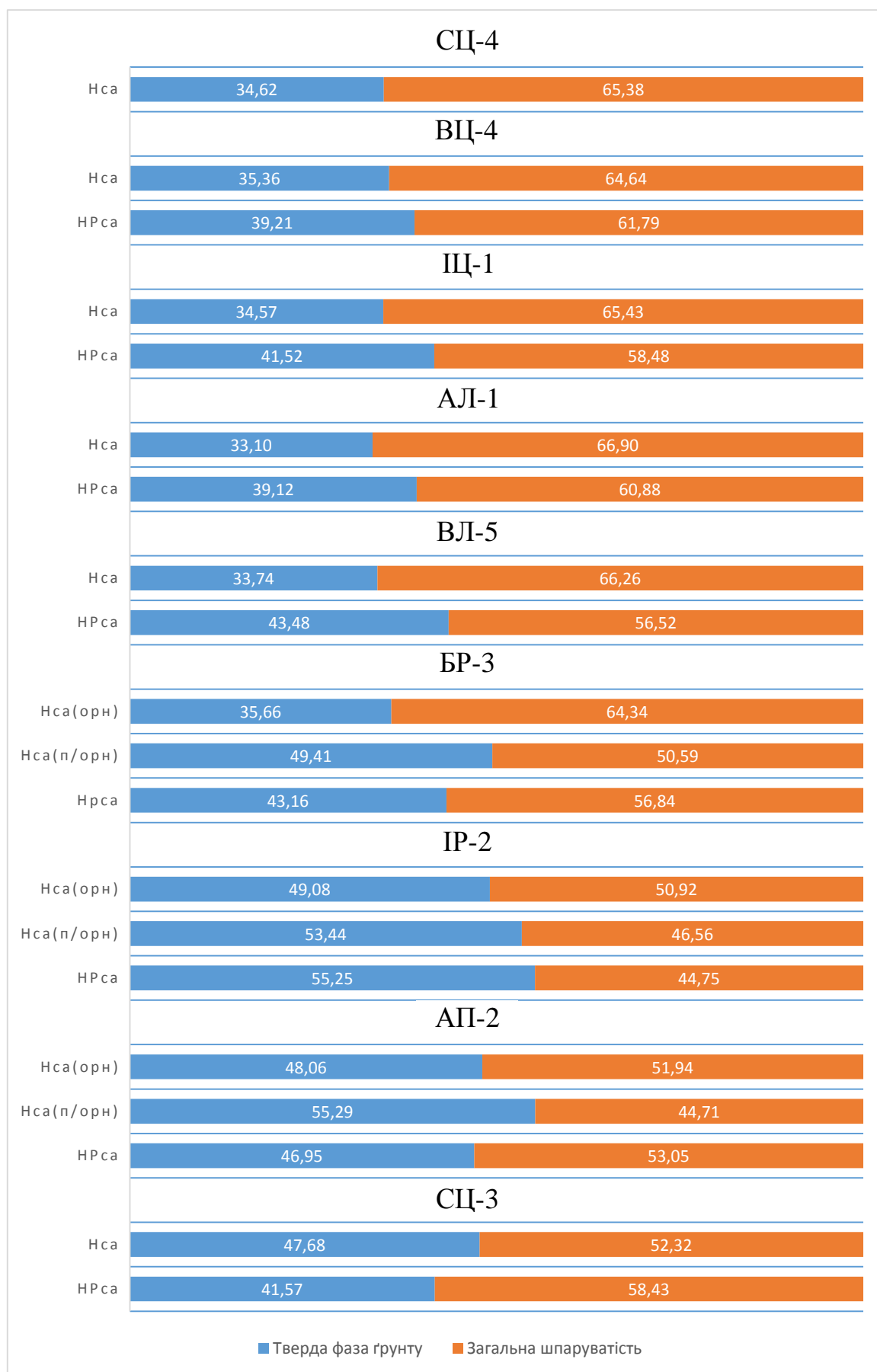


Рис. 5.25. Співвідношення твердої фази і загальної шпаруватості рендзин Подільських Товтр

Як зазначають В. В. Медведєв, П. М. Березін, М. Брик у разі ущільнення ґрунту, головні зміни відбуваються з об'ємом грубих шпар макроагрегатів та ґрунтових тріщин. Водночас, зменшення об'єму дрібних шпар у ґрунті, як правило зумовлене руйнуванням агрономічно цінних агрегатів розміром 10--0,25 мм, що призводить до зменшення показників внутрішньоагрегатної шпаруватості аерації [8, 127, 226–228]. Дослідженнями І. Б. Ревут, Н. А. Соколовської та багатьох інших науковців встановлено, що шпаруватість аерації ґрунтів не повинна бути нижчою ніж 10–15%, оскільки це зумовлює порушення газообміну між ґрунтовим і атмосферним повітрям, зростання частки CO<sub>2</sub> у ґрунтовому повітрі та домінування анаеробних процесів [127, 186].

### **Висновки до розділу 5**

1. Наявність на території Подільських Товтр карбонатних ґрунотворних порід, представлених літотамнієвими та серпуломоховатковими вапняками, а також карбонатними полігенетичними суглинками, зумовлює формування рендзин із значним вмістом CaCO<sub>3</sub> в ґрунтовому профілі. Внаслідок процесів вилугування та декарбонатизації вміст карбонатів закономірно зростає з глибиною, утворюючи декілька карбонатних смуг, що певною мірою визначають формування ґрунтових генетичних горизонтів. Максимальний вміст CaCO<sub>3</sub> спостерігається в ґрунотворних породах головного пасма, де його значення сягають понад 90%.

2. Середні значення рН рендзин досліджуваної території коливаються в межах від 7,18–7,59 у верхніх генетичних горизонтах, до 7,69–7,88 в нижніх, що чітко корелює із вмістом карбонатів. При цьому спостерігається деяке зменшення рН у рендзинах під лісом, що зумовлено впливом деревної рослинності та інтенсифікацією процесів вилугування.

3. Встановлено, що рендзини Подільських Товтр за вмістом гумусу поділяються на три групи: рендзини вершин товтр, які знаходяться в

цілінному стані під лучно-степовою рослинністю (мають насичене темне забарвлення і вміст гумусу в горизонті Нса близько 15% з різким зниження по профілю), рендзини схилів товтр, які знаходяться під лісовою рослинністю або зазнали деградації, внаслідок сільськогосподарського використання (вміст гумусу в горизонті Нса 3,9–4,5% з поступовим зменшенням вниз по профілю); бурі рендзини та парарендзини схилів товтр, сформовані на облесованому елювії-делювії літотамнієвих і серпуло-моховаткових вапняків та карбонатних полігенетичних суглинках (вміст гумусу в горизонті Нса 2,7–3,0%). Такий розподіл частково зумовлений різним вмістом  $\text{CaCO}_3$ , який сповільнює розкладання свіжих рослинних залишків, підсилює процеси гуміфікації, та сприяє закріпленню прогумусованих речовин в ґрунті у стійкій формі, що не допускає їх подальшого розкладу.

4. Досліджувані ґрунти характеризуються низьким ступенем гуміфікації (7,54–17,77), що зумовлено їх відносною молодістю, лімітуючим впливом  $\text{CaCO}_3$  та на деяких ділянках – інтенсивним розвитком дернового процесу під лучно-степовими фітоценозами. Отримані показники  $C_{ГК} : C_{ФК}$  свідчать про переважаючий гуматний та фульватно-гуматний тип гумусу. Загалом, рендзин Подільських Товтр, що знаходяться на початкових стадіях онтогенетичного розвитку характерне домінування вмісту ГК над ФК в усіх трьох фракціях (ГК-1 : ФК-1а+ФК-1, ГК-2 : ФК-2, ГК-3 : ФК-3). В процесі онтогенетичного розвитку, частка фульвокислот збільшується, і в бурих (бруніфікованих) рендзинах та парарендзинах фракції ФК домінують над ГК.

5. Гранулометричний склад рендзин Подільських Товтр характеризується значною варіабельністю показників як в межах генетичних горизонтів одного ґрунтового профілю, так і в межах різних ґрунтових розрізів, що характеризують рендзини, які знаходяться на різних стадіях онтогенезу. Це зумовлено різнотипними ґрунтоутворюючими породами та різною інтенсивністю процесів вилугування. Накопичення мулистих часток в генетичних горизонтах рендзин відбувається здебільшого у формі нерозчинного залишку вихідної ґрунтоутворюючої породи, а її нерівномірний



розподіл у межах профілю зумовлений сукупністю явищ, головними серед яких є переміщення, перерозподіл і акумуляція тонкодисперсної частини досліджуваних ґрунтів.

6. Встановлено, що структурний стан досліджуваних ґрунтів залежить насамперед від рівня антропогенного впливу, який зумовлює значні зміни, що супроводжуються руйнуванням структури, погіршенням водотривкості структурних агрегатів, утворенням брилуватих окремоостей. Коефіцієнт структурності агрорендзин знижується в 1,5–3,5 рази порівняно із цілиними варіантами.

7. Загальні фізичні властивості рендзин значною мірою залежать від комплексного прояву елементарних ґрунтових процесів, які характеризують стадії їхнього онтогенетичного розвитку та рівня антропогенного навантаження. Зокрема показники щільності будови коливаються від 0,81–0,88 г/см<sup>3</sup> у верхніх генетичних горизонтах Нса цілиних ділянок товтр, до 1,42–1,47 г/см<sup>3</sup> в межах підплужної підшви агрорендзин. Аналогічно погіршуються і показники загальної шпаруватості та шпаруватості аерації, що зумовлює порушення газообміну між ґрунтовим і атмосферним повітрям, зростання частки СО<sub>2</sub> у ґрунтовому повітрі та домінування анаеробних процесів.

## РОЗДІЛ 6

### МОРФОГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР

Морфологічні ознаки ґрунтового профілю є стійкою зовнішньою характеристикою, що відображає його властивості, особливості походження та розвитку. Як зазначають Б. Г. Розанов та В. В. Добровольський майже усі внутрішні особливості ґрунтів (мінеральний склад, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та ін. властивості), прямо чи опосередковано відображаються у його зовнішньому вигляді – морфології [165, 192, 193]. Власне тому, вивчення морфологічних ознак є одним із найдоступніших та найпоширеніших методів дослідження ґрунтів, що дозволяє безпосередньо в польових умовах робити обґрунтовані висновки про переважання та особливості розвитку тих чи інших ґрунтоутворних процесів (як природних так і антропогенних), а також сформулювати уявлення про їхній перебіг впродовж історичного розвитку ґрунту.

Морфологічні особливості рендзин Подільських Товтр вивчені достатньо добре, і описані в наукових працях О. Г. Набоких, В. О. Гериневича, В. Лозинського, А. Мусієровича, Н. М. Іжевської, С. А. Онопрієнка, Д. І. Ковалишин, Ф. П. Топольного, Б. В. Миця, С. П. Позняка, А. А. Кирильчука та ін. [50, 78, 97, 143, 144, 147, 185, 246, 250].

Більшість з цих авторів зазначають, що найхарактернішою узагальненою морфологічною ознакою рендзин є диференціація їхнього ґрунтового профілю на три генетичні горизонти: Аса (Нса) → АСа (НРса) → Са (Рса), потужність яких залежить від розвиненості профілю. Проте залежно від особливостей та величини прояву тих чи інших ґрунтоутворних процесів можуть також формуватись верхній та нижній перехідні горизонти Нрса та Ррса. Зокрема, І. М. Гоголев у своїх наукових працях, виділяє нижній гумусований горизонт Ррса, який діагностує за морфологічними ознаками

(сірувато-біле забарвлення, різке збільшення кількості і розміру уламків ґрунотворних порід) та чітко вираженим різким зменшенням вмісту гумусу. Його формування, на думку автора, зумовлене інтенсивним вилуговуванням ґрунотворної породи із верхніх ґрунтових горизонтів [52].

Зазначимо, що ґрунтовий профіль рендзин Подільських Товтр, з одного боку гетерогенний (сформований різними елементарними ґрунтовими процесами, які діють з різною інтенсивністю і просторовою локалізацією), а з іншого – гетерохронний (різні частини і ознаки профілю сформувались у різний час). Відповідно одні морфологічні ознаки ґрунту є результатом сучасних процесів, інші – результатом давніх процесів, які відповідали іншому поєднанню чинників ґрунотворення, а у даний час або відсутні, або мають значно меншу інтенсивність. Деякі автори (М. Б. Хітров, В. Ф. Вальков) також зазначають, що одночасно із процесами гетерогенізації у рендзинах відбувається гомогенізація ґрунтового профілю, зумовлена процесами біологічної, механічної, фізико-хімічної та антропогенної педотурбації [12, 219].

Результати узагальнення та аналізу даних морфологічної будови рендзин одержаних нами при проведенні ґрунтово-географічних досліджень у 2013–2016 рр. наведено у таблицях 6.1–6.2 та додатках Е, Ж. Для позначення генетичних горизонтів досліджуваних рендзин використана система індексів запропонована О. Н. Соколовським (1956) з доповненнями запропонованими С. П. Позняком та А. А. Кирильчуком [97, 204].

На підставі вивчення будови ґрунтових профілів рендзин Подільських Товтр, виділимо наступні морфогенетичні особливості досліджуваних ґрунтів:

- потужність гумусованого профілю рендзин Подільських Товтр коливається від кількох сантиметрів у ініціальних рендзинах вершин товтр до 60–80 см у бурих парарендзинах схилів товтр.
- у рендзинах, під лісовою рослинністю на поверхні ґрунту формується опадогенний горизонт (Но), потужністю 2–4 см, в якому за інтенсивністю мікробіологічних процесів та складом виділяється два шари:

Таблиця 6.1

## Морфологічні властивості рендзин Подільських Товтр

Генетичні горизонти	Глибина, см	Забарвлення	Гранулометричний склад	Структура ґрунту	Включення
Рендзина неповнорозвинена на щільних літотамнієвих вапняках, МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)					
H <sub>d</sub>	0–6	–	–	–	–
H <sub>ca</sub>	6–21	Темно-сіре (10YR 2/1)	легкосуглинковий	порохувато-дрібногрудкувата	Окремі уламки породи, d = <0,5 см
Ph <sub>ca</sub>	21–26	Сірувато-біле (10YR 5/1)	легкосуглинковий	дрібногрудкувата	Уламки породи, d = <5 см
Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків, МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-стєпова рослинність)					
H <sub>d</sub>	0–3	–	–	–	–
H <sub>ca</sub>	3–24	Темно-сіре (10YR 2/1–3/1)	легкосуглинковий	порохувато-дрібногрудкувата	Окремі уламки породи, d = <0,5 см
HP <sub>ca</sub>	24–41	Сіре з бурувато-білуватим відтінком (10YR 4/1)	середньосуглинковий	дрібногрудкувата	Уламки породи, d = <3 см
Ph <sub>ca</sub>	41–58	Сірувато-біле (10YR 5/1–7/1)	середньосуглинковий	дрібногрудкувата	Багато уламків породи, d = <4 см
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-стєпова рослинність)					
H <sub>d</sub>	0–3	–	–	–	–
H <sub>ca</sub>	3–18	Темно-сіре (10YR 3/1)	легкосуглинковий	дрібногрудкувато-порохувата	Окремі уламки породи, d = <7 см

Продовження таблиці 6.1

Генетичні горизонти	Глибина, см	Забарвлення	Гранулометричний склад	Структура ґрунту	Включення
HPca	18–37	Сіре з бурувато-білуватим відтінком (10YR 5/1)	середньосуглинковий	дрібногрудкувата	Уламки породи, d = <10 см
Phca	37–55	Сірувато-біле (10YR 7/1)	середньосуглинковий	дрібногрудкувата	Багато уламків породи, d = <20 см
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)					
H <sub>0</sub>	0–3	–	–	–	–
Hca	3–22	Темно-сіре (10YR 3/1)	середньосуглинковий	грудкувато-дрібногоріхувата	Окремі уламки породи, d = <2 см
HPca	22–48	Сіре з бурим і білуватим відтінками (10YR 5/1–5/2)	середньосуглинковий	зернисто-дрібногрудкуватої	Уламки породи, d = <5 см
Phca	48–66	Сірувато-біле з бурим відтінком (10YR 7/1–7/2)	середньосуглинковий	дрібнозем безструктурний	Дуже багато уламків породи, d = <8 см
Рендзина типова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків, МД «Вербка», розріз ВЛ-5 (ліс)					
H <sub>0</sub>	0–3	–	–	–	–
Hca	3–31	Темно-сіре з бурим відтінком (10YR 3/2–4/2)	середньосуглинковий	дрібногоріхувата	Уламки породи, d = <3 см
HPca	31–44	Сіре з бурим і білуватим відтінками (10YR 6/2–6/3)	середньосуглинковий	зернисто-дрібногрудкувата	Багато уламків породи, d = <10 см
Phca	44–59	Сірувато-біле з бурим відтінком (10YR 7/2–7/3)	середньосуглинковий	дрібнозем безструктурний	Дуже багато уламків породи, d = <20 см
Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків, МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)					

Продовження таблиці 6.1

Генетичні горизонти	Глибина, см	Забарвлення	Гранулометричний склад	Структура ґрунту	Включення
Нса <sub>орн</sub>	0–14	Темно-сіре (10YR 3/1)	легкосуглинковий	порохувато-брилувата	Уламки породи, d = <4 см
Нса <sub>п/орн</sub>	14–27	Темно-сіре з буруватим відтінком (10YR 4/1–4/2)	середньосуглинковий	горіхувато-брилувата	Уламки породи, d = <4 см
Нрса	27–47	Темно-сіре з бурувато-білуватим відтінком (10YR 4/2)	середньосуглинковий	грудкувато-брилувата	Уламки породи, d = <5 см
НРса	47–62	Світло-сіре з бурим відтінком (10YR 5/2)	середньосуглинковий	дрібногрудкувата	Багато уламків породи, d = <5 см
Рнса	62–69	Сірувато-біле (10YR 7/2)	важкосуглинковий	дрібнозем безструктурний	Дуже багато уламків породи, d = <5 см
Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)					
Нса <sub>орн</sub>	0–10	Бурувато-сіре (10YR 4/2)	легкосуглинковий	порохувато-дрібногрудкувата	Уламки породи, d = <2 см
Нса <sub>п/орн</sub>	10–22	Темно-сіре (10YR 3/2)	легкосуглинковий	грудкувато-брилувата	Уламки породи, d = <4 см
НРса	22–42	Темно-сіре з буруватим відтінком (10YR 5/2–6/1)	середньосуглинковий	грудкувата	Багато уламків породи, d = <5 см
Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)					
Нса <sub>орн</sub>	0–10	Бурувато-сіре (10YR 4/2)	середньосуглинковий	порохувато-дрібногрудкувата	Окремі уламки породи, d = <3 см
Нса <sub>п/орн</sub>	10–24	Сірувато-буре (10YR 3/2)	середньосуглинковий	великогоріхувата	Багато уламків породи,

Закінчення таблиці 6.1

Генетичні горизонти	Глибина, см	Забарвлення	Гранулометричний склад	Структура ґрунту	Включення
					d = <5 см
НРса	24–50	Буре з білуватим відтінком (10YR 5/3–6/1)	важкосуглинковий	грудкувата	Багато уламків породи, d = <5 см
Рнса	50–60	Світлобуре з білуватим відтінком (10YR 7/3–8/1)	важкосуглинковий	дрібнозем безструктурний	Дуже багато уламків породи, d = <8 см
Парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків, МД «Скалат», розріз СЦ-3 (цілина, лучно-стєпова рослинність)					
Н <sub>0</sub>	–	–	–	–	–
Нса	2–16	Темно-сіре з буруватим відтінком (10YR 3/2)	середньосуглинковий	дрібногрудкувато-горіхувата	Окремі уламки породи, d = <2 см
НРса	16–32	Сіре з бурувато-білуватим відтінком (10YR 5/3)	середньосуглинковий	дрібногрудкувата	Уламки породи, d = <3 см
Рнса	32–61	Сірувато-палеве (10YR 7/4)	середньосуглинковий	слабовиражена дрібногрудкувата	Багато уламків породи, d = <5 см

Примітка: МД – модальна ділянка

перший потужністю до 2–3 см представлений малозміненим або напіврозкладеним минулорічним лісовим опадом, який не втратив своєї анатомічної будови, і другий – потужністю до 2 см представлений ферментованим або сильнорозкладеним лісовим опадом бурого або темно-бурого забарвлення.

