

**Міністерство освіти і науки України  
Одеський державний аграрний університет**

**О.О. ОЖОВАН, В.І. МИХАЙЛЮК**

**ГУМУСОВИЙ СТАН  
АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ  
ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**

**Монографія**

Одеса

«Інтерпрінт»

2017

**УДК 631.417.2**  
**О-457**

Рецензенти:

д-р біологічних наук, проф. **Є.Н. Красєха**  
(Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова)

д-р географічних наук, проф. **Г.В. Ляшенко**  
(Одеський державний екологічний університет)

*Рекомендовано до друку вченою радою  
Одеського державного аграрного університету  
(Протокол № 4 від 27 жовтня 2016 року)*

The geographic genetic features of the humus status of automorphic soil of the North-Western Black Sea region are shown. Parameters dehumification of chernozems are established. The transformation of soil properties (agrophysical and physicochemical, including buffer and soda resistance), which are related to the features of the content of organic matter, has been studied.

**Ожован О.О.**

О-457 Гумусовий стан автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я: монографія / О.О. Ожован, В.І. Михайлюк; Одес. держ. аграр. ун-т. – О.: Інтерпрінт, 2017. – 133 с.: іл., табл.  
ISBN 978-966-2139-61-7

Висвітлено географо-генетичні особливості гумусового стану автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я. Встановлено особливості дегуміфікації чорноземів та трансформації взаємопов'язаних з параметрами гумусового стану морфологічних ознак, агрофізичних та фізико-хімічних властивостей, в тому числі за широким спектром показників кислотно-основної буферності та содистості ґрунтів.

**УДК 631.417.2**

© Ожован О.О., Михайлюк В.І., 2017  
© Одеський державний аграрний  
університет, 2017

**ISBN 978-966-2139-61-7**

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b>	4
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ГУМУСОВОГО СТАНУ ҐРУНТІВ</b>	5
1.1. Короткий огляд досліджень гумусу	5
1.2. Показники гумусового стану ґрунтів	12
1.3. Процеси трансформації гумусового стану ґрунтів в умовах антропогенного впливу	15
<b>РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ</b>	23
2.1. Об’єкт та предмет досліджень	23
2.2. Методологія та методика досліджень	27
2.2.1. Вибір і характеристика ключових ділянок	28
2.2.2. Лабораторно-аналітичні дослідження	32
<b>РОЗДІЛ 3. ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО- ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР’Я</b>	34
3.1. Морфологічні особливості ґрунтів	34
3.2. Фізичні властивості ґрунтів	42
3.2.1. Гранулометричний склад	42
3.2.2. Структурно-агрегатний склад	47
3.3. Кислотно-основна буферність ґрунтів	54
<b>РОЗДІЛ 4. ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГУМУСОВОГО СТАНУ АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО- ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР’Я</b>	60
4.1. Вміст та розподіл гумусових гумусу в ґрунтовому профілі	60
4.2. Якісний склад гумусу	67
4.2.1. Груповий і фракційний склад гумусу	67
4.2.2. Якісний склад колоїдних форм гумусу	76
4.3. Оптична щільність гумінових кислот	81
4.4. Просторові закономірності вмісту гумусу та його динаміка в часі	88
4.5. Енергія органічної речовини ґрунту	95
<b>ВИСНОВКИ</b>	103
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	106
<b>ДОДАТКИ</b>	121

## ВСТУП

Гумусовий стан ґрунтів завжди був провідною темою генетичного та агрономічного ґрунтознавства. Актуальною і одночасно дискусійною є проблема дегуміфікації, що виникала відразу ж після залучення ґрунтів у сільськогосподарське використання. Вона особливо актуальна тепер, коли через ерозійні процеси, високий рівень розораності сільськогосподарських угідь, незбалансоване внесення добрив та значну питому частку посівів просапних культур ґрунти зазнали помітних втрат органічної речовини. Так, за останні два десятиліття в орному шарі чорноземів Північно-Західного Причорномор'я вміст гумусу зменшився в середньому на 0,43 %. Втрати гумусу і трансформація взаємопов'язаних з ним агрофізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів характеризуються чіткими зональними та локальними особливостями; спостерігається нівелювання відмінностей між чорноземами звичайними та південними за окремими показниками гумусового стану, відзначається суттєвий «ксероморфний» вплив Причорноморських лиманів на гумусовий стан прилеглих ґрунтів, певними відмінностями характеризується гумусовий стан зрошуваних і виведених зі зрошення ґрунтів, а також ґрунтів нижньодунайських надзаплавних терас.

В монографії викладено дослідження ролі локальних умов в гумусоутворенні та гумусонакопиченні, наведено результати детального вивчення регіональних особливостей гумусового стану ґрунтів в сучасних умовах та вплив процесів дегуміфікації чорноземів на трансформацію їх фізичних та фізико-хімічних властивостей. Також, встановлено деякі параметри гумусового стану як діагностичних ознак чорноземів.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ГУМУСОВОГО СТАНУ ҐРУНТІВ

---

### 1.1. Короткий огляд досліджень гумусу

Вивченню органічної речовини ґрунту завжди приділялась велика увага дослідників. Це пов'язано з тим, що утворення і нагромадження гумусових речовин визначає агрономічний потенціал ґрунту та зумовлює ґрунтоутворення як процес формування ґрунту [126]. Крім того, гумусова оболонка Землі – «гумосфера» містить біля 50 % біомаси та запасів енергії суходолу, тому гумус є головним геохімічним акумулятором та головним ресурсом асимільованої сонячної енергії планети [4].

Сучасні уявлення про ґрунтовий гумус формувались протягом тривалого часу. Початковим періодом досліджень слід вважати другу половину XVIII століття, коли в працях Н. Валеріуса, М.В. Ломоносова, І.М. Комова зазначаються деякі властивості гумусу та його поживна цінність для рослин [24, 104, 144, 158].