Як зазначає І. М. Гоголев, виявлена шаруватість лісової підстилки зумовлена насамперед домінуванням грибного процесу її розкладу, оскільки наявність у лісовому опаді дубильних речовин та смол створює токсичні для бактеріальної мікрофлори умови, що пригнічує її розвиток [52].

- у цілих рендзинах, які сформувались під лучно-степовою рослинністю формується дерновий горизонт Hd потужністю до 5–6 см.

- у профілі слабдорозвинених рендзин виділяються добре виражений гумусово-акумулятивний (Hca) і слабовиражений, часто невитриманий з глибиною, перехідний гумусований (Phca) генетичні горизонти, потужність яких загалом становить до 20–25 см (табл. 6.1). Їхнє формування зумовлене інтенсивним проявом процесів гумусоутворення і гумусонакопичення на початкових (ініціальних) стадіях ґрунтоутворення. Як зазначає О. М. Геннадієв, надзвичайно інтенсивне накопичення органічної речовини відбувається упродовж перших сотень років формування профілю, коли внаслідок сукцесійного розвитку спостерігаються найбільші темпи приросту живої біомаси рослинного покриву [42, 43].

- найкраще виражені генетичні горизонти у профілі повнорозвинених рендзин типових, серед яких виділяються: гумусо-акумулятивний (Hca), перехідний гумусовий (переважно HРca, інколи також Hрca) та перехідний гумусований (Phca) горизонти, співвідношення потужностей між якими свідчить про розтягування гумусового профілю, диференціацію вмісту та балансу органічних і мінеральних речовин практично в межах усього профілю.

Значна частина гумусованого профілю цих рендзин припадає на гумусово-акумулятивний горизонт (Hca) загальною потужністю до 24–31 см,



який характеризується виразним темно-сірим забарвленням (10YR 2/1–4/2 за шкалою Мансела), із незначною кількістю білуватих гострореберних уламків вапняків, діаметром 0,5–2 см.

Перехідний гумусовий горизонт (HPca) білувато-сірого забарвлення (10YR 5/1–6/2) потужністю 20–25 см, з характерною дрібногрудкуватою структурою містить значну кількість уламків літотамнієвих та серпуломоховаткових вапняків, 80 % з яких мають діаметр більше 2 см. На головному пасмі в цьому горизонті часто наявні окремі включення розміром понад 10 см.

Перехідний до материнської породи горизонт (Phca) на 70% складається з уламкового матеріалу материнської породи та майже 30% – із дрібнозему, представленого глинисто-гумусовим матеріалом, змішаним з аморфними продуктами вивітрювання літотамнієвих, мікробіалітових, серпуломоховаткових та інших вапняків. Схили головного пасма і бічних товтр характеризуються наявністю елювіально-делювіальних шлейфових відкладів, де спостерігається зменшення розмірів уламків породи та збільшення частки глинистого матеріалу. Потужність горизонту Phca близько 15–20 см. Дрібноземна частина горизонту – безструктурна.

- для бурих рендзин та парарендзин схилів товтр характерні процеси бруніфікації, які внаслідок вивільнення з первинних мінералів сполук Fe зумовлюють інтенсифікацію бурого забарвлення (10YR 4/2–6/4) у перехідному гумусовому (HPca) та гумусованому (Phca) генетичних горизонтах. Також, окрім характерного сірувато-бурого забарвлення, для цих ґрунтів характерні значно нижчі показники вмісту гумусу в верхньому горизонті (2–3 %), та важкосуглинковий гранулометричний склад.

- закипання від 10% розчину HCl в межах вершинних ділянок головного пасма та на гостроверхих бічних масивах товтр суцільне, сильне з поверхні і бурхливе по профілю. Під лісовою рослинністю, та на схилах товтр спостерігається фрагментарне поверхнєве закипання і суцільне з глибини 8–10 см, що зумовлено інтенсифікацією процесів вилугування.

- характерною особливістю рендзин Подільських Товтр є наявність у профілі елювію вихідної ґрунтотворної породи у вигляді уламків різного розміру і форми, та тонкодисперсного карбонатного матеріалу, який у дрібноземі морфологічно не виражений. У процесі внутрішньоґрунтового вивітрювання відбувається розчинення і вилуговування карбонатів, причому основна їх маса виноситься за межі ґрунтового профілю і, частково, відкладається на певній глибині в тріщинах і порожнинах породи у вигляді кольматаційних утворень. Таке різного роду вилуговування карбонатів, є основою онтогенезу рендзин і покладене в їх класифікаційний поділ [97]. Загалом для рендзин характерний ілювіально-прогресивний тип карбонатного профілю. Кількість карбонатів змінюється від 1–10 % у верхньому гумусовому горизонті (Hca) до 70 % і більше у материнській породі.

Як видно з таблиці 6.1 переважна більшість рендзин типових та неповнорозвинених характеризуються виразним темно-сірим забарвленням гумусо-аккумулятивного горизонту з різною інтенсивністю буруватого відтінку (10YR 2/1–4/2). При цьому зазначимо, що інтенсивність буруватого і бурого відтінків зростає у досліджуваних ґрунтах з підвищеним вмісту  $Fe_2O_3$  та гуматно-фульватним типом гумусу, що найсильніше проявляється у бурих рендзинах та парарендзинах схилів товтр.

Дослідженнями встановлено, що переважаючою формою новоутворень у генетичному профілі більшості підтипів рендзин є тонкодисперсні карбонати, які у дрібноземі морфологічно не виражені (карбонатне просочування) та залишкові аморфні карбонати у вигляді борошнистої присипки змішаної з глинисто-гумусовим матеріалом. Для бурих рендзин та парарендзин, а також для рендзин типових сформованих на схилах властиве накопичення вторинних карбонатів у вигляді міцелію та прожилків, що зумовлено вертикальним та бічними міграційним потоками розчинених форм  $CaCO_3$ . Найчастіше вони зустрічаються вздовж ґрунтових тріщин, червоточин, а також навколо великих уламків елювію ґрунтотворної породи (рис. 6.1)



Рис. 6.1. Карбонатний міцелій під великим уламком елювію ґрунотворної породи (Розріз СЦ-3)

Зазначимо, що активна педотурбація верхніх горизонтів рендзин, внаслідок сільськогосподарського використання з однієї сторони зумовлює активне підняття елювію ґрунотворної породи з нижніх горизонтів, а з іншого – призводить до активізації процесів вилуговування та декарбонатизації. Як наслідок, природний генетичний горизонт Н<sub>са</sub> ділиться на два антропогенних: Н<sub>са<sub>орн</sub></sub> та Н<sub>са<sub>п/орн</sub></sub>, що відрізняються за структурою, щільністю будови, забарвленням та іншими властивостями. На межі між ними формується підплучна підошва.

На підставі даних статистичної обробки морфометричних показників встановлено, що рендзини Подільських Товтр мають малопотужний гумусований профіль. Середня потужність гумусово-аккумулятивного горизонту Н<sub>са</sub> досліджуваних рендзин становить 23,22 см, із стандартним відхиленням – 4,47, та коефіцієнтом варіації – 19,17%. Глибина гумусованого профілю (видимі ознаки гумусового забарвлення) досягає 56,33 см, із значним

коефіцієнтом варіації – 22,51%. Це вказує на значні відмінності в профільній морфологічній будові рендзин Подільських Товтр, обумовлені різними стадіями та напрямками їхнього онтогенетичного розвитку [34, 35].

Таблиця 6.2

## Морфометричні показники рендзин Подільських Товтр

Морфометричні показники	n	$\bar{x}$	S	$S \bar{x}$	$S \bar{x}, \%$	V, %
Потужність гумусово-акумулятивного горизонту горизонту Нса, см	9	23,33	4,47	1,49	6,39	19,17
Потужність гумусово-перехідного горизонту НРса, см	9	18,56	9,96	3,32	17,90	53,70
Потужність гумусованого перехідного горизонту Рhса	9	14,44	7,60	2,53	17,54	52,62
Нижня межа гумусованості профілю, см	9	56,33	12,68	4,23	7,50	22,51

Примітка: n – кількість аналізованих ґрунтових розрізів;  $\bar{x}$  – середнє значення; S – стандартне відхилення;  $S \bar{x}$  – похибка середнього значення;  $S \bar{x}, \%$  – відносна похибка середнього значення; V – коефіцієнт варіації.

Наведені особливості морфологічної будови рендзин Подільських Товтр загалом відображають специфіку їх формування на різних стадіях та напрямках онтогенетичного розвитку та підтверджують висновки щодо визначального впливу ґрунтотворних порід на характер розвитку ґрунтових процесів, які формують генетичний профіль рендзин, зроблені нами на підставі аналітичних даних.

**Висновки до розділу 6**

1. Потужність гумусованого профілю рендзин Подільських Товтр коливається від кількох сантиметрів у ініціальних рендзинах вершин товтр до 60–80 см у бурих парарендзинах схилів товтр.

2. У профілі неповнорозвинених рендзин виділяються добре виражений гумусово-акумулятивний (Нса) і слабовиражений, часто

невитриманий з глибиною, перехідний гумусований (Phca) генетичні горизонти, потужність яких загалом становить до 20–25 см.

3. У профілі повнорозвинених рендзин виділяються: гумусо-аккумулятивний (Hca), перехідний гумусовий (переважно HРca, інколи також Нрca) та перехідний гумусований (Phca) горизонти, співвідношення потужностей між якими свідчить про розтягування гумусового профілю.

4. Статистичний аналіз морфометричних показників рендзин Подільських Товтр свідчить про істотну різницю потужностей генетичних горизонтів досліджуваних ґрунтів і вказує різні стадії їхнього онтогенетичного розвитку.

## РОЗДІЛ 7

## ВИКОРИСТАННЯ ТА ОХОРОНА РЕНДЗИН ПОДІЛЬСЬКИХ ТОВТР

З позиції господарського освоєння – Подільські Товтри належать до територій зі значною просторовою неоднорідністю та полікомпонентністю структури природокористування. Серед найпоширеніших видів природокористування цієї території виділяють сільськогосподарське, лісове, природно-заповідне, рекреаційне, селитебне, дорожньо-будівне, гірничодобувне та мілітарне, а основними ресурсами, що при цьому використовуються – ґрунти, мінеральну сировину та біоту [27, 85–91, 139]. Провідним видом є сільськогосподарське, на частку якого припадає більше половини території Подільських Товтр (табл. 7.1, рис. 7.1).

Таблиця 7.1

Структура земельних угідь геоморфологічних підрайонів Подільських Товтр (за даними К. Л. Москалюк, з поправками автора)

Типи угідь	Збараський підрайон		Медоборський підрайон		Кам'янець-Подільський підрайон		Загалом	
	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%	км <sup>2</sup>	%
Рілля	219,6	57,5	252,7	47,4	285,5	42,6	757,8	47,8
Пасовища і сіножаті	53,2	13,9	73,4	13,8	85,9	12,8	212,5	13,4
Ліси	56,5	14,8	149,1	28,0	183,5	27,4	389,1	24,6
Кар'єри	2,2	0,6	2,5	0,5	5,5	0,8	10,2	0,6
Забудова	42,4	11,1	43	8,1	97,8	14,6	183,2	11,6
Дороги	7,7	2,0	11,9	2,2	12,5	1,9	32,1	2,0

В структурі більшості видів природокористування головним ресурсним компонентом є ґрунти, і як зазначають в свої працях С. А. Балюк, З. П. Паньків,

Н. С. Гавриш та багато інших науковців, найбільш точним (доцільним) терміном для характеристики їхнього використання є поняття – ґрунтокористування, яке передбачає використання людиною або суспільством компонентів, властивостей та функцій природних, антропогенно-перетворених і штучних ґрунтів для задоволення матеріальних, духовних потреб людини та оптимізації екологічного стану середовища життя [25–26, 155–157, 205].

Серед ґрунтів, в межах Подільських Товтр, значну частку території займають рендзини та парарендзини, які включаючи дрібні педокомбінації з сірими лісовими ґрунтами та чорноземами охоплюють близько 13,6% від загальної площі території. Проте зазначимо, що встановлення точної площі саме рендзин та парарендзин наразі неможливе без проведення додаткових обстежень та картографування структури ґрунтового покриву досліджуваної території, оскільки на ґрунтових картах як сільських рад так і областей, складених за результатами великомасштабних ґрунтових обстежень 1957–1961 рр. їх частка є значно меншою, що зумовлено діагностуванням бурих (бруніфікованих) рендзин та парарендзин як сірих лісових ґрунтів або чорноземів. Більш інформативними є карти ґрунтів, складені для деяких сільськогосподарських підприємств у 1990–2000-х роках, проте їхнього просторового охоплення недостатньо для повноцінної характеристики ґрунтового покриву всієї території Подільських Товтр.

Сучасне ґрунтокористування рендзин здійснюється по декількох основних напрямках: рілля, пасовища, сіножаті та лісове господарство, а також як території, що зазнали перетворень внаслідок функціонування промислових кар'єрів, селитебної забудови та прокладання доріг.

Використання рендзин в якості орних земель зумовлює інтенсифікацію деградаційних процесів та формування агрорендзин із своїми специфічними властивостями. На горизонтному рівні деградація рендзин зводиться до зменшення вмісту гумусу, зміни структурно-агрегатного складу, деформації шпар, ущільнення, дезагрегації, формування тріщинувато-блокової структури,

несприятливих змін гранулометричного складу та ін. В профільному відношенні зміни проявляються в інтенсифікації процесів вилуговування та декарбонатизації, появі переущільнених горизонтів, перекриті ґрунтів іншими породами, тощо [39]. Детальніше ці питання нами висвітлені в попередніх розділах.

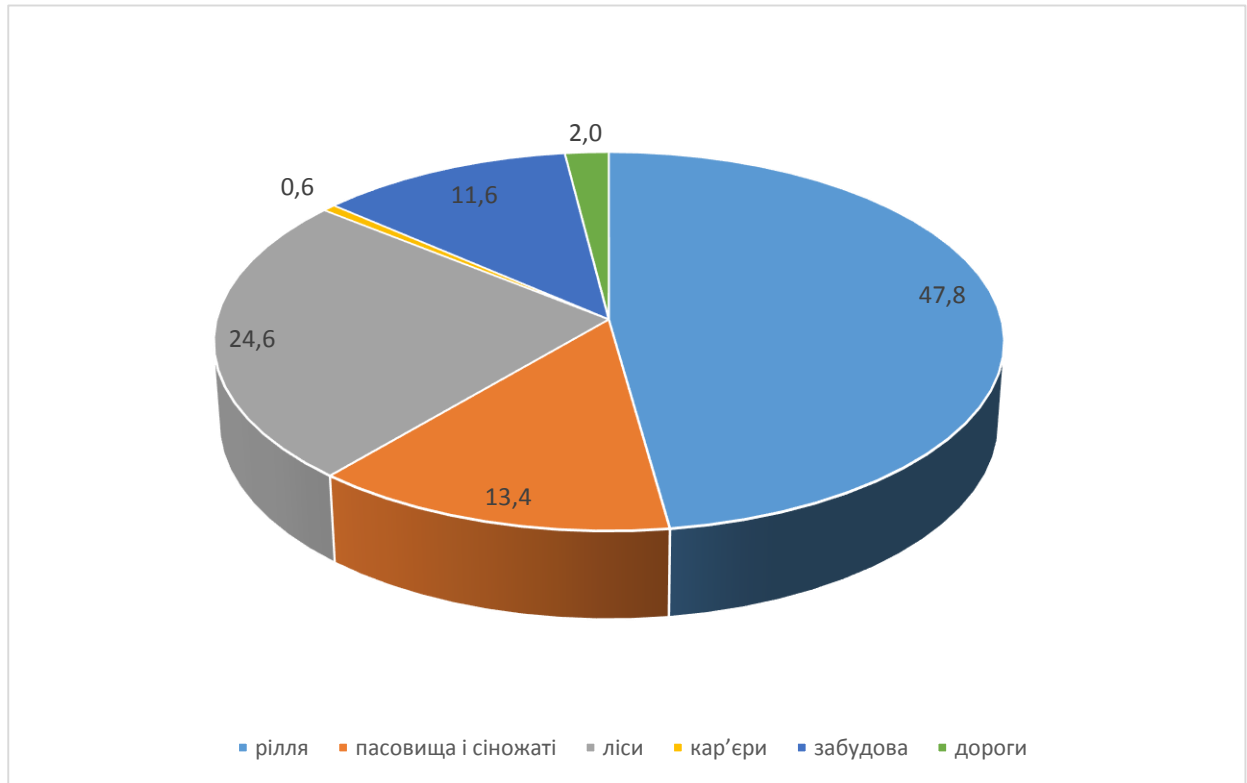


Рис. 7.1. Структура земельних угідь Подільських Товтр

Особливо значної шкоди для збереження природних властивостей рендзин Подільських Товтр було завдано під час масового освоєння територій (часто малоприсадибних для рілля) колгоспами в 50–60 рр.. ХХ століття, коли застосовувався агротехнічний прийом, щодо поглиблення орного горизонту до глибини 30 см і більше для ведення буряківництва. Це зумовило підняття малогумусного сильнокарбонатного та сильнощелебнюватого дрібнозему з нижніх горизонтів, який в подальшому перемішався із верхнім сильногумусним шаром, що в свою чергу зумовило вирівнювання їхніх фізичних та фізико-хімічних властивостей.

Окрім низької придатності рендзин для глибокої оранки, маловиправданним було і розорювання схилів товтр, оскільки їх значна



крутизна зумовила розвиток лінійної та площинної водної ерозії, які значно пришвидшилися після руйнування задернованої лучно-степовою рослинністю поверхні цих ґрунтів. Найінтенсивнішого розорювання території зазнали схили крутизною 1–3°, що становить близько 40% від загальної площі ріллі Подільських Товтр, та схили крутизною 3–5°, що становить понад 20% від загальної площі ріллі досліджуваної території (табл. 7.2).

Таблиця 7.2

Розподіл орних земель в межах Подільських Товтр залежно від крутизни схилів [139]

Крутизна поверхні, °	Площа ріллі, км <sup>2</sup>	% від загальної площі ріллі в межах Подільських Товтр
0–1	16,3	20,7
1–3	31,2	39,7
3–5	17,3	22,0
5–7	10,8	13,7
7–10	3,1	3,9
10–15	1,2	1,5

Зазначимо, що розорювання ґрунтів Подільських Товтр є нерівномірним по території, і найбільша частка ріллі зосереджена в північно-західній частині досліджуваної території, де розораність площ становить понад 50%, тоді як в центральній частині – 16%, а в південно-східній – 13% [139].

Такий розподіл ріллі зумовлений різним ступенем горизонтального та вертикального розчленування рельєфу, а також крутизною та формою схилів вищезазначених частин Подільських Товтр. При цьому, розорювання зазнали переважно міжпасмові долини, схиліві комплекси та вершинна поверхня головного пасма, тоді як бічні товтри зазвичай знаходяться «цілиними острівцями» серед орних земель (рис. 7.2).

Наприкінці 90-х років ХХ ст., через ліквідацію колгоспів, спостерігалася тенденція до вилучення з сільськогосподарського обробітку ґрунтів, які є



Рис. 7.2. Вершина Черчецьких товтр серед орних земель

малопродуктивними та знаходяться на схилах зі значною крутизною поверхні. Це зумовило формування на цих ділянках зарослих бур'янами перелогів, ґрунтовий покрив яких представлений здебільшого бурими парарендзинами та змитими сірими лісовими ґрунтами. За період консервації в цих ґрунтах відбулася часткова ренатуралізація природних властивостей: зменшилась щільність будови підорних горизонтів та частка брилуватих ґрунтових агрегатів, збільшилась загальна шпаруватість та шпаруватість аерації, зросла частка агрономічно цінних структурних агрегатів, частково відновилась грудкувато-горіхувата структура верхніх гумусових горизонтів Нса.

Значна частина території Подільських Товтр покрита лісовою рослинністю, яка представлена грабово-дубовими, дубовими, дубово-буковими та буковими лісами. Сучасна лісистість території Подільських Товтр (включаючи прилеглі ділянки) складає близько 389 км<sup>2</sup> (24,6 % від загальної площі території), причому найбільша її частка зосереджена в межах Медоборського геоморфологічного підрайону, близько 149 км<sup>2</sup> (28%) [139].

Такий розподіл лісової рослинності зумовлює деякі особливості у формуванні та розвитку рендзин, що проявляються у будові їхнього профілю та змінах в протіканні ґрунтових процесів. Зокрема у рендзинах, під лісовою рослинністю на поверхні ґрунту формується опадогенний горизонт (Но),

потужністю 2–4 см, ферментативний розклад органічних часток, в якому відбувається при домінуванні грибного процесу, оскільки, як засвідчили дослідження І. М. Гоголева наявність у лісовому опаді дубильних речовин та смол створює токсичні для бактеріальної мікрофлори умови, що пригнічує її розвиток [52].

Це значною мірою визначає загальний вміст та якісний склад гумусу рендзин, що в кінцевому результаті зумовлює відмінності у функціонуванні рендзин сформованих під лісовими та лучно-степовими фітоценозами при їх розорюванні. Окрім того, наявність лісової рослинності значно пришвидшує процеси вилуговування та декарбонатизації, змінює реакцію рН ґрунтового розчину та сприяє зміні деяких фізичних та фізико-хімічних властивостей рендзин.

Що стосується хроно-хорологічних змін лісистості території Подільських Товтр, то оверлейновий аналіз детальних топографічних карт за 1885 рік і сучасних космічних знімків, проведений К. Л. Москалюк [139] засвідчив, що лісовий покрив досліджуваної території, за останні 130 років скоротився на 8,7%. Значно порушилася суцільність лісових масивів, які тепер розділені орними землями та дорогами. Це в свою чергу, зумовило деякі порушення у функціонуванні рендзин лісових екосистем.

Найсильнішого незворотнього впливу рендзини досліджуваної території зазнають, внаслідок гірничодобувних робіт для цукрової промисловості та будівництва. На території Подільських Товтр (як в межах головного пасма, так і на бічних товтрах) зосереджено понад 80 кар'єрів, більшість із яких є діючими, що становить близько 1% площі території (рис. 7.3). Проте, гірничодобувна промисловість пов'язана із діяльністю техніки і транспортних засобів, що спричинює додаткове навантаження на прилеглі території. Окрім того, на товтрах поблизу всіх населених пунктів закладена низка дрібних вапнякових розробок, які використовує (чи використовувало) місцеве населення. Такі розробки не мають такого значного впливу на загальне збереження рифових масивів, як потужні промислові кар'єри, проте завдають

значної шкоди саме ґрунтово-рослинному покриву, а їхні дрібні розміри (проте дуже велика кількість) не дозволяють точно встановити площі зруйнованого ґрунтового покриву.



Рис. 7.3. Промисловий кар'єр із видобутку вапняків поблизу с. Вербка

Незворотність промислового впливу на рендзини при кар'єрній розробці вапняків, проявляється в повному руйнуванні цих ґрунтів разом із ґрунтоутворними породами, що унеможлиблює їхнє відновлення там, де вони раніше сформувалися. Площа таких кар'єрів в середньому становить 1,5–2 км<sup>2</sup>.

Окрім безпосередньо кар'єрів, рендзини зазнають повного руйнування і в місцях накопичення відвалів із непридатних для промисловості вапняків, проте зазначимо, що це водночас створює нові можливості для проведення ґрунтознавчих досліджень із вивчення ініціального ґрунтоутворного процесу рендзин цієї території та встановлення особливостей їхнього онтогенезу.

На території Подільських Товтр, здебільшого в міжпасмових долинах розташовано багато сільських населених пунктів, для жителів яких рендзини є головними оброблювальними ґрунтами присадибних земельних ділянок. Для «домашнього» користування це не найкращі ґрунти, оскільки їхня значна щепенюватість та специфічні фізичні та фізико-хімічні властивості не дозволяють вирощувати широкий спектр сільськогосподарських культур і

потребують додаткових агротехнічних заходів, щодо підвищення їх родючості. Проте, як свідчать наукові праці подільських краєзнавців початку ХХ століття [50, 143], в селах розташованих на південних схилах товтр, на той час значного розвитку набуло виноградарство та кісточкове садівництво, яким також сприяв м'який місцевий мікроклімат. Сучасне виноградарство та садівництво тут занепало, а селитебні території здебільшого зорієнтовані на робочі місця в гірничодобувній промисловості та зручне транспортне сполучення.

Таким чином, використання рендзин Подільських Товтр відбувається по декількох господарських напрямках і включає різні рівні антропогенного навантаження на досліджувані ґрунти. Найпоширенішим є сільськогосподарське освоєння, яке зумовлює екологічно необмежене й нераціональне використання рендзин Подільських Товтр, що в свою чергу призводить до інтенсифікації деградаційних процесів та формування агрорендзин із своїми специфічними властивостями. На сьогодні в Україні ґрунти є недостатньо захищеним законодавством природнім компонентом, та потребують прийняття низки нормативних документів, для формування економічно вигідної та екологічно збалансованої системи ґрунтокористування.

Управління родючістю ґрунтів – це складно функціонуюча єдина система. Вона спрямована на максимально можливе усунення чи обмеження негативної дії на ґрунтово-рослинний покрив некерованих природно-кліматичних чинників, а також на високу віддачу (у вигляді біопродукції) засобів, що виділяються на інтенсифікацію землеробства. Кінцевою метою системи управління родючістю ґрунтів, є стабільні темпи приросту біопродукції на одиницю матеріальних і енергетичних затрат. Для досягнення остаточної мети необхідно розв'язати першочергове завдання системи управління родючістю – оптимізацію ґрунтових процесів і режимів відповідно до фізіологічних ритмів вирощуваних культур [97, 146, 171, 205].



У системі управління родючістю ґрунтів велике значення має вивчення особливостей елементарних ґрунтових процесів, формування головних ґрунтових режимів, що становлять основу функціональної частини ґрунту. Поряд з регулюванням режимів і процесів не менш важливою є оптимізація складу і властивостей ґрунтів. Спираючись на принципи системного підходу, лише комплексне регулювання як функціональних, так і структурних частин ґрунтів дає можливість забезпечити нарощування ефективної родючості при збереженні та розширенні потенційної родючості ґрунтів [53–55, 94, 97, 102, 180, 205].

Управління продуктивністю рендзин Подільських Товтр та ефективне регулювання негативних процесів можливе за наявності достовірних даних стосовно їхніх властивостей, сучасних ґрунтоутворних та профілеформуєчих процесів, які в них відбуваються, а також спрямованості та швидкості їхнього протікання. Як з екологічного, так і з господарсько-економічного підходів, найдоцільнішим є попередження негативних змін у рендзинах (чи й інших ґрунтах). Тому своєчасне здійснення заходів, щодо попередження негативних змін ґрунтів, потребує постійних моніторингових досліджень орних ділянок досліджуваної території, а також створення заповідних та природоохоронних територій для збереження природних властивостей цих ґрунтів [127–130, 167, 168, 181].

Зазначимо, що унікальність геолого-геоморфологічної та ландшафтно-біологічної структури Подільських Товтр сприяла створенню двох природоохоронних об'єктів вищого рангу – природного заповідника «Медобори» (Тернопільська область), національного природного парку «Подільські Товтри» (Хмельницька область) та низки природоохоронних об'єктів нижчого рангу (табл. 7.3). Станом на початок 2015-го року в межах Подільських Товтр під охороною знаходяться 85 об'єктів природно-заповідного фонду, серед яких 16 – загальнодержавного значення.

Таблиця 7.3

## Структура природно-заповідного фонду Подільських Товтр

Об'єкти природно-заповідного фонду		Кількість, шт	Площа, га	
Національний природний парк «Подільські Товтри» (загальнодержавне значення)		1	261 316,0	
Природний заповідник «Медобори» (загальнодержавне значення)		1	9 516,7	
Заказники	Загальнодержавного значення	Ботанічні	3	297,3
		Ландшафтні	7	2 273,0
		Зоологічні	–	–
		Лісові	1	1 778,0
		Гідрологічні	1	1 192,0
	Місцевого значення	Ботанічні	15	1 722,7
		Ландшафтні	4	150,2
		Зоологічні	2	6 041,0
		Лісові	–	–
		Гідрологічні	2	65,4
Пам'ятки природи	Загальнодержавного значення	Геологічні	1	60,0
		Ботанічні	1	15,0
		Гідрологічні	–	–
	Місцевого значення	Геологічні	18	78,0
		Ботанічні	19	179,87
		Гідрологічні	9	6,31
ЗАГАЛОМ		85	284 691,48	

Проте, незважаючи на таку кількість природоохоронних територій, немає створеної ні однієї, де серед переліку об'єктів, що підлягають збереженню були б зазначені рендзини чи інші сучасні ґрунти. Тому, в перспективі, в межах Подільських Товтр необхідно створити якщо не окремі заповідні території зі збереження рендзин, то хоча б включити особливо цінні підтипи темнозабарвлених високогумусних рендзин на щільних карбонатних породах та бурих (бруніфікованих) рендзин до переліку охоронних об'єктів вже існуючих заповідників чи заказників.

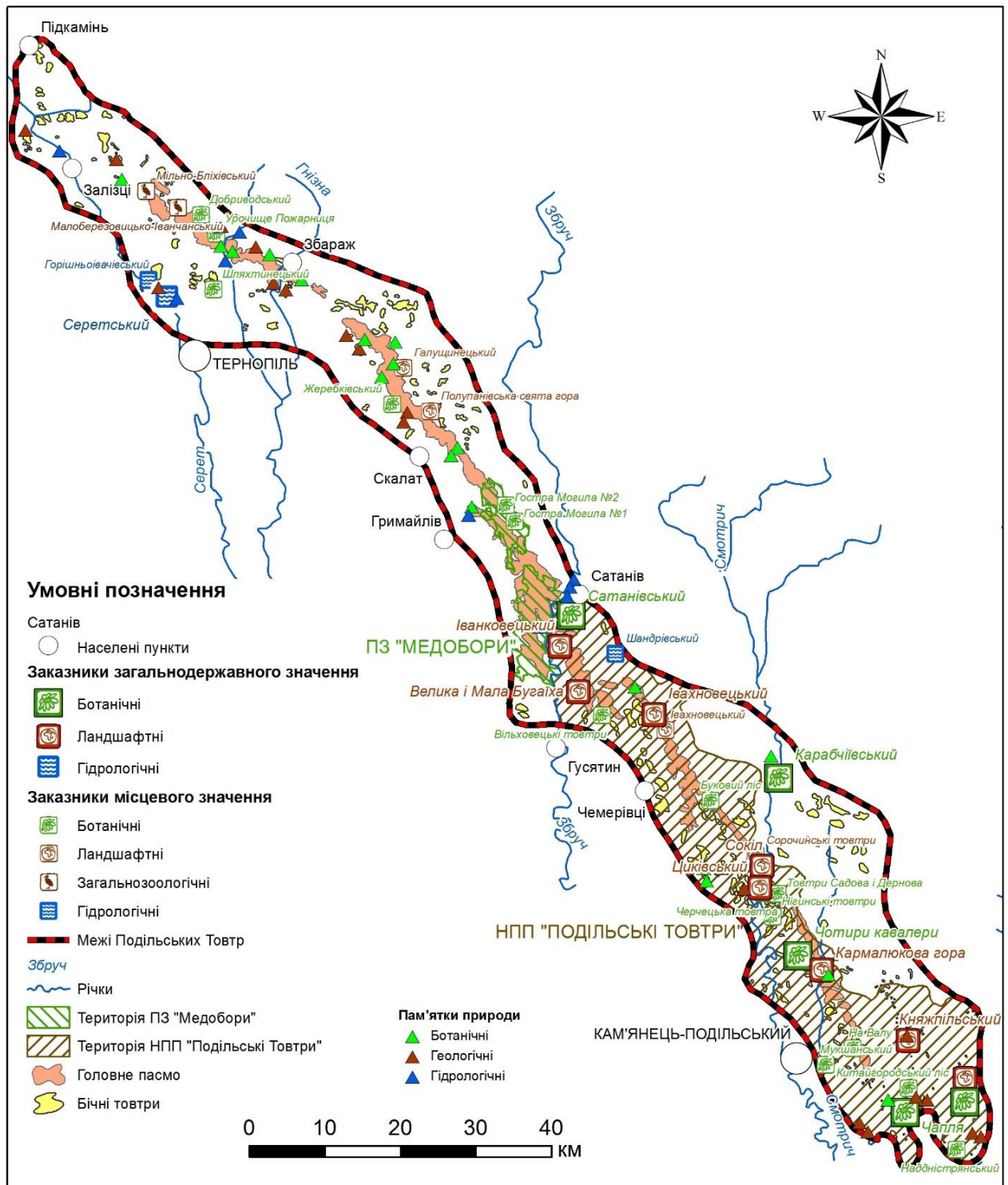


Рис. 7.4. Природно-заповідний фонд Подільських Товтр (складено автором на основі даних звітних матеріалів Державного кадастру природно-заповідного фонду України станом на 01.01.2015)

Особливу увагу слід також приділити педостріальним комплексам головного пасма та бічних товтр, які при правильному підході можуть стати



цікавим науково-туристичним об'єктом, для вивчення особливостей педогенезу залежно від літологічної неоднорідності ґрунтоутворних порід.

Окрім того, необхідно змінювати існуючу систему ґрунтокористування Подільських Товтр. Зокрема рендзини на схилах, крутість яких перевищує  $5^\circ$ , а також рендзини з незначною потужністю ґрунтового профілю слід вилучати із орних земель і відводити під пасовища.

### **Висновки до розділу 7**

1. На території Подільських Товтр найпоширенішими видами природокористування є сільськогосподарське, лісове, природно-заповідне, рекреаційне, селитебне, дорожньо-будівне, гірничодобувне та мілітарне, а основними ресурсами, що при цьому використовуються – ґрунти, мінеральна сировина та біота. В структурі більшості видів природокористування головним ресурсним компонентом є ґрунти (в т. ч. і рендзини), які досить часто зазнають екологічно необмеженого та нераціонального використання, що в свою чергу зумовлює інтенсифікацію деградаційних процесів.

2. Сучасне ґрунтокористування рендзин здійснюється по декількох основних напрямках: рілля, пасовища, сіножаті та лісове господарство, а також як території, що зазнали перетворень внаслідок функціонування промислових кар'єрів, селитебної забудови та прокладання доріг.

3. Встановлено, що використання рендзин в якості орних земель зумовлює інтенсифікацію деградаційних процесів та формування агрорендзин із своїми специфічними властивостями. На горизонтному рівні деградація рендзин зводиться до зменшення вмісту гумусу, зміни структурно-агрегатного складу, деформації шпар, ущільнення, дезагрегації, формування тріщинувато-блокової структури, несприятливих змін гранулометричного складу та ін. В профільному відношенні зміни проявляються в інтенсифікації процесів вилуговування та декарбонатизації, появи переущільнених горизонтів, перекриті ґрунтів іншими породами, тощо.

4. Найсильнішого незворотнього впливу рендзини досліджуваної території зазнають, внаслідок гірничодобувних робіт для цукрової промисловості та будівництва, який проявляється в повному руйнуванні цих ґрунтів разом із ґрунтоутворними породами, що унеможлиблює їхнє відновлення.