Систематичні дослідження хімічної природи гумусових речовин припадають на першу половину XIX століття. К. Шпренгелем було встановлено, що гумус є складним тілом, де головними складовими є гумусові кислоти. Шведський хімік Я. Берцеліус розвинув уявлення по розчинність гумусових кислот, що в подальшому дало змогу Г. Мульдеру систематизувати гумінові кислоти за кольором, розчинністю у воді та лугах [60]. Виділяючи гумінові кислоти із різних ґрунтів та визначаючи їх як самостійні сполуки, вчені того часу зіткнулись з багатоманітністю гумінових кислот, що викликало скептичне відношення щодо їх природного походження.

Однак роботи П.А. Костичева встановили взаємозв'язок процесу утворення гумусу із діяльністю мікроорганізмів, а також інших представників

тваринного світу, що поклало початок вчення про процес гумусоутворення. В цей же період В.В. Докучаєв, розглядаючи ґрунт як природне тіло, вивчає географічні закономірності гумусоутворення та зміни вмісту гумусу в різних ґрунтах. В.В. Докучаєв надавав великого значення гумусу як компоненту, виключно важливого для діагностики та родючості ґрунтів. Широко відома класифікація чорноземів В.В. Докучаєва за вмістом гумусу та мапа ізогумусових смуг [44].

Початок ХХ століття характеризується дискусійним характером поглядів на природу ґрунтового гумусу. Одні вчені розглядали гумусові речовини як групу природних своєрідних сполук, утворення яких пов'язано з складними процесами перетворення органічних решток. Інші – вважали їх «штучними» продуктами, результатом вилучення при обробці ґрунту лужними розчинами. Хоча вченими О. Шрейнером та Е. Шорі були виділені із органічної частини ґрунту інші відомі органічні сполуки (вуглеводи, органічні кислоти, жири, вуглеводні та ін.), ці дослідження не розкривали уявлення, безпосередньо, про гумусові речовини.

В цьому напрямку виконані роботи шведського дослідника С. Одена, який за відмінностями кольору та відношенню до розчинників систематизував гумінові речовини на чотири групи: гумусове вугілля, гумінова кислота, гіматомеланова кислота та фульвокислоти. Заслуговують уваги його дослідження колоїдно-хімічних властивостей гумінових кислот, ультрамікроскопічні та оптичні дослідження золів гумінових кислот [175, 176].

Не менший вклад у розвиток знань про природу гумусу було внесено О.О. Шмуком, який вперше розглядав гумінові кислоти як групу речовин. Великий інтерес викликає результати його дослідження хімічної будови гумінових кислот чорноземів, де він доводив їх ароматичну будову [168].

С.П. Кравковим встановлено велика роль у ґрунтоутворних процесах (особливо, у явищах вилуговування мінеральних елементів з ґрунту та утворенні гумусових речовин) водорозчинних органічних сполук рослинних решток. Його учень А.Г. Трусов у своїх дослідженнях виявив, що джерелом

гумусу можуть бути різноманітні рослинні речовини. Ним було сформульовано припущення щодо існування протилежно направлених процесів розпаду – синтезу, які є основою процесу гумусоутворення в цілому [3].

Уявлення В.Р. Вільямса про гумус були засновані на концепції біологічних групувань, включаючи рослини та мікроорганізми, які визначають направленість ґрунтотворного процесу, характер органічних залишків та природу гумусових речовин.

Іншої точки зору дотримувався С.А. Ваксман, який розглядав гумус як суміш органічних сполук індивідуальної природи. В результаті численних дослідів із розкладання рослинних решток він дійшов висновку, що речовини, які легко розкладаються мікроорганізмами, відіграють незначну роль в гумусоутворенні. Головним джерелом гумусових речовин є лігнін рослинних тканин та ресинтезовані у формі мікробної плазми протеїни. При взаємодії цих двох компонентів утворюється «ядро гумусу», яке отримало назву лігніно-протеїновий комплекс [24].

Несправедливість цих висновків була доведена І.В. Тюріним. Він виявив дві головні риси, які характеризують найбільш суттєві сторони ґрунтотворення [158]. Перша – формування та накопичення специфічних гумусових речовин, які є кінцевими продуктами гуміфікації. Друга риса – взаємодія органічних речовин з мінеральними компонентами ґрунту, яка відображає специфіку типів ґрунтів та впливає на розчинність та рухомість окремих груп гумусових речовин. Він запропонував схему аналізу складу гумусу, яка включає визначення специфічних для ґрунту речовин: гумінових кислот, фульвокислот, гуміну. Застосування цієї схеми дозволило встановити географічні закономірності гумусоутворення не тільки за вмістом гумусу, але і за його складом, тобто вмістом гумінових та фульвокислот. Роботи М.М. Кононової також довели, що не тільки вміст та якісний склад гумусу, але й природа та властивості гумусових речовин закономірно змінюються в різних ґрунтах в залежності від складного поєднання природних факторів, біологічних, хімічних та фізико-хімічних властивостей ґрунтового середовища та його гідротермічних

умов [59, 61]. На основі цих робіт Н.П. Бельчиковою було проведено дослідження природи та властивостей гумусових речовин в основних типах ґрунтів [63].

Завдяки працям М.І. Дергачової розкривається поняття про динамічність гумусу як однієї з основних його властивостей, розуміння якої необхідно для об'єктивного судження про генезис та ефективне використання ґрунту як об'єкту сільськогосподарської культури. Враховуючи розроблені В.Р. Волобуєвим [27] та С.А. Алієвим [4, 6] принципи енергетики гумусоутворення, вона розкрила географічні закономірності зміни гумусових профілів ґрунтів в просторі та часі [40, 41].

Ґрунтово-генетичний напрямок вивчення гумусу знайшов свій розвиток в роботах Л.М. Александрової [2, 3], В.В. Пономарьової [131], Т.О. Плотнікової [20, 120, 130], Л.О. Грیشиної [32, 33], Д.С. Орлова [105, 111].

Властивості та склад гумусу ґрунтів Україні висвітлені в працях О.М. Грінченка, М.К. Крупського [68, 69, 70], Б.С. Носко [91], Г.Я. Чесняка [166], О.О. Бацули [13, 14, 15, 16], М.І. Полупана [126], М.І. Лактіонова [71, 72, 73], Є.В. Скрильника [148], В.В. Дегтярьова [36, 38, 39].