5. Незважаючи на велику кількість природоохоронних територій в межах Подільських Товтр, немає створеної ні однієї, де серед переліку об'єктів, що підлягають збереженню були б зазначені рендзини чи інші сучасні ґрунти. Тому, в перспективі, в межах Подільських Товтр необхідно створити якщо не окремі заповідні об'єкти зі збереження рендзин, то хоча б включити особливо цінні підтипи темнозабарвлених високогумусних рендзин на щільних карбонатних породах та бурих (бруніфікованих) рендзин до переліку охоронних об'єктів вже існуючих заповідників чи заказників.

## ВИСНОВКИ

Дослідження особливостей формування, розвитку, поширення та використання рендзин Подільських Товтр, із застосуванням основних теоретико-методологічних принципів процесно-генетичної парадигми та комплексу сучасних загальноприйнятих ґрунтознавчо-географічних методів дослідження, дали змогу сформулювати висновки і рекомендації, що забезпечують вирішення основних завдань роботи відповідно до поставленої мети.

1. На основі аналізу, систематизації та узагальнення архівних, фондowych, літературних картографічних та ін. матеріалів, нами вперше складено та обґрунтовано хронологічну періодизацію ґрунтово-географічних досліджень рендзин Подільських Товтр, які поділено на чотири етапи. Це дало змогу систематизувати основні підходи та принципи до вивчення рендзин, та встановити деякі зміни в еволюційно-онтогенетичному розвитку досліджуваних ґрунтів від часу їхнього опису іншими науковцями до сьогоднішніх днів.

2. Встановлено, що ґрунтоутворними породами для рендзин Подільських Товтр є відклади верхнього бадену та нижнього сармату, які представлені літотамнієвими, серпуло-мікробіалітовими, моховатковими, органогенно-детритовими вапняками, та локально перекриті карбонатними полігенетичними суглинками та лесами. Геоморфологічну основу Подільських Товтр становить відпрепарований денудацією баденський бар'єрний риф (головне пасмо) та біогермні сарматські масиви (бічні товтри). Клімат досліджуваної території помірно-континентальний, із загальним посиленням континентальності з північного заходу на південний схід. Рослинний покрив представлений грабово-дубовими, дубовими, дубово-буковими і буковими лісами та лучно-степовим травостоєм. В сукупності зазначені умови ґрунтоутворення зумовлюють, формування різних підтипів рендзин та визначають домінування тих чи інших ґрунтових процесів.

3. Визначено, що онтогенез рендзин відбувається під впливом біогенно-акумулятивних та елювіальних процесів ґрунтотворення, серед яких визначальну роль відіграють дерновий процес, гумусоутворення і гумусонакопичення, а також вилуговування, декарбонатизація та декальцинація. Вміст і склад карбонатів визначає специфіку розвитку елементарних ґрунтотворних процесів, які у свою чергу зумовлюють особливості формування і розвитку морфогенетичних властивостей рендзин.

На дивергенцію ґрунтотворного процесу рендзин вирішальний вплив має наявність чи відсутність глинистих часток у вихідних материнських породах. Зокрема на щільних карбонатних породах (літотамнієві та серпуломоховаткові вапняки) та їх елювії, формуються рендзини типові які тривалий час знаходяться в квазірівноважному стані, без еволюційного переходу в інший тип ґрунту. На схилах товтр, де вапнякові породи характеризуються високим вмістом глинистих часток (карбонатні полігенетичні суглинки, облесований карбонатний елювій), рендзини під впливом лісової рослинності поступово еволюціонують в бурі (бруніфіковані) рендзини. Основною формою поширення рендзин в межах Подільських Товтр є педострії, зумовлені літологічною неоднорідністю ґрунтотворних порід.

4. Встановлено, що для ґрунтотворних порід Подільських Товтр, характерним є високий вміст оксидів Кальцію ( $\text{CaO}$  – 30,60–81,72%), Силіцію ( $\text{SiO}_2$  – 8,83–55,58%), і підвищений вміст оксидів Алюмінію ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 1,34–7,11%) та Феруму ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1,77–5,81%), а зазначені розбіжності вмісту цих оксидів зумовлені різним хімічним складом ґрунтотворних порід. В ґрунтовій товщі рендзин та парарендзин порівняно із ґрунтотворною породою виявлено відносно накопичення  $\text{SiO}_2$ , що зумовлено інертністю Силіцію ( $\text{SiO}_2$ ) до процесів фізичного та хімічного вивітрювання, тоді як оксиди Кальцію ( $\text{CaO}$ ) та інших лужноземельних елементів ( $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ), активно виносяться з генетичних горизонтів внаслідок інтенсивного вилуговування та декарбонатизації. Найінтенсивніше процеси розчинення та вилуговування

розвиваються в бурих парарендзинах схилів товтр, які сформувались під лісовою рослинністю.

Характерною особливістю рендзин та ґрунтотворних порід є високі запаси енергії кристалічної ґратки ( $U_m = 6951,44\text{--}17728,82$  кДж/г) та вільної енергії Гіббса ( $G_{m_{298,15}} = 1089,07\text{--}1327,72$  кДж/г), а також слабо мінливі значення ентропії ( $S_{m_{298,15}} = 65,12\text{--}67,75$  кДж/г  $\times$  град), що зумовлено специфічним хімічним складом ґрунтотворних порід (високий вміст  $\text{CaCO}_3$ ) та посиленням впливом біотичних чинників. Для досліджуваних рендзин характерна значна варіабельність енергії гумусу, зумовлена насамперед різним його вмістом. Так, найбільшими запасами енергії в гумусі (2378–2488 мДж/га в 10-ти сантиметрах гумусового горизонту Нса) характеризуються рендзини типові, що формуються на щільних вапняках вершин товтр. Найменшими запасами – бурі парарендзини схилів товтр (770 мДж/га в 10-ти сантиметрах гумусового горизонту Нса).

5. Визначено, що наявність на території Подільських Товтр карбонатних ґрунтотворних порід, зумовлює формування рендзин із значним вмістом  $\text{CaCO}_3$  в ґрунтовому профілі. Внаслідок процесів вилуговування та декарбонатизації вміст карбонатів закономірно зростає з глибиною, утворюючи декілька карбонатних смуг, що певною мірою визначають формування ґрунтових генетичних горизонтів. Максимальний вміст  $\text{CaCO}_3$  спостерігається в ґрунтотворних породах головного пасма, де його значення сягають понад 90%, а мінімальний – у верхніх генетичних горизонтах бурих рендзин під лісовою рослинністю (часто менше 2–3%), що зумовлено інтенсифікацією процесів вилуговування. Середні значення рН ґрунтового розчину рендзин досліджуваної території коливаються в межах від 7,18–7,59 у верхніх генетичних горизонтах, до 7,69–7,88 в нижніх, що чітко корелює із вмістом карбонатів.

Серед рендзин Подільських Товтр, за вмістом гумусу чітко виділяється три групи: рендзини вершин товтр, які знаходяться в цілинному стані під лучно-степовою рослинністю; рендзини схилів товтр, які знаходяться під

лісовою рослинністю або зазнали деградації, внаслідок сільськогосподарського використання; бурі рендзини та парарендзини схилів товтр, сформовані на карбонатних полігенетичних суглинках. Такий розподіл частково зумовлений різним вмістом  $\text{CaCO}_3$  та різною інтенсивністю дернового процесу.

Досліджувані ґрунти характеризуються низьким ступенем гуміфікації (7,54–17,77), що зумовлено їх відносною молодістю, лімітуючим впливом  $\text{CaCO}_3$  та інтенсивним розвитком дернового процесу під лучно-степовими фітоценозами. Отримані показники  $C_{ГК} : C_{ФК}$  свідчать про переважаючий гуматний та фульватно-гуматний тип гумусу.

Гранулометричний склад рендзин Подільських Товтр характеризується значною варіабельністю показників, що зумовлено різнотипними ґрунтоутворюючими породами та різною інтенсивністю процесів вилугування. Накопичення мулистих часток в генетичних горизонтах рендзин відбувається здебільшого у формі нерозчинного залишку вихідної ґрунтоутворюючої породи, а її нерівномірний розподіл у межах профілю зумовлений сукупністю явищ, головними серед яких є переміщення, перерозподіл і акумуляція тонкодисперсної частини досліджуваних ґрунтів.

Встановлено, що структурний стан досліджуваних ґрунтів залежить насамперед від рівня антропогенного впливу, який зумовлює значні зміни, що супроводжуються руйнуванням структури, погіршенням водотривкості структурних агрегатів, утворенням брилуватих окремоостей. Коефіцієнт структурності агрорендзин знижується в 1,5–3,5 рази порівняно із цілиними варіантами.

Показники щільності будови коливаються від 0,81–0,88 г/см<sup>3</sup> у верхніх генетичних горизонтах Нса цілиних ділянок товтр, до 1,42–1,47 г/см<sup>3</sup> в межах підплужної підшви агрорендзин. Аналогічно погіршуються і показники загальної шпаруватості та шпаруватості аерації, що зумовлює порушення газообміну між ґрунтовим і атмосферним повітрям, зростання частки  $\text{CO}_2$  у ґрунтовому повітрі та домінування анаеробних процесів.

6. Потужність гумусованого профілю рендзин Подільських Товтр коливається від кількох сантиметрів у ініціальних рендзинах вершин товтр до 60–80 см у бурих парарендзинах схилів товтр. У профілі неповнорозвинених рендзин виділяються добре виражений гумусово-аккумулятивний (Hca) і слабовиражений, часто невтриманий з глибиною, перехідний гумусований (Phca) генетичні горизонти, потужність яких загалом становить до 20–25 см.

У профілі повнорозвинених рендзин виділяються: гумусо-аккумулятивний (Hca), перехідний гумусовий (переважно HРca, інколи також Hрca) та перехідний гумусований (Phca) горизонти, співвідношення потужностей між якими свідчить про розтягування гумусового профілю.

Статистичний аналіз морфометричних показників рендзин Подільських Товтр свідчить про істотну різницю потужностей генетичних горизонтів досліджуваних ґрунтів і вказує різні стадії їхнього онтогенетичного розвитку.

7. Сучасне використання рендзин здійснюється в якості земель зайнятих ріллею, пасовищами, сіножатими та лісовим господарством, а також як територій що зазнали перетворень внаслідок функціонування промислових кар'єрів, селитебної забудови та прокладання доріг.

Встановлено, що використання рендзин в якості орних земель зумовлює інтенсифікацію деградаційних процесів та формування агрорендзин із своїми специфічними властивостями. На горизонтному рівні деградація рендзин зводиться до зменшення вмісту гумусу, зміни структурно-агрегатного складу, деформації шпар, ущільнення, дезагрегації, формування тріщинувато-блокової структури та ін. В профільному відношенні зміни проявляються в інтенсифікації процесів вилуговування та декарбонатації, появи переущільнених горизонтів, перекриті ґрунтів іншими породами, тощо. Найсильнішого незворотнього впливу рендзини досліджуваної території зазнають, внаслідок гірничодобувних робіт для цукрової промисловості та будівництва, який проявляється в повному руйнуванні цих ґрунтів разом із ґрунтотворними породами, що унеможливорює їхнє відновлення.

Враховуючи вищезазначене вважаємо доцільним включення рендзин типових та бурих до переліку охоронних об'єктів існуючих територій природно-заповідного фонду Подільських Товтр.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абакумов Е. В. Первичные почвы в природных и антропогенных экосистемах [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора биол. наук : спец. 03.02.13 / Е. В. Абакумов. – Тольятти, 2012. – 40 с.
2. Александровский Л. Л. Методические подходы при изучении эволюции почв [Текст] / А. Л. Александровский // Общие методы изучения истории современных экосистем. – М.: Наука, 1979. – С. 142–161.
3. Андрущенко Г. О. Грунти Західних областей УРСР [Текст] / Г. О. Андрущенко. – Львів-Дубляни : Вільна Україна, 1970. – Ч. 1. – 184 с.
4. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв [Текст] / Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1970. – С. 252–263.
5. Атлас почв Украинской ССР [Текст] / [под ред. Н. К. Крупского, Н. И. Полупана]. – К. : Урожай, 1979. – 160 с.
6. Бабинец А. Е. Подземные воды юго-запада Русской платформы [Текст] / А. Е. Бабинец. – К. : Изд-во АН УССР, 1961. – 379 с.
7. Бахмат М. І. Проблеми моніторингу та стан земельних ресурсів Хмельницької області [Текст] / М. І. Бахмат, В. Б. Кирилук, М. В. Музыка, В. С. Вахняк // Проблеми моніторингу ґрунтів і сучасні технології відтворення їх родючості : збірник наук. праць ПДАТУ. – Вип. 15. – Т. 1. – Кам'янець-Подільський, 2007. – С. 3–9.
8. Березин П. М. Физическая деградация почв [Текст] / П. М. Березин, И. И. Гудима // Почвоведение. – 1994. – № 11. – С. 67–70.
9. Вадюнина А. Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов [Текст] / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – М. : Высш. шк., 1973. – 400 с.
10. Вальков В. Ф. Дерновый процесс почвообразования как глобальное явление [Текст] / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5, № 3–4. – С. 5–12.

11. Вальков В. Ф. Карбонатность рендзин как экологическая и классификационная категория [Текст] / В. Ф. Вальков, М. А. Кутровский // Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции «Экологические и социально-экономические аспекты развития предгорной зоны Северного Кавказа». – Майкоп: Изд-во Качество, 2005. – С. 360–362.
12. Вальков В. Ф. Почвообразование на известняках и мергелях [Текст] / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников // Ростов н/Д : ЗАО «Ростиздат», 2007. – 198 с.
13. Вахняк В. С. Вплив насаджень акації білої на властивості дернового карбонатного ґрунту Середнього Придністров'я [Текст] / В. С. Вахняк, В. Б. Гаврилук. // Агрохімія і ґрунтознавство : міжвідомч. темат. наук. зб. Спеціальний випуск до до VIII з'їзду УТГА (5–9 липня 2010 р., м. Житомир). – Харків : ПП «Рута», 2010. – С. 97–99.
14. Вергунов В. А. Дослідження ґрунтів Поділля та їх картографування : нарис з історії [Текст] / В. А. Вергунов // Історія української науки на межі тисячоліть : зб. наук. пр. / [відп. ред. О. Я. Пилипчук]. – К., 2007. – Вип. 29. – С. 15–38.
15. Вергунов В. А. Українське ґрунтознавство: історія становлення та розвитку у наукових школах, інститутизації і періодизації [Текст] / В. А. Вергунов // Історія української науки на межі тисячоліть : зб. наук. пр. / [відп. ред. О. Я. Пилипчук]. – К., 2006. – Вип. 24. – С. 46–79.
16. Вернандер Н. Б. Агропочвенное районирование Украины и его место в почвенно-географическом районировании СССР [Текст] / Н. Б. Вернандер, Д. А. Тютюнник // Природа Украинской ССР. Почвы. – К. : Наукова думка, 1986. – С. 34–40.
17. Верятин У. Д. Термодинамические свойства неорганических веществ [Текст] / У. Д. Верятин, В. П. Маширев. – М. : Атомиздат, 1965. – 459 с.
18. Влияние уплотняющего воздействия мобильных агрегатов сельскохозяйственной техники на почву и ее плодородие [Текст] /

- [П. У. Бахтин, В. И. Шептунов, Т. В. Гораздовский и др.] : сб. науч. тр. УСХА. – К., 1982. – С. 30–37.
19. Волбуев В. Р. Опыт расчета энергии кристаллической решетки почвенных минералов [Текст] / В. Р. Волобуев // Почвоведение. – 1968. – №4. – С. 89–93.
  20. Волобуев В. Р. Введение в энергетику почвообразования [Текст] / В. Р. Волобуев. – М. : Наука, 1974. – 128 с.
  21. Волобуев В. Р. Экология почв (очерки) [Текст] / В. Р. Волобуев. – Баку : Изд. АН Азерб ССР, 1963. – 176 с.
  22. Воробьева Л. А. Химический анализ почв: учебн. пособие [Текст] / Л. А. Воробьева. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1998. – 272 с.
  23. Гаврилюк В. Б. Ґрунти Хмельниччини. Сучасний якісний стан: збереження, відтворення та поліпшення їх родючості [Текст] / В. Б. Гаврилюк, В. І. Галищук, О. В. Стрілецький. – Кам'янець-Подільський, 2010. – 164 с.
  24. Гаврилюк В. Б. Сучасний стан ґрунтів Хмельниччини та шляхи відтворення і поліпшення їх родючості [Текст] / В. Б. Гаврилюк, В. Б. Кирилюк, В. І. Печенюк. – Кам'янець-Подільський : Абетка, 2005. – 91 с.
  25. Гавриш Н. С. Ґрунтові ресурси та ґрунтокористування: правові аспекти [Текст] / Н. С. Гавриш // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Сер. : Юриспруденція. – № 15. – Вип. 2. – 2015. – С. 76–80.
  26. Гавриш Н. С. Правова охорона ґрунтів в Україні [Текст] / Н. С. Гавриш. – Одеса, 2008. – 228 с.
  27. Гавришок Б. Б. Ретроспективний аналіз антропогенної трансформації природних геосистем Подільських Товтр : автореф. дис. канд. геогр. наук : 11.00.11 / Богдан Борисович Гавришок. – Чернів. нац. ун-т імені Юрія Федьковича. – Чернівці, 2013. – 20 с.