Аналізуючи сучасну літературу слід відмітити, що відсутнє єдине трактування поняття «гумус». Довгий час поняття гумусу та органічної речовини ґрунту були синонімами, відокремити які запропонувала М.М. Кононова. За Л.М. Александровою, термін «гумус» слід вважати суто ґрунтовим. Він включає лише ту частину органічних речовин ґрунту, яка втратила анатомічну будову вихідних рослинних решток, піддалась в ґрунті процесам гуміфікації та формує гумусові горизонти, рівномірно забарвлюючи їх мінеральну масу в темний колір [3].

Ф. Дюшофур в залежності від інтенсивності процесу гуміфікації виділяє мюллевий гумус (мюлль), який формується в біологічно дуже активному середовищі у помірному кліматі під степовою або лісовою рослинністю із повним включенням органічної частини в мінеральну і утворенням глинисто-гумусового комплексу. В умовах сильної біологічної трансформації також



відбувається формування моду, для якого характерне неповне перемішування органічної частини з мінеральною і відсутність глинисто-гумусового комплексу. Грубий гумус (мор) характерний для ґрунтів із біологічно малоактивним середовищем та повільною мінералізацією свіжої органічної речовини [46].

За думкою М.І. Лактіонова, на сучасному етапі розвитку вчення про гумус, який являє собою дуже складний і динамічний комплекс органічних сполук, пропонує оперувати поняттями органічна частина ґрунту або органічні речовини ґрунту [73].

Д.С. Орлов розглядає гумус як сукупність індивідуальних органічних сполук, продуктів їх взаємодії, а також органічних сполук, які знаходяться у формі органо-мінеральних утворень. Гумус об'єднує як специфічні, так і неспецифічні сполуки [103, 109]. Продуктами ґрунтоутворення є саме специфічні гумусові речовини, реакційна здатність яких дозволяє ґрунту брати участь у різних типах взаємодії та виконувати різноманітні екологічні функції у біосфері [104]:

- акумулятивна функція – полягає в накопиченні важливих елементів живлення і запасів енергії для мікроорганізмів та рослин;
- транспортна функція – обумовлена стійкістю новоутворених комплексних сполук, їх розчинністю та загальними законами геохімії;
- регуляторна функція – проявляється практично у всіх важливих ґрунтових властивостях (тепловий режим ґрунту, теплопровідність, теплоємність, структурність ґрунту, мінеральне живлення рослин та ін.);
- протекторна функція – проявляється в здатності захищати або зберігати ґрунтову біоту та рослинний покрив у випадку різного роду несприятливих впливів;
- фізіологічна функція – виражається у прямому впливі на рослини та мікроорганізми, а також у наявності у його складі незамінних амінокислот, деяких вітамінів, антибіотиків.

Дослідженнями І.І. Назаренко [89] встановлено кореляційний зв'язок між вмістом гумусу та загальною пористістю, рівноважною щільністю і структурністю ґрунту, які формують умови існування ґрунтової біоти. Також відмічено тісний кореляційний зв'язок між вмістом гумусу та сумою обмінних основ, обмінними  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ , активністю легідрогенази, інвертази, редуктази, фосфатази, кількістю легкогідролізованого азоту, амонійною та нітратною формою азоту, що вказує на ресурсний прояв гумусу.

Пізнання та розуміння механізмів прояву цих функцій неможливо без детального вивчення складу, будови та структури гумусових речовин, дослідженням яких присвячені праці багатьох вчених [3, 105, 130, 158].

За визначенням Д.С. Орлова, гумусові речовини представляють собою темнозбарвлені високомолекулярні азотовмісні оксикарбонові кислоти, до складу яких входять циклічні структури та аліфатичні ланцюги [110]. Гетерогенні за складом та властивостями вони поділяються на групи та фракції. Згідно схеми, наведеної М.М. Коновою, гумусові речовини систематизуються на наступні групи [60]:

- гумінові та ульмінові кислоти;
- кренові або апокренові кислоти (фульвокислоти);
- гіматомеланові кислоти;
- гумін та ульмін.

І.В. Тюрін та В.В. Пономарьова розрізняють наступні фракції гумусових речовин: вільні, зв'язані з рухомими формами півтораоксидів, зв'язані з кальцієм, зв'язані зі стійкими півтораоксидами та глинистими мінералами і речовини нерозчинного залишку (умовно – «гумін») [113].

У групу гумінових кислот ґрунту об'єднують речовини, які вилучаються з ґрунту розчинниками та осаджуються з отриманих розчинів, при підкисленні мінеральними кислотами, у вигляді темнозбарвленого гелю. Молекули гумінових кислот представлені ароматичними сполуками фенольного типу та азотовмісними сполуками, як циклічними так і аліфатичними амінокислотами. Ароматичні сполуки фенольного типу складають вуглецеву сітку молекули

гумінової кислоти. Наявність містків, які сполучають систему кілець, надає сітці пухку, «губкову» будову. Ці риси будови в значній мірі визначають водоутримуючу здатність та сорбційні властивості гумінових кислот.

Вивчення природи та властивостей гумінових кислот має не тільки теоретичне, але й практичне значення. Гумінові кислоти чорноземних ґрунтів характеризуються слабкою дисперсністю, малою рухомістю та концентруються переважно в зоні гуміфікації корневих решток. В цих ґрунтах вони слабо приймають участь у вивітрюванні та в руйнації мінеральної складової ґрунту. Форми їх сполук з обмінним кальцієм та глинистими мінералами володіють стійкістю, надаючи інертності всьому гумусу в цілому [59].

Слід звернути увагу, що у вуглехімії термін «гумінові кислоти» вважається більш загальним і об'єднує гумусові кислоти та фульвокислоти. Тому гумусові кислоти вуглехіміків аналогічні гуміновим кислотам ґрунтознавців, що за думкою Д.С. Орлова, не є правильною позицією [103].