28. Гагарина Э. И. Литологический фактор почвообразования (на примере Северо-Запада Русской равнины) [Текст] / Э. И. Гагарина. – СПб. : – Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. – 260 с.
29. Гагарина Э. И. Онтогенез почв на земляных белигеративных сооружениях Ленинградской области [Текст] / Э. И. Гагарина, А. Н. Шелемина, Е. В. Абакумов // Вестник Санкт-Петербургского университета. – Серия : Биология, 2011. – Вып. 1. – С. 100–108.
30. Гагарина Э. И. Опыт изучения выветривания обломков карбонатных пород в почве [Текст] / Э. И. Гагарина // Почвоведение. – 1968. – № 9. – С.117–126.
31. Гагарина Э. И. Почвообразующие породы с элементами геологии учебн. пособие [Текст] / Э. И. Гагарина, Е. В. Абакумов. – СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2012. – 131 с.
32. Гарбар В. В. Історія вивчення рендзин Подільських Товтр [Текст] / В. В. Гарбар, С. П. Позняк // «Історія української географії. Всеукраїнський науково-теоретичний часопис», ТНПУ ім. В. Гнатюка. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2014. – Випуск, 2 (29). – С. 47 –52.
33. Гарбар В. В. Літолого-генетичні особливості формування рендзин Подільських Товтр [Текст] / В. В. Гарбар, С. П. Позняк // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Природничі дослідження на Поділлі», присв'яченої 10-річчю природничого факультету Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. – м. Кам'янець-Подільський, 23-25 вересня, 2014. – С. 128–129.
34. Гарбар В. В. Морфогенез рендзин (RENDZIC LEPTOSOLS) Подільських Товтр [Текст] / В. В. Гарбар // Генеза, географія та екологія ґрунтів : збірник наукових праць міжнародного наукового семінару: [«Ґрунти і сучасність»], (Львів-Ворохта, 11-13 вересня. 2015 р.). – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – Вип. 5. – С. 41–48.
35. Гарбар В. В. Морфогенетичні особливості рендзин Подільських Товтр [Текст] / В. В. Гарбар // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомчий

- тематичний науковий збірник. Спеціальний випуск. Книга 2. Грунтознавство і меліорація ґрунтів. – Харків : ТОВ «Смугаста типографія», 2014. – С. 22–24.
36. Гарбар В. В. Некоторые особенности генезиса рендзин Подольских Товтр [Текст] / В. В. Гарбар // Материалы Международной научной конференции XVII Докучаевские молодежные чтения «Новые вехи в развитии почвоведения: современные технологии как средства познания» / Под ред. Б. Ф. Апарина. – СПб. : Издательский дом Петербургского государственного университета, 2014. – С. 121–123.
37. Гарбар В. В. Рендзини (Rendzic Leptosols) Подільських Товтр [Текст] / С. П. Позняк, В. В. Гарбар // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : географія. – Тернопіль : СМП «Тайп». – № 2 (випуск 37). – 2014. – С. 22–27.
38. Гарбар В. В. Речовинний склад рендзин Подільських Товтр та процеси його трансформації / В. В. Гарбар // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль: СМП «Тайп». – № 1 (випуск 40). – 2016 – С. 68–73.
39. Гарбар В. В. Фізична деградація рендзин (Rendzic Leptosols) Подільських Товтр [Текст] / В. В. Гарбар // Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки. – Т. 20.– Вип. 2. – 2015 – С. 74–83.
40. Гарбар В. В. Чинники ґрунтоутворення рендзин Подільських Товтр [Текст] / В. В. Гарбар // «Геополітика і екогеодинаміка регіонів». Науковий журнал, 2014. – Том 10. –Вип. 1. – С. 445–449.
41. Гаськевич В. Г. Історичні аспекти дослідження ґрунтів Малого Полісся [Текст] / В. Г. Гаськевич // Історія української географії. Всеукраїнський науково-теоретичний часопис. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2000. – Випуск 1 (13). – С. 82–88.

42. Геннадиев А. Н. Почвы и время: модели развития [Текст] / А. Н. Геннадиев. – М. : Изд-во МГУ, 1990. – 232 с.
43. Геннадиев А. Н. Стадиальность почвообразования и географическая среда [Текст] / А. Н. Геннадиев // Вести. Московского ун-та. – Сер. : геогр. – 1988. – № 2. – С. 21–28.
44. Географія українських і сумежних земель : Загальна географія / Опрац. і зред. В. Кубійович. – Львів : Український видавничий дім, 1938. – Т. 1 – С. 122–131.
45. Герасимов И. П. Абсолютный и относительный возраст почв [Текст] / И. П. Герасимов // Почвоведение. – 1969. – № 5. – С. 27–32.
46. Герасимов И. П. Новое в подходах и методах определения абсолютного возраста почв [Текст] / И. П. Герасимов // Известия АН СССР. – 1968. – № 1. – С. 5–8.
47. Герасимов И. П. Опыт генетической диагностики почв СССР на основе элементарных почвенных процессов [Текст] / И. П. Герасимов // Почвоведение. – 1975. – №5. – С. 3–9.
48. Герасимов И. П. Элементарные почвенные процессы для генетической классификации почв [Текст] / И. П. Герасимов // Почвоведение. – 1973. – №5. – С. 102–113.
49. Геренчук К. И. Об асимметрии речных долин Подольского плато [Текст] / К. И. Геренчук / Изв. ВГО, 1950. – № 1. – С. 78–82.
50. Геринович В. О. Кам'янещина. Ч. 1. Природа [Текст] / В. О. Геринович. – Кам'янець-Подільський : Окружний краєзнавчий комітет, 1926. – 68 с.
51. Гоголев И. Н. К вопросу о генезисе темноцветных (рендзинных) почв под лесом [Текст] / И. Н. Гоголев // Почвоведение. – 1952. – № 3. – С. 241–250.
52. Гоголев И. Н. Темноцветные почвы (рендзины) Западных областей Украины [Текст]: дис. канд. с.-х. наук / И. Н. Гоголев. – М. : Рукопись, 1951. – 203 с.

53. Голеусов П. В. Воспроизводство почв в антропогенно нарушенных ландшафтах лесостепи [Текст] / П. В. Голеусов, Ф. Н. Лисецкий. – М. : ГЕОС, 2009. – 210 с.
54. Голеусов П. В. Онтогенетические закономерности воспроизводства почв в антропогенных ландшафтах лесостепи [Текст] / П. В. Голеусов, Ф. Н. Лисецкий // Труды II Национальной конференции с международным участием “Проблемы истории, методологии и философии почвоведения” / [отв. ред. И. В. Иванов, В. Е. Приходько]. – Пущино, 2007. – Т. 1. – С. 56–59.
55. Голеусов П. В. Формирование почв в различных комбинациях субстратно-фитоценологических условий лесостепной зоны [Текст] / П. В. Голеусов. // Почвоведение. – 2003. – № 9. – С. 1050–1060.
56. Ґрунтознавство з основами геології та географія ґрунтів [Текст] : навчальний посібник / Ф. П. Топольний, М. І. Мостіпан, О. Ф. Гелевера, В. С. Вахняк. – 3-є вид., випр. і доп. – Кіровоград : Лисенко В. Ф., 2014. – 384 с.
57. Денисик Г. І. Висотна диференціація рівнинних ландшафтів України : монографія [Текст]/ Г. І. Денисик, Л. М. Кирилюк. – Вінниця : ПП «Едельвейс і К», 2010. – 236 с.
58. Денисик Г. І. Подільські Товтри [Текст] : краєзнавчі нариси / Г. І. Денисик. – Вінниця : Тезис, 2005. – 88 с.
59. Денисик Г. І. Природнича географія Поділля [Текст]/ Денисик Г. І. – Вінниця : ЕкоБізнесЦентр, 2006. – 184 с.
60. Дідух Я. П., Шеляг-Сосонко Ю. Р. Геоботанічне районування України та суміжних територій [Текст] / Я. П. Дідух, Ю. Р. Шеляг-Сосонко // Укр. ботан. журн. – 2003. – № 1. – С. 6–17.
61. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении: учебн. [Текст] / Е. А. Дмитриев / [науч. ред. Ю. Н. Благовещенский]. – 3-е вид., неп. и доп. – М. : Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2009. – 328 с.

62. Добровольский В. В. География почв с основами почвоведения [Текст] / В. В. Добровольский. – М. : Просвещение, 1976. – 288 с.
63. Добровольский Г. В. География почв [Текст] / Г. В. Добровольский, И. С. Урусевская. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 416 с.
64. Добровольский Г. В. Концепция почвенных ресурсов: современное состояние, предпосылки к переосмыслению и постановка задач [Текст] / Г. В. Добровольский, Г. С. Куст // Роль почвы в биосфере. – М., 2003. – 204 с.
65. Добровольский Г. В. Роль и значение почв в становлении и эволюции жизни на Земле [Текст] / Г. В. Добровольский, И. Ю. Чернов // Роль почвы в формировании сохранении биологического разнообразия. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2011. – С. 7–15.
66. Добровольский Г. В. Методическое руководство по микроморфологии почв [Текст] / Г. В. Добровольский. – Изд-во Московского ун-та, 1983 – 63 с.
67. Дорогокупец П. И. Термодинамика минералов и минеральных равновесий [Текст] / П. И. Дорогокупец, И. К. Карпов. – Новосибирск : Наука, 1984. – 184 с.
68. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (С основами статистической обработки результатов исследований) [Текст] / Б. А. Доспехов. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 1979. – 416 с.
69. Єргіна О. І. Енергетичні та термодинамічні характеристики ґрунтів та ґрунтоутворювальних субстратів Кримського півострова [Текст] / О. І. Єргіна // Вісник Львівського університету. – Серія : географічна. – 2013. – Вип. 41. – С. 132–139.
70. Забалуєв В. О. Енергетичні і термодинамічні характеристики гірських порід як показники їх здатності до ґрунтоутворення [Текст] / В. О. Забалуєв // Екологія і природокористування. – 2003. – Вип. 6. – С. 92–95.



71. Заверуха Б. В. Збереження генофонду рідкісних рослин Волино-Подільської височини [Текст] / Б. В. Заверуха // Укр. ботан. журнал. – 1976. – №3. – С. 279–282.
72. Загальне геоморфологічне районування території України [Текст] / В. П. Палієнко, Б. О. Вахрущев, Я. С. Кравчук та ін. // Український геогр. журнал. – 2004. – № 1. – С. 3–11.
73. Зеров Д. К. Основные черты послеледниковой истории растительности Украинской ССР [Текст] / Д. К. Зеров // Тр. конф. по споро-пыльцевому анализу. – М., 1950. – С. 52–58.
74. Зонн С. В. Горно-лесные почвы северо-западного Кавказа [Текст] / С. В. Зонн. – М. : Ан СССР, 1950. – 260 с.
75. Зонн С. В. Обзор взглядов на генезис и эволюцию лесных почв [Текст] / С. В. Зонн // Буроземообразование и псевдоподзоливание в почвах Русской равнины. – М. : Наука, 1974. – С. 9–26.
76. Иванова Е.Н. Классификация почв СССР [Текст] / Е. Н. Иванова. – М. : Наука, 1976. – 225 с.
77. Искандеров И. Ш. Энергия кристаллической решетки и свободная энергия минеральной части почв [Текст] / И. Ш. Искандеров // Почвоведение. – 1974. – № 4. – С. 147–149.
78. Іжевська Н. М. Ґрунти Хмельницької області. Складено на основі узагальнення даних обслідуваних ґрунтів 1957–1966 рр. [Текст] / Н. М. Іжевська. – Львів : «Каменярь», 1968. – 71 с.
79. Казеев К. Ш. Биологические свойства локально переувлажненных почв Ростовской области [Текст] / К. Ш. Казеев, С. Е. Фомин, С. И. Колесников // Почвоведение. – 2004. – № 3. – С. 361–372.
80. Казеев К.Ш. Гумусовое состояние почв предгорий северо-западного Кавказа [Текст] / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков // Почвоведение. – 1998. – № 7. – С. 848–853.

81. Каплюк Л. Ф. Водные и физические свойства дерново-карбонатных почв предгорного Крыма [Текст] / Л. Ф. Каплюк // Почвоведение.– 1976. – №5. – С. 104–114.
82. Карапетьянц М. Х. Основные термодинамические константы неорганических и органических веществ [Текст] / М. Х. Карапетьянц, М. Л. Карапетьянц. – М. : Изд-во Химия, 1968. – 470 с.
83. Карпачевский Л. О. Экологическое почвоведение [Текст] / Л. О. Карпачевский. – М. : Изд-во ГЕОС, 2005. – 336 с.
84. Карпов И. К. Константы веществ для термодинамических расчетов в геохимии и петрологии [Текст] / И. К. Карпов. – М. : Наука, 1968. – 66 с.
85. Касіяник І. П. Проблеми природоохоронного землекористування Хмельницької області [Текст] / І. П. Касіяник // Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія : географія. – Вінниця : Вид-во ВНПУ, 2009. – Вип. 18. – С. 200–206.
86. Касіяник І. П. Сільськогосподарське землекористування, як провідний фактор проявів площинної ерозії ґрунтового покриву у басейні р. Смотрич [Текст] / І. П. Касіяник, В. М. Самар, // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія : географія. – Тернопіль : Вид-во ТНПУ, 2012. – №1. – С. 246–152.
87. Касіяник І. П. Структура сільськогосподарських угідь, як критерій збалансованого природокористування у басейні р. Збруч (на матеріалах Хмельницької області) [Текст] / І. П. Касіяник, Л. В. Касіяник // Географія, екологія, туризм: теорія, методологія, практика. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю географічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. – С. 262–264.
88. Касіяник І. П. Еколого-географічний аналіз та оцінка антропогенної перетвореності ландшафтів у межах Національного природного парку

- «Подільські Товтри» [Текст] / І. П. Касіяник // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль : Вид-во ТНПУ, 2006. – №2. – С 142 – 147.
89. Касіяник І. П. Категорії землекористування в понятійно-термінологічній системі природокористування [Текст] / І. П. Касіяник, Л. В. Касіяник // Збірник наукових праць. Спеціальний випуск до IV науково-практичної конференції «Сучасні проблеми збалансованого природокористування» (26 – 27 листопада 2009). – Кам'янець-Подільський : Вид-во Подільського державного аграрно-технічного університету, 2009. – С. 48 – 50.
90. Касіяник І. П. Природно-ресурсна база та пріоритетні напрямки розвитку екотуризму в межах НПП «Подільські Товтри» [Текст] / І. П. Касіяник, О. В. Кіс // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: географія. – Тернопіль : Вид-во ТНПУ, 2007. – №1. – С. 208 – 214.
91. Каск Р. П. Дерново-карбонатные выщелоченные и оподзоленные почвы или буроземы [Текст] / Р. П. Каск // Почвоведение. – 1976. – № 7. – С. 17–27.
92. Качинский Н. А. Физика почвы [Текст] / Н. А. Качинский. – М. : Высш. шк., 1965. – Ч. 1. – 323 с.
93. Качинский Н. А. Структура почвы (Итоги и перспективы изучения вопроса) [Текст] / Н. А. Качинский. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1963. – 100 с.
94. Кирильчук А. А. Агрогенная трансформация рендзин Западного региона Украины в условиях интенсивного земледелия [Текст] / А. А. Кирильчук, С. П. Позняк // Проблемы агрохимии и экологии. – М., 2014. – № 1. – С. 36–42.
95. Кирильчук А. А. Диференціація карбонатного профілю дерново-карбонатних ґрунтів (рендзин) Малого Полісся [Текст] / А. А. Кирильчук // Агрохімія і ґрунтознавство. – Харків, 2002. – Кн. 2. – С. 88–90.

96. Кирильчук А. А. Дослідження рендзин Західного регіону України [Текст] / А. А. Кирильчук // Географічна наука і практика: виклики епохи. Матеріали міжнародної наукової конференції, присвяченої 130-річчю географії у Львівському університеті (м. Львів, 16–18 травня 2013 р.). – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 340 с.
97. Кирильчук А. А. Онтогенез і географія рендзин Західного регіону України [Текст]: дис. докт. географ. наук : 11.00.05 / Кирильчук Андрій Андрійович. – Львів, 2014. – 442 с.
98. Кирильчук А. А. Процессы дифференциации химического состава минерального профиля рендзин Западного региона Украины [Текст] / А. А. Кирильчук // Научный журнал Почвоведение и агрохимия. – Минск, 2013. – № 2 (51) – С. 88–102.
99. Кирильчук А. А. Рецентне ґрунтоутворення і ґрунти в природно-антропогенних ландшафтах Західного Поділля [Текст] / А. А. Кирильчук, Р. Б. Семашук // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В. Гнатюка. Сер. : Географія – Тернопіль, 2012. – № 3 – С. 27–32.
100. Кирильчук А. А. Хімія ґрунтів. Основи теорії і практикум: навч. посібник [Текст] / А. А. Кирильчук, О. С. Бонішко. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 354 с.
101. Кирильчук А. А. Щебенюватість і карбонатність рендзин Малого Полісся [Текст] / А. А. Кирильчук // Аграрний вісник Причорномор'я. – Одеса, 2004. – С. 150–156.
102. Кирильчук А. А. Дерново-карбонатні ґрунти (рендзини) Малого Полісся [Текст] / А. А. Кирильчук, С. П. Позняк. : Монографія. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 180 с.
103. Кіт М. Г. Морфологія ґрунтів. Основи теорії і практикум : навч. посібник [Текст] / М. Г. Кіт // Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 232 с.

104. Кітура В. М. Мінеральні води Тернопільщини [Текст] / В. М. Кітура, М. Я. Сивий // Наук. записки Тернопільського пед. ун-ту. Серія: географія. – 1999. – №2. – С. 23–29.
105. Ковалишин Д. І. До питання про формування рельєфу і ландшафтів Подільських Товтр [Текст] / Д. І. Ковалишин, І. Г. Каплун // Наук. зап. Тернопільського педагогічного ун-ту. Серія: географія. – Тернопіль, 1998. – № 2. – С. 38–42.
106. Ковда В. А. Основы учения о почвах. Общая теория почвообразовательного процесса [Текст] / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1973. – Кн. 1. – 432 с.
107. Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана [Текст] / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1981. – С. 5–15.
108. Козловский Ф. И. Теория и методы изучения почвенного покрова [Текст] / Ф. И. Козловский // Почвенный индивидуум и методы его определения. – М. : ГЕОС, 2003. – С. 249–267.
109. Королюк И. К. Подольские Толтры и условия их образования [Текст] / И. К. Королюк // Труды Института геологических наук АН СССР. Сер: геол. – 1952. – Вып. 110, № 56. – С. 9–120.
110. Красівський Л. Уваги до новіших ґрунтоутворюючих відкладів Поділля [Текст] / Л. Красівський // Записки сільськогосподарського інституту в Кам'янці на Поділля. – 1924. – Т. 1. – С. 19–36.
111. Краткий справочник физико-химических величин [Текст] / [под ред. А. А. Равделя и А. М. Пономаревой]. – СПб. : Иван Федоров, 2003. – 240 с.
112. Крупеников И. А. История почвоведения (от времени его зарождения до наших дней) [Текст] / И. А. Крупеников. – М. : Наука, 1981. – 328 с.
113. Кудрин Л. Н. К геологии и минералогии участка берега Днестра у деревни Баламутовка в окрестностях пещеры с древними изображениями [Текст] / Л. Н. Кудрин // Труды Львов. геол. о-ва при Гос. ун-те им. Ивана Франка. Сер: геол. – 1953. – Вып. 3. – С. 133–139.