Термін «фульвокислоти» для кренової та апокренової кислот був введений С. Оденем. В його описі фульвокислоти відрізнялись від гумінових кислот світлішим забарвленням, відносно низьким вмістом карбону, легкою розчинністю у воді, спирті, лугах та мінеральних кислотах. Фульвокислоти містять схожі по природі структурні одиниці з гуміновими кислотами, характеризуються наявністю слабо вираженої ядерної частини та переважанням бокових ланцюгів. Це дало підставу багатьом дослідникам розглядати фульвокислоти як менш «зрілі» представники групи гумінових кислот [61, 60, 113].

Групу гіматомеланових кислот М.М. Кононова розглядає як спирторозчинну фракцію гумінових кислот [60].

Група гумусових речовин, яка не вилучається лужними розчинами з декальцинованого ґрунту, об'єднується введеним Я. Берцеліусом терміном «гуміни». Гуміни ґрунтового гумусу представляють собою гумінові кислоти, дуже близькі до гумінових кислот, які виділені із ґрунту після його декальцинації. Втрата їх здатності до розчинення в лугах пояснюється міцністю

зв'язків гумінових кислот із глинистими мінералами монтморилонітової групи [60, 158]. Л.М. Александрова наголошує на невірність використання як синонімів термінів «гумін» та «негідролізований залишок», оскільки до складу останнього входять напівгуміфіковані органічні решки, які не можна вважати гуміном у розумінні Я. Берцеліуса [2]. Це твердження підтримує Д.С. Орлов, рекомендуючи не ототожнювати гумін із негідролізованим залишком [103].

На сьогодні немає єдиної думки дослідників щодо класифікації гумусу як дисперсної системи. Переважна більшість дослідників відносять гумусові речовини до класу високомолекулярних сполук. Значно менша частина дослідників класифікує гумусові речовини як колоїдні системи. А деякі дослідники вивчають гумус як колоїдну поверхньо-активну речовину [71, 73]. Таким чином, одні дослідники відносять гумусові речовини до гомогенних систем, з характерною для них молекулярною будовою, а інші – класифікують гумусові речовини як гетерогенні системи з міцелярною структурою.

Слід зазначити, що сучасні уявлення на шляхи та механізми гуміфікації також розходяться. За схемою М.М. Кононової, основою гуміфікації є конденсація простих мономерів – продуктів глибокого розпаду біологічних макромолекул або метаболітів ґрунтових мікроорганізмів. А за думкою Л.М. Александрової, проміжні високомолекулярні продукти розкладення органічних решток поступово трансформуються в гумусові кислоти шляхом ароматизації та карбоксилювання. В свою чергу Д.С. Орлов вважає можливим обох шляхів гуміфікації. Причому в ґрунтах з підвищеною біологічною активністю переважає розпад рослинних решток до мономерів та їх наступна гетерополіконденсація.

Подальше вивчення органічної частини ґрунту дозволить пізнати будову молекул гумусових речовин та, відповідно, встановити їх номенклатуру, розкрити загальні закономірності процесу гумусоутворення та встановити їх особливості, які визначаються природними умовами та сільськогосподарською діяльністю людини.

## 1.2. Показники гумусового стану ґрунтів

Для оцінки та систематичного контролю в просторі та часі гумусового стану ґрунтів Д.С. Орловим та Л.О. Гришиною на основі хімічного розподілу органічної речовини була розроблена система показників гумусного стану та їх рівнів [108, 111]. Вона дозволяє зрозуміти направленість та темпи гуміфікації, оцінити забезпеченість ґрунтів гумусом та азотом, а також якість гумусу.

Одним із важливих показників цієї системи є вміст гумусу в гумусово-аккумулятивному горизонті, а для окультурених ґрунтів – в орному шарі. З цим показником пов'язані практично всі властивості ґрунту, які впливають на його родючість. Для оцінки забезпеченості ґрунту гумусом та визначення темпів гумусонакопичення використовують розрахунок запасів гумусу (в шарі 0-20 см та 0-100 см) або його профільний розподіл [109, 163].

Співвідношення основних груп гумусових речовин ( $C_{гк}:C_{фк}$ ) – один із основних показників, що характеризує тип гумусу. Груповий склад гумусу є функцією біохімічної активності ґрунту і відображає специфіку процесу гуміфікації в різних типах ґрунтів, тоді як фракційний склад служить функцією кислотності (лужності) ґрунтів, ступеня мінералізованості ґрунтового матеріалу та мінералогічного складу мулистої фракції [109, 163, 177].

В літературі накопичено широкий матеріал щодо зміни групового складу гумусу в залежності від генезису ґрунту. Груповий склад гумусу в профілі більшості ґрунтів підпорядкований загальній закономірності: з глибиною знижується частка гумінових кислот, зростає частка фульвокислот, співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  знижується до 0,1-0,3, а іноді до нуля [177].

Міцнозв'язаних гумінових кислот зазвичай невелика кількість, як і вміст негідролізованого залишку. Однак саме ці показники дозволяють визначити ґрунти, в яких домінують органо-мінеральні форми органічної речовини [109].

Дуже цінним показником гумусового стану ґрунтів є ступінь гуміфікації органічної речовини. Її прийнято оцінювати за часткою гумінових кислот в складі органічної речовини, вираженої у відсотках [109].

Дослідження властивостей гумінових кислот проводяться з метою пізнання будови гумусових речовин, для порівняльно-географічних характеристик ґрунтів, оцінки ролі гумусових речовин у формуванні ґрунтової родючості. Інформативним показником при діагностиці ґрунтоутворення є оптична щільність гумусових речовин, яка свідчить про поступове зростання ступеня конденсованості сіток ароматичного карбону гумінових кислот від підзолистих ґрунтів до чорноземів, при одночасному зменшенні в їх молекулах довжини бокових аліфатичних ланцюгів [109, 163].