114. Кулаковская Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений [Текст] / Т. Н. Кулаковская. – М. : Агропромиздат, 1990. – 219 с.
115. Кутровский М. А. К вопросу об абсолютном возрасте рендзин [Текст] / М. А. Кутровский // Материалы Международной научной конференции «Экология и биология почв». Ростов н/Д : Изд-во ЦВВР, 2004. – С. 162–163.
116. Кутровский М. А. Эколого-генетические особенности и антропогенная трансформация редзин Черноморского побережья Кавказа [Текст]: дис. канд. биол. наук / М. А. Кутровский. – Ростов-на-Дону, 2006. – 164 с.
117. Лактіонов М. І. Вчення О. Н. Соколовського про колоїдність органічної частини ґрунтів, його подальший розвиток [Текст] / М. І. Лактіонов // Вісник ХДАУ. – 1999 – Вип. 2. – С. 12–20.
118. Ласкарев В. Д. Геологические исследования в юго-западной России (17-й лист общей геол. карты Европейской России) [Текст] / В. Д. Ласкарев // Труды Геол. ком. – 1914. – №77. – С. 499–527.
119. Лебедев В. И. О некоторых факторах, определяющих миграцию щелочных и щелочноземельных элементов в зоне гипергенеза [Текст] / В. И. Лебедев // Геохимия. – 1957. – № 6. – С. 78–84.
120. Лебедева И. И. Агрогенно-преобразованные почвы: эволюция и систематика [Текст] / И. И. Лебедева, В. Д. Тонконогов, Л. Л. Шишов и др. // Почвоведение. – 1996. – № 3. – С. 351–358.
121. Лисецкий Ф. Н. Агрогенная эволюция почв сухостепной зоны под влиянием античного и современного этапов землепользования [Текст] / Ф. Н. Лисецкий // Почвоведение. – 2008. – № 8. – С. 913–927.
122. Лисецкий Ф. М. Кліматична обумовленість ґрунтоутворювального процесу в Криму [Текст] / Ф. М. Лисецкий, О. І. Єрґіна // Уч. зап. Таврійського національного університету ім. В. І. Вернадського. – Серія: географія. – 2010. – Т. 23 (62), № 1. – С. 52–60.

123. Любінська Л. Г. Антропогенна трансформація рослинного покриву НПП "Подільські Товтри": охорона і відтворення : автореф. дис. д-ра біол. наук : 03.00.05 / Л. Г. Любінська; НАН України, Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка. – К., 2013. – 32 с.
124. Маринич О. М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України [Текст] / О. М. Маринич, Г. О. Пархоменко, П. Г. Шищенко // Український географічний журнал. – 2003. – № 1. – С. 16–20.
125. Маслов В. П. Распространение третичных багряных водорослей Украинской ССР и связь их с трансгрессиями моря [Текст] / В. П. Маслов, В. Н. Утробин // Изв. АН СССР. Сер: геол. – 1958. – № 12. – С. 73–93.
126. Махов Г. Грунти України [Текст] / Г. Махов. – Х. : Радянський селянин, 1930. – 330 с.
127. Медведев В. В. Физическая деградация почв, ее диагностика, ареалы распространения и способы предотвращения [Текст] / В. В. Медведев, А. Словинська-Юркевич, М. Брик // Грунтознавство : Науковий журнал, 2012. – Том 13, № 1/2. – С. 5–22.
128. Медведев В. В. Агрофізична деградація ґрунтів [Текст] / В. В. Медведев, Т. М. Лактіонова // Родючість ґрунтів. Моніторинг та управління. – К. : Урожай, 1992. – С. 80–90.
129. Медведев В. В. Зміни фізичних властивостей орного шару ґрунту залежно від питомого тиску сільськогосподарських машин (за даними модельного дослідю) [Текст] / В. В. Медведев, В. Г. Цибулько // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1978. – Вип. 35. – С. 48–53.
130. Медведев В. В. Оптимальні агрофізичні параметри ґрунтів [Текст] / В. В. Медведев // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1979. – Вип. 38. – С. 54–61.
131. Мельник А. В. Основи регіонального еколого-ландшафтознавчого аналізу [Текст] / А. В. Мельник. – Львів, 1999. – 246 с.
132. Михайлов В. А. Прогнозно-геологическая оценка известняков Толтровой гряды как сырья для различных отраслей промышленности [Текст] / В. А.

- Михайлов // Отчет о работах проведенных в 1967–1971 гг. – К., 1971. – 194 с.
133. Миць Б. В. Визначення типів ґрунтів за морфологічними ознаками у лісових і степових екосистемах Подільських Товтр [Текст] / Б. В. Миць // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2011. – Вип. 164. – С. 125–130.
134. Миць Б. В. Енергетичний потенціал ґрунтів лісових і степових екосистем Подільських Товтр [Текст] / Б. В. Миць // Агробіологія. – 2011. – Вип. 6. – С. 50–55.
135. Миць Б. В. Ландшафтно-екологічна оптимізація території Головного пасма Подільських Товтр [Текст] / Б. В. Миць // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2012. – С. 128–131.
136. Міллер Г. П. Ландшафтні дослідження шкідливих стихійних процесів в Українських Карпатах [Текст] / Г. П. Міллер // Географічні ландшафти України. – К. : Наук. думка, 1966. – С. 82–88.
137. Міллер Г. П. Ландшафтознавство: теорія і практика [Текст] / Г. П. Міллер, В. М. Петлін, А. В. Мельник // Навч. Посібник. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2002. – 172 с.
138. Міллер Г. П. Особенности ландшафтной структуры гор [Текст] / Г. П. Миллер // Вестн. Москов. ун-та. Сер: геогр. – 1968. – № 3. – С. 88–92.
139. Москалюк К. Л. Аналіз рельєфу Подільських Товтр для оптимізації природокористування [Текст]: дис. канд. географ. наук : 11.00.04 / Москалюк Катерина Леонідівна. – Львів, 2009. – 256 с.
140. Москалюк К. Л. Геоморфологічне районування Подільських Товтр [Текст] / К. Л. Москалюк // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту, Сер. : Географія, 2007. – № 1 – С. 45–55.
141. Музика М. Я. Система лісівничих заходів для відтворення корінних природних комплексів заповідника “Медобори” [Текст] / М. Я. Музика //



- Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття : зб. наук. праць. – Гримайлів –Тернопіль : Лілея, 2003. – С. 325–328.
142. Мякина И. Б. Методическое пособие для чтения результатов химических анализов почв [Текст] / И. Б. Мякина. Е. В. Аринушкина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1979. – 62 с.
143. Набоких А. И. Краткие заметки о грунтах Подольской губернии и соседних местностей [Текст] / А. И. Набоких // Записки общества подольских естествоиспытателей и любителей природы. – Каменец-Подольский, 1915. – Т. 3. – С. 113–116.
144. Назаренко І. І. Грунтознавство з основами геології : підручник [Текст] / І. І. Назаренко, С. М. Польчина, Ю. М. Дмитрук, І. С. Смага, В. А. Нікорич. – Чернівці : Книги-XXI, 2006. – 504 с.
145. Никитина А. П. Минералого-геохимические закономерности формирования профилей и полезных ископаемых коры выветривания [Текст] / А. П. Никитина, И. В. Витовская, К. К. Никитин. – М. : Наука, 1971.– С. 52–53.
146. Носко Б. С. Современные и перспективные задачи по управлению плодородием почв Украинской ССР [Текст] / Б. С. Носко, В. В. Медведев, Р. С. Трускавецкий, Г. Я. Чесняк // Почвы Украины и повышение их плодородия. – К. : Урожай, 1988. – Т. 2. – С. 161–173.
147. Оверченко А. В. Рендзины лесостепи северной Молдовы [Текст] / А. В. Оверченко, А. Ф. Урсу, И. В. Марков // Вісник ОНУ. Сер. : Географічні та геологічні науки. – Т. 19. – Вип. 3. – 2014 – С. 69–78.
148. Оліяр Г. І. Природний заповідник “Медобори” як осередок збереження ландшафтного та біологічного різноманіття, історико-культурної спадщини на Західному Поділлі [Текст] / Г. І. Оліяр // Роль природно-заповідних територій Західного Поділля та Юри Ойцовської у збереженні біологічного та ландшафтного різноманіття : зб. наук, праць. – Гримайлів-Тернопіль : Лілея, 2003. – С. 17–28.

149. Онопрієнко С. А. Ґрунти Тернопільської області. Складено на основі узагальнення даних обслідуваних ґрунтів 1957-1966 рр. [Текст] / С. А. Онопрієнко. – Львів : Каменярь, 1969. – 61 с.
150. Орлов Д. С. Методические указания по обработке и интерпретации результатов химического анализа почв [Текст] / Д. С. Орлов, Г. В. Мотузова, М. С. Малинина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 109 с.
151. Орлов Д. С. Практикум по химии гумуса : учебн. пособие [Текст] / Д. С. Орлов, Л. А. Гришина. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1981. – 272 с.
152. Орлов Д. С. Химия почв : учебн. пособие [Текст] / Д. С. Орлов, Л. К. Садовникова, Н. И. Суханова. – М. : Высш. шк, 2005. – 558 с.
153. Орлов Д. С. Химия почв : учебн. пособие [Текст] / Д. С. Орлов. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.
154. Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий [Текст] / [отв. ред. В. О. Таргульян, С. В. Горячкин]. – М. : Изд-во ЛКИ, 2008. – 692 с.
155. Паньків З. П. Ґрунтові ресурси: значення та функції [Текст] / З. П. Паньків // Вісник ОНУ. Сер. : Географічні та геологічні науки. – Т. 20. – Вип. 2. – 2015. – С. 84–95.
156. Паньків З. П. Земельні ресурси : навч. посібник [Текст] / З. П. Паньків. – Львів : Видавн. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 272 с.
157. Паньків З. П. Землекористування в Карпатському регіоні: теорія, історія та сучасний стан : монографія [Текст] / Зіновій Паньків. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2015. – 340 с.
158. Папіш І. Я. Ґрунтово-географічне районування: становлення, нові підходи [Текст] / І. Я. Папіш, С. П. Позняк // Український географічний журнал. – 2012, №2. – С. 18–22.
159. Папіш І. Я. Ґрунтово-географічне районування чорноземної території Західного регіону України [Текст] / І. Я. Папіш // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. Т.3. – Київ-Луцьк: „Вежа” ВДУ, 2000. – С. 141–145.

160. Папіш І. Я. Практикум з картографії ґрунтів: Навчальний посібник [Текст] / І. Я. Папіш, Т. С. Ямелинець. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 450 с.
161. Петлін В. М. Закономірності організації ландшафтних фацій [Текст] / В. М. Петлін. – Одеса : Маяк, 1998. – 240 с.
162. Підвальна Г. С. Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Пасмового Побужжя [Текст] / Г. С. Підвальна, С. П. Позняк – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 192 с.
163. Підкова О. М. Літолого-генетична зумовленість формування ґрунтового покриву Розточчя. [Текст] / О. М. Підкова, М. Г. Кіт. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 246 с.
164. Позняк С. П. Актуальні проблеми географії ґрунтів [Текст] / С. П. Позняк // Вісник Львівського університету. Серія: Географічна. – 2013. – Вип. 44. – С. 3–7.
165. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів : підручник у 2 частинах [Текст] / С. П. Позняк. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – Ч. 2. – 286 с.
166. Позняк С. П. Ґрунтознавство і географія ґрунтів : підручник у 2 ч. [Текст] / С. П. Позняк. – Львів, 2010. – Ч.1. – 270 с.
167. Позняк С. П. Картографування ґрунтового покриву : навч. посібник [Текст] / С. П. Позняк, Є. Н. Красеха, М. Г. Кіт. – Львів : ЛНУ Імені Івана Франка, 2003. – 500 с.
168. Позняк С. П. Концепція моніторингу земельних ресурсів Західного регіону України [Текст] / С. П. Позняк, М. Г. Кіт, М. І. Лавейкін // Вісн. Львів ун-ту. Серія: Географічна. – Вип. 20. – Львів, 1997. – С. 48–51.
169. Позняк С. П. Орошаемые черноземы юго-запада Украины [Текст] / С. П. Позняк. – Львов : ВНТЛ, 1997. – 240 с.
170. Позняк С. П. Чинники ґрунтоутворення : навч. посібник [Текст] / С. П. Позняк, Є. Н. Красеха. – Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 400 с.

171. Полупан М. І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України : навч. посібник [Текст] / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, В. І. Кисіль, В. А. Величко. – К. : Колообіг, 2005. – 304 с.
172. Полинов Б. Б. Валовой почвенный анализ и его толкование [Текст] / Б. Б. Полинов // Почвоведение. – 1944. – №10. – С. 482–490.
173. Польшина С. М. Основні типи ґрунтів у системі ФАО/WRB : навч. посібник [Текст] / С. М. Польшина. – Чернівці : Рута, 2006. – Ч. 1. – 152 с.
174. Польшина С. М. Світова реферативна база ґрунтових ресурсів 2006 [Текст] / С. М. Польшина, В. А. Нікорич. – Чернівці : Книги – ХХІ, 2007. – 200 с.
175. Пономарева В. В. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения) [Текст] / В. В. Пономарева, Т. А. Плотникова – Л.: Наука, 1980. – 220 с.
176. Пономарева В. В. Материалы по изучению состава гумуса и некоторые вопросы генезиса дерново-карбонатных почв [Текст] / В. В. Пономарева, А. М. Мясникова // Уч. зап. Ленингр. ун-та. – Сер. биол. наук. – Вып. 36. – 1954. – С. 134–145.
177. Почвоведение. Почва и почвообразование [Текст] / [под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова]. – М.: Высш. шк., 1988. – Ч. 1. – 400 с.
178. Почвоведение. Типы почв, их география и использование [Текст] / [под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова]. – М.: Высш. шк., 1988. – Ч. 2. – 368 с.
179. Почвообразующий потенциал почвообразующих факторов [Текст] / С. А. Шоба, М. И. Герасимова, В. О. Таргульян // Зб. наук. праць : генеза, географія та екологія ґрунтів. – Львів, 1999. – С. 90–92.
180. Почвы Украины и повышение их плодородия [Текст] / [под. ред. Н. И. Полупана]. – К. : Урожай, 1988. – Т. 1. – 296 с.
181. Прасолов Л. И. О методах и направлениях почвоведения [Текст] / Л. И. Прасолов // Проблемы современного почвоведения. – М. : Наука, 1939. – С. 21–29.

182. Природа Тернопільської області [Текст] / За редакцією К. І. Геренчука. – Львів: Вища школа, 1979. – 166 с.
183. Природа Украинской ССР. Почвы. [Текст] / Н. Б. Вернандер, Н. И. Гоголев, Д. И. Ковалишин // Издательство : Наукова думка, 1986. – Т. 7. – 227 с.
184. Природа Хмельницької області [Текст] / За редакцією К. І. Геренчука. – Львів : Вища школа, 1980. – 152 с.
185. Природні умови та ресурси Тернопільщини [Текст] / За ред. М. Я. Сивого, Л. П. Царика. – Тернопіль : ТзОВ «Терно-граф», 2011. – 512 с.
186. Ревут И. Б. Структура и плотность почвы – основные параметры, кондиционирующие почвенные условия жизни растений [Текст] / И. Б. Ревут, Н. А. Соколовская, А. М. Васильев // Пути регулирования почвенных условий жизни растений. – Л. : Гидрометеоиздат, 1971. – С. 36–46.
187. Рейнтам Л. Ю. Образование и развитие рендзин [Текст] / Л. Ю. Рейнтам // Сборник научных трудов Эст. с.-х. акад., – Тарту, 1975. – № 100. – С. 3-29.
188. Рейнтам Л.Ю. Буроземообразование и псевдоподзоливание в почвах Эстонской ССР [Текст] / Л. Ю. Рейнтам. – М.: Наука, 1974. – С. 118–161.
189. Роде А. А. Избранные труды. Теоретические проблемы почвоведения и вопросы генезиса почв [Текст] / А. А. Роде. – М. : Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2008. – Т. 1. – 600 с.
190. Роде А. А. Почвоведение [Текст] / А. А. Роде, В. Н. Смирнов. – М. : Высшая школа, 1972. – 480 с.
191. Роде А. А. Система методов исследования в почвоведении [Текст] / А. А. Роде. – Новосибирск : Наука, 1971. – 256 с.
192. Розанов Б. Г. Генетическая морфология почв [Текст] / Б. Г. Розанов. – М. : Изд-во Моск. ун та, 1975. – 293 с.
193. Розанов Б. Г. Морфология почв [Текст] / Б. Г. Розанов. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 320 с.

194. Руденко Ф. А. Гідрогеологія Української РСР [Текст] / Ф. А. Руденко. – К. : Вища школа, 1972. – 174 с.
195. Руководство по описанию почв [Текст] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация объединенных наций. – 4-е изд., исп. и доп. – Рим, 2012. – 101 с.
196. Самойлова Е. М. Эволюция почв [Текст] / Е. М. Самойлова, Ю. С. Толчельников. – М. : Изд. МГУ, 1981. – 87 с.
197. Сарматські серпулітово-мікробіалітові рифи пасма Медоборів (Волинсько-Подільська окраїна Східноєвропейської платформи) [Текст] / М. Ясьоновський, А. Побережський, Б. Студеницька [та ін.] // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2003. – № 2. – С. 85–96.
198. Свинко Й. М. Неотектоніка і рельєф Західно-Подільською горбогір'я [Текст] / Й. М. Свинко, П. Дем'янчук // Наук. зап. Терноп. держ. пед. ун-ту, Сер. : Географія. – 2001. – № 1. – С. 17–25.
199. Семащук Р. Б. Ініціальне ґрунтотворення і рендзинні ґрунти Західного Поділля [Текст]: дис. канд. географ. наук : 11.00.05 / Семащук Роман Богданович. – Львів, 2016. – 177 с.
200. Сибирцев Н. М. Черноземы в разных странах [Текст] / Н. М. Сибирцев – СПб, 1897. – 124 с.
201. Сивий М. Я. Прісні підземні води Тернопільщини [Текст] / М. Я. Сивий, В. М. Кітура // Наукові записки Тернопільського пед. ун-ту. Серія: географія. – 2003. – №1. – С. 89–95.
202. Скорина С. О. Агроґрунтові райони Лісостепу правобережного та західного [Текст] / С. О. Скорина // Агрохімія і ґрунтознавство. – К. : Урожай, 1969. – Вип. 12. – С. 91–108.
203. Соколов И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения [Текст] / И. А. Соколов. – Новосибирск : Гуманитарные технологии, 2004. – 288 с.
204. Соколовский А. Н. Почвоведение и агрохимия [Текст] / А. Н. Соколовский // Изб. Тр. АН УССР. – К. : Урожай, 1971. – 368 с.

205. Стратегія збалансованого використання, відтворення і управління ґрунтовими ресурсами України [Текст] / [за наук. ред. С. А. Балюка]. – К. : Аграрна наука, 2012. – 240 с.
206. Таргульян В. О. Почвообразование и элементарные почвообразовательные процессы [Текст] / В. О. Таргульян // Почвоведение. – 1985. – № 11. – С. 36–45.
207. Таргульян В. О. Развитие почв во времени [Текст] / В. О. Таргульян, // Проблемы почвоведения. – М. : Наука, 1982. – С. 108–113.
208. Теория и практика химического анализа почв [Текст] / [под. ред. Л. А. Воробьевой]. – М. : ГЕОС, 2006. – 400 с.
209. Тихоненко Д. Г. Елементарні ґрунтові процеси (ЕГП) при акумулятивному ґрунтоутворенні [Текст] / Д. Г. Тихоненко // Вісник ХНАУ Ґрунтознавство. – 2011. – № 1. – С. 18–22.
210. Топольний Ф. П. Особливості ґрунтового покриву Подільського Придністров'я [Текст] / Ф. П. Топольний // Вісник ХНАУ. – 2008. – № 2. – С. 151–154.
211. Туев Н. А. Микробиологические процессы гумусообразования [Текст] / Н. А. Туев. – М. : Агропромиздат, 1989. – 239 с.
212. Тюрин И. В. К методам анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса [Текст] / И. В. Тюрин // Тр. Почвенного ин-та АН СССР, 1951. – Т. 38. – С. 45–49.
213. Тюрин И. В. Химическая природа фульвокислот почвенного гумуса [Текст] / И. В. Тюрин // Вопросы генезиса и плодородия почв. – М. : Наука, 1966. – С. 154.
214. Федірко О. М. Стріальний рівень організації гірського ландшафту чи ефект стріальності у ландшафтному устрої гір? [Текст] / О. М. Федірко // Вісник Львівського ун-ту. Сер.: геогр. – 2012., Вип. 40. – С. 206–210.
215. Ферсман А. Е. Геохимия [Текст] / А. Е. Ферсман. – Л. : ОНТИ, 1934. –Т. 2. – С. 58–61.

216. Фридланд В. М. Влияние степени выветрелости почвообразующих пород на процессы формирования почв в различных биоклиматических зонах [Текст] / В. М. Фридланд // Почвоведение. – 1970. – № 12. – С. 5–16.
217. Фридланд В. М. Структура почвенного покрова [Текст] / В. М. Фридланд. – М. : Мысль, 1972. – 423 с.
218. Хаин В. Е. Рифы и тектоника [Текст] / В. Е. Хаин // Значение биосферы в геологических процессах. – М. : Недра, 1962. – С. 162–171.
219. Хитров Н. Б. Генезис, диагностика, свойства и функционирование глинистых набухающих почв Центрального Предкавказья [Текст] / Н. Б. Хитров. – М. : Почвенный институт им В.В. Докучаева РАСХН, 2003. – 505 с.
220. Черный С. Г. Почвообразовательный потенциал ландшафтов Крымского полуострова [Текст] / С. Г. Черный, Е. И. Ергина // Уч. зап. Таврического нац. ун-та. им. В. И. Вернадского. – Серия : География. – Т. 17 (56), №4. – 2004. – С. 173–180.
221. Чернюк Г. В., Царик П. Л. Кліматичні ресурси Поділля [Текст] / Г. В. Чернюк, П. Л. Царик // Наукові записки ТНПУ. Серія : географія. – №1. – 2008. – С. 50–59.
222. Чирич М. Особенности образования почв на известняках и основы их классификации [Текст] / М. Чирич // Почвоведение. – 1967. – № 1. – С. 70–79.
223. Ямелинець Т. С. Просторовий аналіз деградаційних процесів сірих лісових ґрунтів Західного лісостепу України [Текст] / Т. С. Ямелинець, М. Г. Кіт // Монографія. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 204 с.
224. Akimtzev V. V. Historical soils of the Kamenetz-Podolsk fortress [Текст] / V. V. Akimtzev // Proceedings and papers of the second international congress of soil science (Leningrad-Moscow, 1930). Commission V., –Moscow, 1932. – P. 132–140.



225. Bach R. Die Standorte jurassischer Buchenwaldgesellschaften mit besonderer Berücksichtigung der Böden (Humuskarbonatböden und Rendzinen) [Текст] : Diss. ETH / Roman Bach. – Zürich. Erschienen in: Ber. Schweiz. Bot. Gesellsch. 60. – 1948 – P. 51–152.
226. Bryk M. Changes of size distribution of macropores and solid phase elements in Rendzic Leptosol caused by tillage [Текст] / M. Bryk // Acta Agrophysica. – V. 15, № 2 – 2010. – pp. 221–232
227. Bryk M. Indices of shape in the classification of soil structure [Текст] / M. Bryk // Polish Journal of Soil Science. – V. 37, № 1. – 2004. – pp. 1–10.
228. Bryk M. Morphometric evaluation of transformation of soil structure from coherent into aggregate one / M. Bryk // Acta Agrophysica, – V. 12, № 3, – 2008. – pp. 595–606.
229. Charzyński P. Testing WRB on Polish Soils [Текст] / P. Charzyński // Association of Polish Adult Educators. – Toruń, 2006., – 110 p.
230. Dobrzański B. Rędziny Polski [Текст] / B. Dobrzański. K. Konecka-Betley, F. Kuźnicki, R. Turski // Roczn. Nauk Roi. – Monografie, – Warszawa, 1987. – Seria D. – 208 z.
231. Dobrzański B. Rędziny Wyżyny Lubelskiej wytworzone ze skał węglanowych okresu kredowego [Текст] / B. Dobrzański, R. Turski // Roczn. Nauk Roi. – Warszawa, 1972. – Seria D.– 148 z.
232. Dobrzański B. Przydatność rolnicza rędzin [Текст] / B. Dobrzański // Roczn. Glebozn. – Warszawa, 1976. – T. XXVII. – Z. 3.
233. Domżał H. Wykorzystanie oznaczeń wodno-powietrznych właściwości rędzin do określenia wilgotności początku nawadniania oraz wielkości dawek polewowych [Текст] / H. Domżał, W. Martyn, A. Słowińska-Jurkiewicz // Roczn. Glebozn. – Warszawa, 1975. – T. XXVI. – Z. 3.
234. Duchaufour Ph. Pedologie. Pedogenese et classification [Текст] / Ph. Duchaufour. – Paris: Masson, 1983.

235. Dupuis J. Observations sur les formations superficielles et les sols de Beauce au sud d'Etampes [Текст] / J. Dupuis, A. Cuilleux // Ann. Agro. – Paris, 1955. – № 3. – pp. 373–383.
236. Guidelines for profile description [Текст] – 3rd Edition. FAO–ISRIC. – Rome, 1990. – 96 p.
237. Harbar V. V. Genesis and properties of rendzinas of the Podilski Tovtry [Текст] / V. Harbar, S. Poznyak // Polish Journal of Soil Science. Maria Curie-Skłodowska University in Lublin, Poland., 2015, Vol. 48., № 2. – P. 229–240. PL ISSN: 0079-2985., DOI: 10.17951/pjss/2015.48.2.229.
238. Harbassowitz, H.: Laterit, Fortschr. Geolog. und Paleont [Текст], 4, – 1926. – pp. 253–566.
239. IUSS Working Group – FAO: WRB-World Reference Base for Soil resources. FAO, Rzym, 2014, – № 106 – 181 p.
240. Jasionowski M. Facje i geochemia dolnosarmackich raf z północnych obrzeży Paratetydy na Roztoczu (Polska) i Miodoborach (Ukraina) : implikacje paleosrodowiskowe [Текст] / M. Jasionowski // Przegląd Geologiczny. – 2006. – Vol. 54, N. 5. – S. 445–455.
241. Jenny H. Behavior of potassium and sodium during the process of soil formations [Текст] / H. Jenny // Missouri Agris. Exp. Sta. Res. Bull. – № 162. – 1931. – P. 24–52.
242. Kalicka M. Porównanie wybranych właściwości podtypów rędzin kredowych porośniętych murawą kserotermiczną i próba ich klasyfikacji w różnych systematykach. / M. Kalicka, J. Chodorowski, R. Dębicki // Acta Agrophysica, 108., Vol. 5. – 2004. – P. 5–15.
243. Kalicka M. Transformations of cretaceous rendzinas with natural succession of xerothermal plant communities in some sites of Lublin Upland / M. Kalicka // Acta Agrophysica, 137. – 2006. – P. 5–143.
244. Kalicka M. The influence of land use and xerothermal plant succession on the properties of cretaceous rendzinas / M. Kalicka, R. Dębicki, T. Grądział // Polish J. Soil Science. – 2004, № 37, – P. 189–201.

245. Klinge H. Puffe D., Scheffer F., Welte E Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine Weser-Bergland). 3 Mitteilung: Humus und Stickstoff in den Rendzinen unter verschiedenen Standortsbedingungen. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. – Vol. 96, 1962, – P. 46–62.
246. Lozinski W. Mapa głąb wojewodstwa Tarnopolskiego. – Krakow, 1933. – S. 24–28.
247. Methods of Soil Analysis [Текст]. – Part. U.S.A : Agronomy Monograph,– 2-nd Edition. – 1982. – № 9. – 68 p.
248. Miocen Miodoborow (Podole, Zachodnia Ukraina) [Текст] / [M. Jasionowski, M. Górka, B. Studencka, A. Poberezhskyy] // Przebieg i zmienność sedymentacji w basenach przedgorskich : przewodnik sesji terenowych streszczenia referatów i posterów. – 2006. – S. 53–65.
249. Munsell soil color charts // Baltimore 2, Maryland U.S.A, 1954.
250. Musierowicz A. Rędziny polnocnej krawędzi Podolia [Текст] / A. Musierowicz, A. Wondrausch // Kosmos.-Seria A, t. 41. – Lwow, 1936. – S. 12–49.
251. Pallman H. Bodenkunde und Pflanzensoziologie [Текст] / H. Pallman – Zürich : Polygraphischer Verlag, – 1948. – 230 p.
252. Pallmann, H. Über die Zusammenarbeit von Bodenkunde und Pflanzensoziologie [Текст] / H. Pallmann, F. Richard, R. Bach // «10 Congres Zurich 1948» des Internationalen Verbandes forstlicher Versuchsanstalten, – 1948. – P. 57–95.
253. Scheffer F., Welte E., Meyer B. Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine Weser-Bergland). 1. Mitteilung: Genese und Verbreitungsbedingungen der Rendsinen Журнал Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde Vol. 90, 1960. – P.19–36.
254. Scheffer F., Welte E., Meyer B., Die Rendzinen der mitteldeutschen Berg- und Hügellandschaften (Leine Weser-Bergland). 2. Mitteilung: Fraktur, Nichtkarbonatgehalt und spezifische Auflösungsgeschwindigkeit des

Kalkgesteins als bestimmende Größe der Bodenentwicklungsgeschwindigkeit. Zeitschrift für Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. – Vol. 98, 1962, – P. 1–18.

255. Stoops, G. Evaluation of Kubiëna's Contribution to Micropedology. At the Occasion of the Seventieth Anniversary of His Book "Micropedology" [Текст] / G. Stoops // Eurasian Soil Science, Springer, 2009 – Vol. 42, P. 693–698.
256. Taubner H. Determination of soil texture: Comparison of the sedimentation method and the laser-diffraction analysis [Текст] / Taubner H., Roth B., Tippkötter R. // Journal of Plant Nutrition and Soil Science. – 2009. № 172. – P. 161–171.

# ДОДАТКИ

Скам'янілі рештки серпул (А) та моховаток (Б)



**А**



**Б**

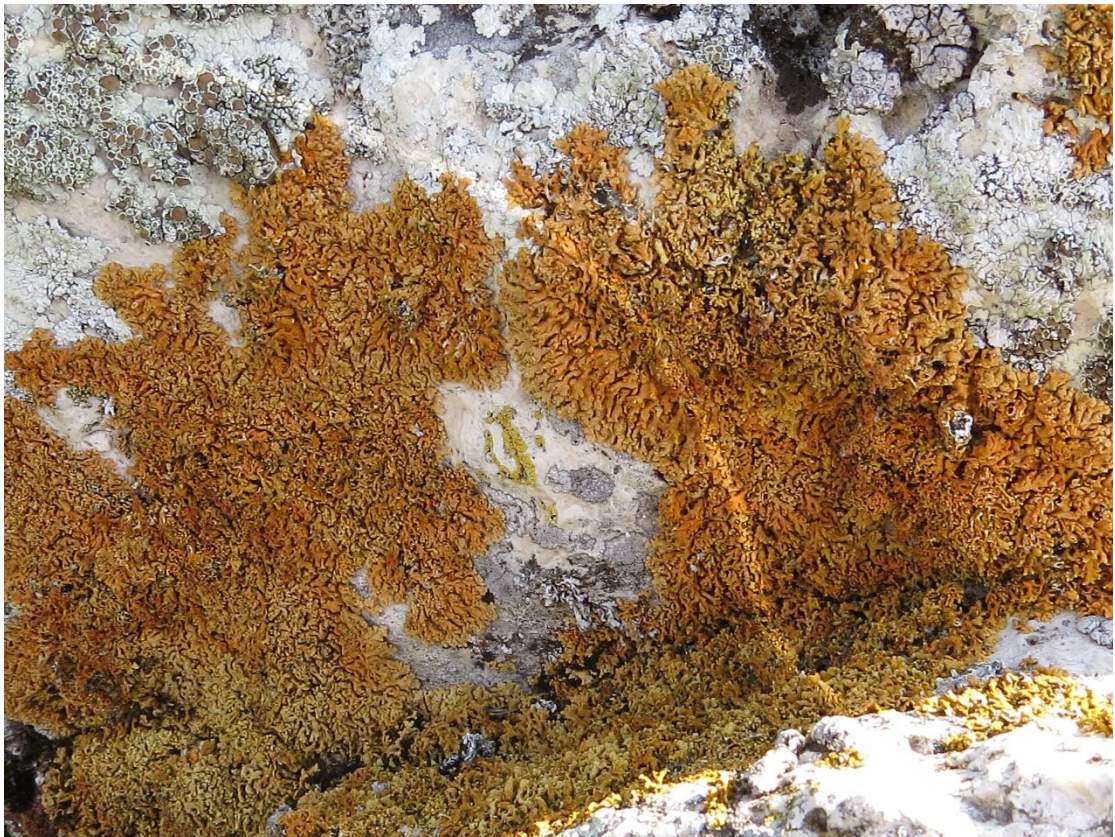


Бічні готри поблизу с. Вербка





Ініціальне ґрунтоутворення на вапняках під впливом лишайників





Дерновий процес на щільних вапняках під лучно-степовою рослинністю



## Морфологічна характеристика ґрунтових розрізів

## МД «Скалат», розріз СЦ-4

**Розріз СЦ-4** закладений в межах модальної ділянки «Скалат» на відстані 700 м на північний схід від с. Новосілка Скалатського району Тернопільської області, на вершині головного пасма Подільських Товтр.

Прив'язка: 700 м на північний схід від с. Новосілка, вершина головного пасма. Географічні координати: 49°27'13" пн. ш. 26°01'07" сх. д.

Висота н.р.м. – 391 м.

Угіддя: лучно-стєпова рослинність (типчак, ковила).

Рельєф: вершина головного пасма Подільських Товтр.

Глибина розрізу – 35 см.

Потужність гумусованого профілю – 26 см.

Закипання від 10% НСІ – суцільне, слабке з поверхні і по профілю.

Ґрунт: рендзина неповнорозвинена легкосуглинкова на щільних літотамнієвих вапняках.

Nd 0–6 см	Дернина.
Hca 6–21 см	Гумусо-аккумулятивний горизонт, темно-сірий (10YR 2/1), свіжий, слабоущільнений, легкосуглинковий, порохувато-дрібногрудкуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків діаметром менше 0,5 см, червоточини, копроліти, перехід різкий, чітко виражений за появою ґрунтотворної породи.
Phca 21–26 см	Перехідний гумусований горизонт, сірувато-білого забарвлення (10YR 5/1), неоднорідний (включає ґрунтотворну породу із затіками гумусу), дрібноземна частина дрібногрудкуватої структури, окремі корені рослин, перехід різкий.
Rca 26–35 см	Ґрунтотворна порода, представлена монолітно-блоковим утворенням із літотамнієвих вапняків сірувато-білого забарвлення (10YR 7/1–8/1).

**МД «Вербка», розріз ВЦ-4**

Розріз ВЦ-4 закладений в межах модальної ділянки «Вербка» на відстані 1,5 км на захід від с. Вербка Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, в межах бічного пасма Подільських Товтр.

Прив'язка: 1,5 км на захід від с. Вербка, 300 м на південний схід від залізничної дороги. Географічні координати: 48° 48' 31" пн. ш. 26°36'52" сх. д.

Висота н.р.м. – 298 м.

Угіддя: лучно-степова рослинність (типчак, ковила, пирій).

Рельєф: Товтровий кряж (бічне пасмо), вирівняна ділянка на схилі .

Глибина розрізу – 61 см.

Потужність гумусованого профілю – 58 см.

Закипання від 10% НСІ – суцільне, сильне з поверхні і бурхливе по профілю.

Ґрунт: рендзина типова легкосуглинкова на елювії серпуло-моховаткових вапняків

Nd 0–3 см	Дернина.
Hca 3–24 см	Гумусо-аккумулятивний горизонт, темно-сірий (10YR 2/1–3/1), свіжий, слабоущільнений, легкосуглинковий, порохувато-дрібногрудкуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків діаметром менше 0,5 см, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за зростанням кількості елювію вапняків, структурою та збільшенням щільності складення.
HPca 24–41 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірий з бурувато-білуватим відтінком (10YR 4/1–4/2), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, дрібногрудкуватої структури, карбонатний, рідкі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за структурою та збільшенням кількості елювію вапняків.
Phca 41–58 см	Перехідний гумусований горизонт, сірувато-білого забарвлення (10YR 5/1), неоднорідний (порушений елювієм серпуло-моховаткових вапняків діаметром до 3–4 см), свіжий, ущільнений, дрібногрудкуватої структури, рідкі корені рослин, червоточини, перехід різкий морфологічно виражений зростанням кількості і розмірів уламків елювію породи.

Рса 58–65 см Грунтотворна порода, у верхній частині представлена гостроуламковим елювієм, а в нижній – монолітно-блоковим утворенням із серпуло-моховаткових та літотамнієвих вапняків сіривато-білого забарвлення (10YR 7/1–8/1).

### МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1

**Розріз ІЦ-1** закладений в межах модальної ділянки «Івахнівці» на відстані 1 км на північний схід від с. Івахнівці Чемеровецького району Хмельницької області, в межах Товтровоного масиву на вирівняній вершинній ділянці головного пасма.

Прив'язка: 1 км на північний схід від с. Івахнівці, вершина, головне пасмо. Географічні координати: 49°06'23" пн. ш. 26°22'02" сх. д.

Висота н.р.м. – 368 м.

Угіддя: лучно-степова рослинність (типчак, пирій).

Рельєф: Товтровий кряж (головне пасмо), злегка опукла вершинна поверхня.

Глибина розрізу – 65 см.