Проте, ряд авторів зазначає, що сукупність показників гумусового стану, згідно класифікації Д.С. Орлова та Л.О. Грішиної, не є достатньою, оскільки застосовується для характеристики гумусового стану контрастних ґрунтів, в той час як конкретні кількісні дані є високоінформативними для слабконтрастних ґрунтів [66, 118]. Виявлення цієї проблеми було поштовхом для Д.С. Орлова, О.Н. Бірюкової та М.С. Розанової розробити уточнену та більш розширену систему показників гумусового стану ґрунтів та їх генетичних горизонтів [107].

Однак, О.Н. Соколовський підкреслював: яким би не був хімічний склад гумусу, головною особливістю є його колоїдність [152]. Враховуючи ці властивості, він розділив загальний гумус на дві форми: активну (пептизовану) та пасивну (непептизовану). Також О.Н.Соколовський запропонував методику виділення активного гумусу із ґрунту та визначив агрономічну значимість обох форм колоїдного гумусу.

Наукові положення, висунуті О.Н. Соколовським, отримали розвиток в працях М.І. Лактіонова [71, 72]. Він розширює показники якості гумусу як гетерогенної системи. Виходячи із положення, що ємність поглинання ґрунтів визначається їх гумусною частиною, вводить поняття реакційної здатності, під якою розуміють ємність поглинання ґрунтів, яка припадає на 1 % гумусу. В свою чергу, О.О. Бацула пропонує для прогнозування родючості ґрунтів використовувати показник якості їх гумусового стану, який представляє собою ємність поглинання, що припадає на 1 % активного гумусу ґрунтів [12].

У своїх дослідженнях гумусового стану чорноземів В.В. Дегтярьов наводить якісні характеристики гумусу з точки зору як його хімічних, так і колоїдних властивостей [36, 128]. Він вказує на неможливість хімічного підходу оцінити якісні зміни гумусу та отримати однозначну відповідь про характер впливу антропогенного фактору, і пропонує використовувати для цієї мети результати вивчення колоїдно-хімічної природи гумусу.

С.В. Крохіном був розроблений набір показників екологічної оцінки чорноземів за гумусовим режимом, які дозволяють надійно діагностувати характер та інтенсивність антропогенного впливу на процес гумусово-аккумулятивного ґрунтогенезу та рівень родючості ґрунтів [66]. Такі показники, як вміст та запаси загального гумусу, вміст власне гумусових речовин та детриту, вміст активної та пасивної форм колоїдного гумусу, відносяться до кількісних показників. Показниками якості гумусу є частка власне гумусових речовин та детриту у складі загального гумусу, співвідношення власне гумусових речовин і детриту у складі загального гумусу, співвідношення колоїдних форм гумусу.

### **1.3. Процеси трансформації гумусового стану ґрунтів в умовах антропогенного впливу**

Ґрунт – найбільш масштабний, глобальний результат виникнення та еволюції життя на Землі та різноманітної взаємодії біоти з породами, які виходять на поверхню суші [161]. Згідно сучасної концепції системи геомембран планети ґрунт розглядають як напівпроникну земну оболонку, яка здатна вибірково віддзеркалювати, поглинати або пропускати та трансформувати енергетичні та речовинні потоки між внутрішніми та зовнішніми оболонками Землі [83, 141]. В цій якості ґрунт виступає як регулятор взаємодії між біотою, літосферою, гідросферою та атмосферою в межах біосфери планети.

З позиції агроєкології ґрунтову систему розглядають як основу агроландшафту і як самостійну саморегулюючу систему другого рівня організації з притаманними їм багаточисленними екологічними функціями, які по-різному впливають на рослинність. Будучи середовищем існування для рослин та біоти загалом, ґрунтова система забезпечує їх практично усіма умовами життя. Повітряний, гідротермічний, поживний режими ґрунту обумовлені біологічним колообігом речовин, який є основою ґрунтоутворення та саморегуляції. З іншої сторони, ґрунт є об'єктом сільськогосподарського виробництва, яке впливає на стан ґрунту та агроландшафту в цілому. Для того, щоб в повній мірі оцінити екологічні наслідки антропогенних змін ґрунту, необхідно чітко уявляти собі екологічну роль ґрунту, ґрунтового покриву планети в системі земних геосфер та, в першу чергу, в біосфері.

Вивченню екологічних функцій ґрунтових систем присвячені праці відомих науковців В.А. Ковди, Г.В. Добровольського, Є.Д. Нікітіна, А.Д. Фокіна, Д.С. Орлова [45, 102, 161]. Виділяючи ґрунт в окрему земну оболонку – педосферу, її характеризують як поліфункціональну систему, серед біосферних функцій якої слід виділити наступні [141]:

- забезпечення життя на Землі;
- забезпечення постійної взаємодії великого геологічного та малого біологічного колообігів речовин на земній поверхні;
- регулювання складу атмосфери та гідросфери;
- регулювання інтенсивності біосферних процесів;
- накопичення на земній поверхні специфічної активної органічної речовини – гумусу та зв'язаної з ним хімічної енергії;
- захисна роль по відношенню до літосфери.

В агроєкосистемах ґрунти виконують біоценотичні функції, які Є.Д. Нікітін об'єднав в окремі групи залежно від їх зв'язку з певними ґрунтовими властивостями, передусім фізичними, фізико-хімічними та хімічними. Прояв цих властивостей в агроландшафтах обумовлює родючість



ґрунтів як природнього ресурсного потенціалу Землі при сільськогосподарському використанні.

Незворотні антропогенні зміни фізичних, хімічних, біологічних властивостей ґрунтів, які ведуть до неможливості виконання в повній мірі ґрунтами їх екологічних функцій, визначаються як антропогенна деградація ґрунтів [83]. Оскільки властивості ґрунтів унікальні, антропогенна деградація ґрунтів призводить до часткової деградації біосфери.

Згідно визначення Д.С. Орлова, поняття «деградація» характеризує будь-які процеси, які призводять до погіршення стану будь-яких систем, зокрема: деградація ґрунту – погіршення будь-яких властивостей ґрунту, обумовлене розвитком негативних хімічних та фізичних властивостей [102].

Стійкість функціонування ґрунту в складі природних та агроєкосистемах обумовлено органічною речовиною, яка нерідко визначає біопродуктивність екосистеми, поведінку забруднюючих речовин, водно-фізичні властивості ґрунтів, протиерозійну стійкість і т.д. О.Д. Фокін прослідковує роль органічної речовини на кожному рівні структурної організації ґрунту та природних систем (табл. 1.1).

*Таблиця 1.1*

Гуміфікація органічних решток та її вплив на процеси, що відбуваються на різних рівнях структурної організації природних систем [99]

Структурні рівні організації ґрунту та більш складних природних систем	Процеси трансформації та гуміфікації органічних решток та їх зв'язок з процесами на різних рівнях структурної організації
1	2
Молекулярний	Мінералізація, трансформація та гуміфікація органічних решток
Колоїдний	Формування органо-мінеральних колоїдів
Мікроагрегатний та агрегатний	Формування мікроагрегатів та агрегатів
Горизонтний	Формування органогенних горизонтів
Профільний	Формування органопрофілю

1	2
Екосистемний	Біопродуктивність екосистем
Ландшафтний	Біопродуктивність ландшафтів
Зонально-регіональний	Зональні біохімічні цикли карбону
Глобальний	Глобальні біохімічні цикли карбону

Таким чином, поліфункціональність педосфери обумовлюється в першу чергу режимом утворення та накопичення в ґрунті певних груп органічних речовин, тому зміни гумусного стану ґрунту постійно знаходиться в центрі уваги вчених та практиків. Переважна більшість публікацій свідчить про значне зменшення вмісту гумусу в ґрунтах при їх сільськогосподарському використанні і визначається багатьма авторами як «дегуміфікація», «біохімічна деградація», «агровиснаження» [85, 116, 146]. І.А. Крупеніков у своїй класифікації виділяє дегуміфікацію, як найбільш глобальний тип деградації чорноземів [67], оскільки вміст гумусу є інтегральним показником родючості ґрунтів та відображає їх еколого-генетичний статус.

Зниження вмісту гумусу має різну інтенсивність в часі та просторі. У своїх працях М.І. Лактіонов відмічає, що різке зменшення вмісту гумусу відбувається в перші роки розорювання цілини. Коли знищується природна рослинність, відбувається різка зміна всього біологічного колообігу речовин та гідротермічного режиму екосистеми, в тому числі різко змінюється біогеохімічний цикл карбону. Зі збільшенням тривалості використання ріллі в сільськогосподарському виробництві темпи мінералізації гумусу знижуються. В подальшому процеси розкладу гумусу в ґрунтах стабілізуються, а при науково-обґрунтованій системі сівозміни спостерігається навіть деяке збільшення вмісту гумусу. Тривалість цих періодів та темпи дегуміфікації пов'язані з природньо-кліматичними умовами, генетичними особливостями чорноземів та культурою землеробства [74]. Дослідженнями вітчизняних та зарубіжних фахівців С.Ю. Булигіна, В.В. Медведєва, О.С. Новоторова, Б.П. Розанова, О.Г. Тараріко та ін. доведено, що в процесі інтенсивного

використання земель відбуваються наростаючі зміни інших природних властивостей і виникають нові трансформації внутрішніх зв'язків та процесів у ґрунтах, а їх родючість залежить не стільки від властивостей, успадкованих від попередніх етапів розвитку, скільки від повторно набутих у результаті господарського використання [65].

Ряд авторів ставлять під сумнів катастрофічне погіршення гумусного стану ґрунтів, пояснюючи зниження вмісту гумусу теоретичною та методичною недосконалістю його визначення [112, 128]. М.І. Полупан зазначає, що зниження вмісту гумусу при розорюванні цілини є результатом зміни балансу між факторами ґрунтоутворення і свідчить не про деградацію, а відображає нормальний хід розвитку ґрунту [128]. Б.М. Кленов вказує на неправомірність використання самого поняття «дегуміфікація» для означення втрат гумусу оскільки передбачає процеси зворотні гуміфікації, які в природі не існують.

Підсумовуючи вищевказане, на нашу думку, питання дегуміфікації потрібно розглядати не тільки з огляду еволюційного розвитку ґрунту, який передбачає зміни факторів ґрунтоутворення та відповідну реакцію природньо-історичного тіла на них. Якщо сприймати сучасний етап гумусного стану не тільки як функцію факторів ґрунтоутворення, але й як умову існування живого на Землі, то зменшення запасів гумусу визначаються як деградація ґрунтів. Так, за сучасних умов господарювання щорічні втрати гумусу становлять близько 600 кг/га. Наслідком втрати гумусу є зниження запасів та доступності елементів живлення (табл. 1.2).

*Таблиця 1.2*

Динаміка балансу гумусу та основних елементів живлення в орних ґрунтах Степової зони України [64]

Показник	Роки				
	1981-1985	1986-1990	1996	2000	2006
Гумус, т/га	-0,26	-0,12	-0,24	-0,53	-0,56
Азот, кг/га	4,1	-0,7	-25,7	-39,1	-31,7
Фосфор, кг/га	14,2	19,9	-10,1	-16,7	-22,2
Калій, кг/га	-17,9	-22,1	-36,3	-57,0	-82,1

Внаслідок інтенсивного використання родючості ґрунтів, а саме неконтрольованого зменшення вмісту органічної речовини і біогенних елементів, землі сільськогосподарського призначення виснажуються, що супроводжується зниженням їх продуктивності та енергетичного потенціалу агроecosystem. За думкою П.П. Надточія, в результаті господарської діяльності відбувається передусім зниження біологічно доступної енергії, акумульованої в органічній речовині ґрунту, оскільки, більшість існуючих технологій вирощування сільськогосподарських культур є енерговитратними [85]. Ю.О. Тараріко зазначає, що відповідно до закону збереження енергії, безповоротне використання енергетичного потенціалу ґрунтів супроводжується їх енергетичною деградацією і зниженням продуктивності [155].