Потужність гумусованого профілю – 55 см.

Закипання від 10% НСІ – суцільне, слабке з поверхні і сильне по профілю.

Грунт: рендзина типова середньосуглинкова на елювії літотамнієвих вапняків.

Нд 0–3 см	Дернина.
Нса 3–18 см	Гумусо-аккумулятивний горизонт, темно-сірий (10YR 3/1), свіжий, слабоущільнений, легкосуглинковий, дрібногрудкувато-порохуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків діаметром 3–7 см, червоточини, копроліти, перехід поступовий, виражений за зростанням кількості елювію вапняків, структурою та збільшенням щільності складення.
НРса 18–37 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірий з бурувато-білуватим відтінком (10YR 5/1), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, дрібногрудкуватої структури, карбонатний, рідкі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків розміром від дрібних 0,5–1 см, до

брил 10 см і більше, червоточини, копроліти, перехід поступовий, виражений за структурою та збільшенням кількості елювію вапняків.

Phca  
37–55 см Перехідний гумусований горизонт, сірувато-білого забарвлення (10YR 7/1), неоднорідний (порушений елювієм серпуломоховаткових вапняків діаметром до 20 см), свіжий, ущільнений, дрібногрудкуватої структури, рідкі корені рослин, червоточини, перехід різкий морфологічно виражений зростанням кількості і розмірів уламків елювію породи.

Pca  
55–65 см Ґрунтоутворна порода, у верхній частині представлена гостроуламковим елювієм, а в нижній – монолітно-блоковим утворенням з літотамнієвих вапняків сірувато-білого забарвлення (10YR 8/1).

### МД «Антонівка», розріз АЛ-1

**Розріз АЛ-1** закладений в межах модальної ділянки «Антонівка», на відстані 3 км на південний схід від с. Антонівка Чемеровецького району Хмельницької області, в межах залісненої ділянки Товтровою масиву на опуклій вершинній ділянці Головного пасма.

Прив'язка: 3 км на південний схід від с. Антонівка, 30 м на схід від лісової дороги. Географічні координати: 48° 56' 05" пн. ш. 26° 31' 53" сх. д.

Висота н.р.м. – 356 м.

Угіддя: широколистяний ліс (І ярус: граб, клен, ліщина; ІІ ярус: шипшина; ІІІ ярус: копитняк європейський).

Рельєф: Товтровий кряж (головне пасмо), злегка опукла вершинна поверхня.

Глибина розрізу – 71 см.

Потужність гумусованого профілю – 66 см.

Закипання від 10% НСІ – суцільне, слабке з поверхні і сильне по профілю.

Ґрунт: рендзина типова середньосуглинкова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків.



Но 0–3 см	Опадогенний горизонт, у верхній частині (0–2 см) слаборозкладений, у нижній (2–3 см) – шар ферментації.
Нса 3–22 см	Гумусо-акумулятивний, темно-сірий (10YR 3/1), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкувато-дрібногоріхуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, зрідка уламки літотамнієвих вапняків, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за зміною забарвлення та збільшенням кількості уламків вапняків.
НРса 22–48 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірий з бурим і білуватим відтінками (10YR 5/1), неоднорідний (порушений уламками вапняків), свіжий, ущільнений, зернисто-дрібногрудкуватої структури, рясні уламки елювію літотамнієвих вапняків діаметром 30 мм і менше, багато коренів рослин, червоточини, копроліти, перехід в наступний горизонт різкий, рівний, виражений за різким збільшенням кількості елювію вапняків.
Рhса 48–66 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірувато-білого забарвлення з бурим відтінком (10YR 7/1–7/2) та затіками гумусу сірого забарвлення (10YR 5/1), неоднорідний, свіжий, щільний, безструктурний, дуже багато уламків літотамнієвих вапняків діаметром 80 мм і менше, простір між якими заповнений гумусо-глинистим матеріалом, змішаним з аморфними продуктами вивітрювання породи, рідкі корені рослин, червоточини, перехід поступовий.
Рса 66–71 см	Ґрунотворна порода, у верхній частині представлена вивітраним елювієм, а в нижній – монолітно-блоковим утворенням з літотамнієвих вапняків сірувато-білого забарвлення (10YR 8/1).

### МД «Вербка», розріз ВЛ-5

**Розріз ВЛ-5** закладений в межах модальної ділянки «Вербка» на відстані 500 м на південний схід від с. Вербка Кам'янець-Подільського району Хмельницької області, в межах головного пасма Подільських Товтр.

Прив'язка: 500 м на південний схід від с. Вербка, 800 м на північ від вапнякового кар'єру. Географічні координати: 48° 47' 54" пн. ш. 26° 37' 53" сх. д.

Висота н.р.м. – 341 м.

Угіддя: широколистяний ліс (I ярус: граб, дуб, клен; II ярус: граб; III ярус: копитняк європейський).

Рельєф: Товтровий кряж (головне пасмо), схил (10–12°) південної експозиції.

Глибина розрізу – 69 см.

Потужність гумусованого профілю – 66 см.

Закипання від 10% HCl – слабке з поверхні, сильне по профілю.

Ґрунт: рендзина типова середньосуглинкова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків.

Но 0–3 см	Опадогенний горизонт, у верхній частині (0–2 см) слаборозкладений, у нижній (2–3 см) – шар ферментації.
Нса 3–31 см	Гумусо-аккумулятивний, темно-сірий (10YR 3/2–4/2), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, дрібногоріхуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, зрідка уламки літотамнієвих вапняків, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за зміною забарвлення та збільшенням кількості уламків вапняків.
НРса 31–44 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірий з бурим і білуватим відтінками (10YR 6/2–6/3), неоднорідний (порушений уламками вапняків), свіжий, ущільнений, зернисто-дрібногрудкуватої структури, великі брили літотамнієвих вапняків діаметром до 15 см, багато коренів рослин, червоточини, копроліти, перехід в наступний горизонт різкий, рівний, виражений зміною забарвлення та структурою ґрунту.
Рнса 44–59 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірувато-білого забарвлення з бурим відтінком (10YR 7/2–7/3) та затіками гумусу сірого забарвлення (10YR 6/2), неоднорідний, свіжий, щільний, безструктурний, багато уламків літотамнієвих вапняків діаметром 80 мм і менше, простір між якими заповнений гумусо-глинистим матеріалом, змішаним з аморфними продуктами вивітрювання породи, рідкі корені рослин, червоточини, перехід поступовий.
Рса 59–69 см	Ґрунтоутворююча порода, у верхній частині представлена вивітраним елювієм, а в нижній – монолітно-блоковим утворенням з літотамнієвих вапняків сірувато-білого забарвлення (10YR 8/1).

### МД «Боришківці», розріз БР-3

**Розріз БР-3** закладений в межах модальної ділянки «Боришківці» на відстані 1 км на північний захід від с. Боришківці Кам'янець-Подільського

району Хмельницької області, в межах поля СПП «Деметра» на вирівняній ділянці бічного пасма Подільських Товтр.

Прив'язка: 1 км на північний захід від с. Боришківці, 600 м на захід від СПП «Деметра», 50 м на південь від ґрунтової дороги. Географічні координати: 48° 43' 07" пн. ш. 26° 40' 01" сх. д.

Висота н.р.м. – 304 м.

Угіддя: рілля (кукурудза).

Рельєф: Товтровий кряж (бічне пасмо), педиментизований схил 1–2°.

Поверхня ґрунту: брилувата, рівна.

Глибина розрізу – 74 см.

Потужність гумусованого профілю – 69 см.

Закипання від 10% НСІ – суцільне, сильне з поверхні і бурхливе по профілю.

Ґрунт: рендзина типова середньосуглинкова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків.

Нса<sub>орн.</sub>  
0–14 см Гумусо-аккумулятивний орний горизонт, темно-сірий (10YR 3/1), свіжий, легкосуглинковий, порохувато-брилуватої структури, пухкий, карбонатний, багато коренів рослин, зрідка уламки елювію серпуло-моховаткових вапняків діаметром 40 мм і менше, перехід в підорний горизонт чіткий, виражений за структурою та зростанням щільності складення, лінія переходу хвиляста.

Нса<sub>п/орн</sub>  
14–27 см Гумусо-аккумулятивний підорний горизонт, темно-сірий з буруватим відтінком (10YR 4/1–4/2), свіжий, щільний, середньосуглинковий, горіхувато-брилуватої структури, карбонатний, рідкі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за збільшенням кількості елювію вапняків, структурою та зменшенням щільності складення.

Нрса  
27–47 см Гумусо-аккумулятивний горизонт, темно-сірий з бурувато-білуватим відтінком (10YR 4/2), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, грудкувато-брилуватої структури, карбонатний, рідкі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за структурою та збільшенням кількості елювію вапняків.



HPca 47–62 см	Перехідний (верхній) гумусовий горизонт, світло-сірого забарвлення з бурим відтінком (10YR 5/2), неоднорідний (порушений елювієм серпуло-моховаткових вапняків діаметром до 30-40 мм), свіжий, ущільнений, дрібногрудкуватої структури, рідкі корені рослин, червоточини, перехід різкий морфологічно виражений зростанням кількості і розмірів уламків елювію породи.
Phca 62–69 см	Перехідний (нижній) гумусований горизонт, сірувато-білого забарвлення (10YR 7/2), неоднорідний (порушений елювієм серпуло-моховаткових вапняків діаметром до 50-60 мм, тріщини між яким заповненні гумусо-глинистим матеріалом), свіжий, щільний, безструктурний, поодинокі корені рослин, червоточини, перехід різкий морфологічно виражений за кольором та щільністю складення.
Pca 69–74 см	Ґрунотворна порода, у верхній частині представлена елювієм-делювієм серпуло-моховаткових та літотамнієвих вапняків, а в нижній – монолітно-блокового утворення із аналогічних карбонатних порід сірувато-білого забарвлення (10YR 7/1–8/1).

### МД «Івахнівці», розріз IP-2

**Розріз IP-2** закладений в межах модальної ділянки «Івахнівці» на відстані 1 км на північний схід від с. Івахнівці Чемеровецького району Хмельницької області, в межах Товтровоного масиву на слабопологовому (1°) схилі головного пасма північно-східної експозиції.

Прив'язка: 1 км на північний схід від с. Івахнівці, слабопологий схил, головне пасмо. Географічні координати: 49°06'28" пн. ш. 26°22'06" сх. д.

Висота н.р.м. – 366 м.

Угіддя: рілля (соя).

Рельєф: Товтровий кряж (головне пасмо), слабопологий схил (1°).

Глибина розрізу – 55 см.

Потужність гумусованого профілю – 42 см.

Закипання від 10% HCl – суцільне, слабке з поверхні і сильне по профілю.

Грунт: рендзина типова середньосуглинкова на елювії літотамнієвих вапняків.

Нса <sub>орн</sub> 0–10 см	Гумусо-акумулятивний орний горизонт, темно-сірий (10YR 4/2), свіжий, ущільнений, легкосуглинковий, порохувато-дрібногрудкуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, окремі нерозкладені рослинні рештки, уламки літотамнієвих вапняків діаметром до 2 см, червоточини, копроліти, перехід чіткий, виражений за структурою та зростанням щільності складення.
Нса <sub>п/орн</sub> 10–22 см	Гумусо-акумулятивний підорний горизонт, темно-сірий (10YR 3/2), свіжий, щільний, легкосуглинковий, грудкувато-брилувата структура, карбонатний, рідкі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків діаметром до 4 см, червоточини, копроліти, перехід чіткий, виражений за структурою та збільшенням кількості елювію вапняків .
НРса 22–42 см	Перехідний гумусований горизонт, темно-сірий з буруватим відтінком (10YR 5/2–6/1), неоднорідний (порушений елювієм серпуло-моховаткових вапняків діаметром до 5 см), свіжий, ущільнений, грудкуватої структури, рідкі корені рослин, червоточини, перехід різкий морфологічно виражений зростанням кількості і розмірів уламків елювію породи.
Рса 42–55 см	Грунтотворна порода, представлена сильно звітреним елювієм літотамнієвих вапняків сірувато-білого забарвлення (10YR 8/1).

### МД «Антонівка», розріз АП-2

**Розріз АП-2** закладений в межах модальної ділянки «Антонівка», на відстані 3,5 км на південний схід від с. Антонівка Чемеровецького району Хмельницької області, в межах перелогу на схилі Головного пасма південно-західної експозиції.

Прив'язка: 3,5 км на південний схід від с. Антонівка, 150 м на захід від лісової дороги. Географічні координати: 48° 55' 46" пн. ш. 26°32' 05" сх. д.

Висота н.р.м. – 352 м.

Угіддя: переліг (осот польовий, стенактис, волошка, люцерна)

Рельєф: Товтровий кряж (головне пасмо), схил 5–7°.

Глибина розрізу – 70 см.

Потужність гумусованого профілю – 60 см.

Закипання від 10% HCl – фрагментарне на поверхні (біля уламків вапняків), і сильне донизу.

Грунт: бура парарендзина важкосуглинкова на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків.

Hca <sub>орн</sub> 0–10 см	Гумусо-аккумулятивний, бурувато-сірий (10YR 4/2), свіжий, середньосуглинковий, порохувато-дрібногрудкуватої структури, слабоущільнений, карбонатний, багато коренів рослин, зрідка уламки літотамнієвих вапняків діаметром 3 см і менше, перехід нерівний, виражений за структурою та збільшенням щільності складення.
Hca <sub>п/орн</sub> 10–24 см	Гумусо-аккумулятивний, сірувато-бурий (10YR 3/2), свіжий, щільний, середньосуглинковий, великогоріхуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, рясні уламки літотамнієвих вапняків, червоточини, копроліти, перехід чітко виражений за зміною забарвлення та збільшенням кількості уламків вапняків.
HPca 24–50 см	Перехідний гумусовий горизонт, бурий з білуватим відтінком (10YR 5/3–6/1), неоднорідний (порушений уламками вапняків), свіжий, ущільнений, грудкуватої структури, велика кількість уламків літотамнієвих вапняків діаметром 5 см і менше, багато коренів рослин, червоточини, копроліти, перехід в наступний горизонт різкий, рівний, виражений за різким збільшенням кількості елювію вапняків.
Phca 50–60 см	Перехідний гумусований горизонт, світлобурий з білуватим відтінком (10YR 7/2–8/1), неоднорідний, свіжий, щільний, безструктурний, дуже багато уламків літотамнієвих вапняків діаметром 8 см і менше, простір між якими заповнений гумусоглинистим матеріалом, змішаним з аморфними продуктами вивітрювання породи, рідкі корені рослин, червоточини, перехід поступовий.
Pca 60–70 см	Грунтотворна порода, у верхній частині представлена карбонатними полігенетичними суглинками (10YR 7/2) зі значною кількістю уламків елювію літотамнієвих та серпуломоховаткових вапняків, а в нижній – монолітно-блоковим утворенням із аналогічних карбонатних порід сірувато-бурувато-білого забарвлення (10YR 8/1).

### МД «Скалат», розріз СЦ-3

**Розріз СЦ-3** закладений в межах модальної ділянки «Скалат» на відстані 600 м на північний схід від с. Новосілка Скалатського району Тернопільської області, в середній частині крутого (15–18°) схилу головного пасма південно-західної експозиції.

Прив'язка: 600 м на північний схід від с. Новосілка, головне пасмо, крутий схил (10–12°) південно-західної експозиції. Географічні координати: 49°27'11" пн. ш. 26°00'52" сх. д.

Висота н.р.м. – 385 м.

Угіддя: лучно-степова рослинність (типчак, ковила).

Рельєф: Товтровий кряж (головне пасмо), крутий схил (10–12°) південно-західної експозиції.

Глибина розрізу – 81 см.

Потужність гумусованого профілю – 61 см.

Закипання від 10% НСІ – суцільне, слабке з поверхні і сильне по профілю.

Ґрунт: парarendзина середньосуглинкова на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків.

Nd 0–2 см	Дернина.
Hca 2–16 см	Гумусо-аккумулятивний горизонт, темно-сірий з буруватим відтінком (10YR 3/2), свіжий, слабоущільнений, середньосуглинковий, дрібногрудкувато-горіхуватої структури, карбонатний, густі корені рослин, уламки літотамнієвих вапняків діаметром 1–2 см, червоточини, копроліти, перехід поступовий, виражений за зростанням кількості елювію вапняків, структурою та зміною забарвлення.
Hrsa 16–32 см	Перехідний гумусовий горизонт, сірий з бурувато-білуватим відтінком (10YR 5/3), свіжий, ущільнений, середньосуглинковий, дрібногрудкуватої структури, карбонатний, рідкі корені рослин, значна кількість уламків літотамнієвих вапняків розміром 1–3 см, червоточини, копроліти, перехід поступовий, виражений за зміною забарвлення та збільшенням кількості лесоподібного матеріалу.

- Phca  
32–61 см      Перехідний гумусований горизонт, сірувато-палевого забарвлення (10YR 7/4), неоднорідний (порушений елювієм-делювієм літотамнієвих вапняків діаметром до 5 см), свіжий, ущільнений, дрібногрудкуватої структури, окремі корені рослин, червоточини, перехід різкий морфологічно виражений зростанням кількості і розмірів уламків елювію породи.
- Pca  
61–81 см      Грунтотворна порода, у верхній частині представлена карбонатними полігенетичними суглинками (10YR 7/3–8/2) зі значною кількістю уламків елювію літотамнієвих вапняків, а в нижній – монолітно-блоковим утворенням із аналогічних карбонатних порід сірувато-бурувато-білого забарвлення (10YR 8/2–8/1).



Закладені ґрунтові розрізи

Рендзина неповнорозвинена на щільних ліготамнієвих вапняках,  
МД «Скалат», розріз СЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)





Рендзина типова на елювії серпуло-моховаткових вапняків,  
МД «Вербка», розріз ВЦ-4 (цілина, лучно-степова рослинність)





Зліва: Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІЦ-1 (цілина, лучно-степова рослинність)

Справа: Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Івахнівці», розріз ІР-2 (рілля)





Рендзина типова на елювії літотамнієвих вапняків, МД «Антонівка», розріз АЛ-1 (ліс)





Рендзина типова на елювії-делювії літотамнієвих вапняків,  
МД «Вербка», розріз ВЛ-5 (ліс)





Рендзина типова на елювіально-делювіальних відкладах серпуло-моховаткових вапняків,  
МД «Боришківці», розріз БР 3 (рілля)





Бура парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків,

МД «Антонівка», розріз АП-2 (переліг)



Продовження дод. Ж



Парарендзина на карбонатних полігенетичних суглинках підстелених елювієм літотамнієвих вапняків,  
МД «Скалат», розріз СЦ-3 (цілина, лучно-степова рослинність)