Вперше оцінити втрати органічної речовини для чорноземів України вдалось Г.Я. Чеснякові за результатами порівняння мап В.В. Докучаєва із картосхемами вмісту гумусу М.К. Крупського. Вміст гумусу через 100 років після досліджень В.В. Докучаєва змінився на одну градацію: ізогумусові смуги 7-10 % перетворились на смуги 4-7 % в Харківській області, північній частині Одеської та південній частині Вінницької області; зменшення гумусності в межах смуги 4-7 % відмічено на території Полтавської, Хмельницької, Вінницької, Тернопільської областей. Всі інші зміни на території України – в межах градацій, прийнятих В.В. Докучаєвим [144]. На отриманій картосхемі чітко виявились території інтенсивних втрат гумусу.

Л. Манн у свої дослідженнях відмічає, що істотних змін вмісту гумусу зазнають ґрунти з високим його вмістом, тоді як ґрунти з початково низькими значеннями втрачають незначну кількість органічної речовини [172, 173]. Різна інтенсивність втрат гумусу спостерігається по ґрунтово-кліматичних зонах України. Так, середньорічні втрати гумусу в дерново-підзолистих ґрунтах Полісся складають 0,7-0,8 т/га, в чорноземних ґрунтах Лісостепу – 0,6-0,7, чорноземах та темно-каштанових ґрунтах Степу – 0,5-0,6 т/га [91]. Також є дані про різні темпи дегуміфікаційних процесів в межах Степової зони, що

призводить до знівельованості диференціації ґрунтів цієї території за вмістом гумусу [80, 170].

Використання чорноземів має суттєвий вплив не тільки на загальний вміст гумусу, але і на його якісний склад [91]. В цілому склад гумусу зберігається для відповідної ґрунтово-кліматичної зони. Частіше змінюється співвідношення частки гумінових та фульвокислот, динаміка якого для чорноземів має суперечливий характер. Так, чорнозем типовий втрачає усі групи гумусових речовин, в першу чергу гумінових кислот зв'язаних з  $R_2O_3$ , що свідчить, за думкою М.М. Кононової, про послаблення інтенсивності новоутворення гумусу. Одночасно спостерігається абсолютне та відносне зменшення негідролізованого залишку, тобто гумус розораних чорноземів стає більш рухомим [144].

У своїх дослідженнях чорноземів типових М.В. Капштик вказує на підвищення відносного вмісту гумінових кислот та особливо фульвокислот, вільних та зв'язаних з рухомими формами  $R_2O_3$ , зменшення кількості нерозчинного залишку в шарі 0-10 см на удобрюваній ріллі у порівнянні із 16-річним перелогом [51].

За даними А.Д. Балаєва спостерігається збільшення відносного вмісту гумінових і фульвокислот та зниження вмісту нерозчинного залишку при порівнянні складу гумусу чорнозему південного на 45-річному перелозі та ріллі [9]. Дослідження В.В. Дегтярьова [38] чорноземів типових «Михайлівської цілини» показують, що розорювання викликає деяке розширення співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$ , але зміни відбуваються в межах одного і того ж типу гумусоутворення. Внесення добрив як мінеральних, так і органічних сприяє зростанню кількості гумінових кислот, причому як вільних і зв'язаних з  $R_2O_3$ , так і зв'язаних з кальцієм. Проведені дослідження також показали, що способи обробітку ґрунту не впливають на тип гумусу, не мають суттєвого впливу на груповий та фракційний склад гумусу.

Розорювання чорноземів звичайних «Хомутівського степу» призводить до зменшення вмісту гумінових кислот на початку сільськогосподарського

використання (27 років рілля) у порівнянні із цілиною, але в подальшому (65- та 120-річна рілля) спостерігається їх накопичення, в основному за рахунок гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм. Тут тривалість сільськогосподарського використання не впливає на відносний вміст фульвокислот [38].

М.І. Лактіонов визначив, що під впливом сільськогосподарського використання чорнозему протягом 100 років, поряд із зниженням загального вмісту гумусу, відносний вміст його активної форми зростає більше ніж вдвічі у порівнянні з цілиною [71].

Дослідженнями К.В. Д'яконової проведений пошук гумусових речовин, які в першу чергу утворюються при окультуренні та інтенсивно витрачаються при їх сільськогосподарському використанні [47]. Для чорноземів такими речовинами є рухомі гумусові речовини, в тому числі гумінові кислоти. Новоутворена гумінова кислота при мінералізації азотовмісних компонентів, трансформується у гумінову кислоту з тією ж структурою основного скелету і яскраво вираженою карбоксильною групою.

Першочергову роль саме легкорухомій складовій органічної частини ґрунту у живленні рослин надавав М.А. Єгоров і вважав її показником ступеня окультуреності ґрунту [36]. Критерієм оцінки якості гумусу К.В. Д'яконова пропонує використовувати саме вміст лабільних форм гумусу [48], для якої Г.Я. Чесняком була встановлена тісна кореляція між їх вмістом, нітрифікуючою здатністю та врожаєм культур у чорноземах. І.В. Тюрін багаторазово підкреслював, що найбільш корисний «той гумус, якого вже немає», тобто гумус, який здатен до швидких трансформацій та постачання рослин азотом, вуглекислотою та іншими біогенними елементами [139]. При дослідженні чорнозему південного карбонатного після розорювання за 10 та 35 років спостерігається використання половини рухомих гумусових речовин [47]. Аналогічна тенденція відмічена В.В. Дегтярьовим при дослідженні чорноземів типових та звичайних [36].

Ряд авторів відмічає суттєві зміни гумусового стану при зрошенні чорноземів [115, 118, 123, 125]. Спостерігається зниження запасів гумусу в

перші періоди зрошення, а потім поступове їх відновлення у часі. Відбувається також перерозподіл гумусу по профілю. В орному горизонті вміст його зменшується, в підорному – збільшується. Якісні зміни гумусу полягають у зниженні вмісту гумінових кислот та зростанні кількості фульвокислот, підвищенні рухомості гумусових речовин. Основні результати дослідження сучасних ґрунтотворних процесів в зрошуваних чорноземах південних заходу України висвітлені в працях С.П. Позняка [123]. Він стверджує про збільшення вмісту та запасів гумусу в профілі зрошуваних чорноземів, гумус яких стає менш азотовмісним. Під впливом зрошення зменшується вміст нерозчинного залишку у верхній частині профілю, тоді як в середній та нижній частині профілю його вміст зростає.

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТ, МЕТОДОЛОГІЯ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

---

---

#### 2.1. Об'єкт та предмет досліджень

Об'єктом дослідження є автоморфні ґрунти Північно-Західного Причорномор'я.

Дослідження проводили в межах південної смуги поширення чорноземів звичайних та чорноземів південних степової зони. Досліджували чорноземи звичайні, чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні, чорноземи південні, чорноземи південні постзрошувані, чорноземи південні карбонатні. Для встановлення регіональних (фаціальних) відмін гумусового стану досліджували чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні та чорноземи південні виведені із зрошення. Місцевість нижньодунайських надзаплавних терас представляє особливий інтерес дослідження, оскільки за деякими літературними джерелами [53] тут розвинуті потужні карбонатні темно-каштанові ґрунти, які за думкою інших ґрунтознавців є чорноземами південним карбонатними [75]. Генезис та фізико-хімічні властивості цих ґрунтів недостатньо вивчені. Цим пояснюється проблемні питання їх діагностики та класифікації.

Предметом дослідження є гумусовий стан автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я та взаємопов'язані з ним морфологічні, фізичні, фізико-хімічні властивості ґрунтів, їх генетичні особливості та зміна під впливом сільськогосподарського використання.

Ґрунти Північно-Західного Причорномор'я детально вивчені О.Г. Набоких [84], Н.Б. Вернандер [135], М.К. Крупським [8], М.І. Полупаном [124, 127, 129], С.П. Позняком [123], їх характеристика наведена в науковій літературі [20, 35, 65, 75, 81, 165].

Найбільш розповсюдженими ґрунтами в степовій зоні є чорноземи. Ними вкриті водороздільні плато, схили різної експозиції. Неоднорідність ґрунтового



покриву зумовлена головним чином зволоженням та характером рослинного покриву. По мірі зниження кількості опадів з півночі на південь зменшується глибина промочування ґрунтів та, відповідно, глибина проникнення в ґрунт кореневої системи рослин і потужність гумусованої частини профілю. Тому степову зону поділяють на дві підзони: північностепову з чорноземами звичайними та середньостепову з чорноземами південними [75, 129, 135]. Неоднорідність чорноземів також пов'язана із розташуванням їх в двох фаціях. Модальні види характерні для помірно теплої східноєвропейської фації, а міцелярно-карбонатні – теплої південноєвропейської фації. Такий фаціальний розподіл чорноземів звичайних та південних проведено відповідно до робіт М.М. Розова, Є.М. Іванової, І.П. Герасімова, правомірність яких доведена дослідженнями В.Д. Кисіля, М.І. Полупана, М.К. Крупського [165].

Чорноземи звичайні сформувались в умовах глибокого залягання ґрунтових вод, виключно під степовою трав'янистою рослинністю. За потужністю профілю та ступенем гумусованості поділяються на глибокі середньо- та малогумусні (потужність профілю 90-110 см, вміст гумусу 5-6 %), чорноземи звичайні середньо- та малогумусні (потужність профілю 75-90 см, вміст гумусу 5-6 %) і чорноземи звичайні малогумусні неглибокі (потужність профілю менше 75 см, вміст гумусу 4-5 %). Вміст гумусу знижується з півночі на південь із заходу на схід, у такому ж напрямку зменшується grubизна профілю і глибина залягання білозірки. У складі гумусу переважають гумати ( $C_{гк}:C_{фк}=1,5-3,0$ ), тип гумусу – гуматний. Співвідношення кальцію та магнію у ГВК 6:1, реакція середовища нейтральна або близька до нейтральної ( $pH_{вод.} 6,8-7,6$ ). Ємність катіонного обміну складає 30-50 мг-екв/100 г ґрунту, залежно від гранулометричного складу. Чорноземи звичайні мають сприятливі для більшості рослин водно-фізичні властивості: водотривку зернисту структуру, що пов'язано з важким гранулометричним складом, високим вмістом гумусу і насиченістю ГВК  $Ca^{2+}$  і  $Mg^{2+}$ ; пухке складення (щільність 1,1-1,25 г/см<sup>3</sup>); високу водопроникність, повітро- і вологоємність. Запас продуктивної вологи – 90-150 мм. Високі запаси загального та рухомого азоту обумовлені активною

нітрифікацією. Ґрунти мають підвищену та високу забезпеченість фосфором (45-60 мг/кг) і калієм (300-400 мг/кг). Природна родючість висока, але відмічається нестача вологи.

Будова профілю чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних аналогічна чорноземам звичайним, але на відміну від них має більшу грубизну профілю (65-130 см), велику кількість кротовин, червоточин, копролітів. Висока структурність, пухкість ґрунту сприяє кращому промочуванню його атмосферними водами. Ці ґрунти містять 3-6 % гумусу гуматного типу ( $C_{гк}:C_{фк}=2-3$ ). Сума обмінних основ складає 20-45 мг-екв/100 г ґрунту залежно від гранулометричного складу. У ГВК переважають іони  $Mg^{2+}$  та  $Ca^{2+}$ .

На лесових терасах, схилах вододілів на засолених глинах або лесах формуються чорноземи звичайні солонцюваті, у складі ГВК яких кількість іонів  $Na^+$  не перевищує 5 %. Профіль цих ґрунтів набуває морфологічних ознак диференціації за елювіально-ілювіальним типом.

Згідно агроґрунтового районування чорноземи звичайні розташовані в межах Роздільнянсько-Березівського агроґрунтового району правобережно-дніпровської провінції північного Степу. Міцелярно-карбонатні види характерні для Бородинського та Болград-Старокозацького агроґрунтових районів південно-західної провінції північного Степу [53].

Найбільш суттєвою відмінністю чорноземів південних від звичайних є менший вміст в них гумусу. Уміст гумусу в ґрунтах важкого гранулометричного складу 2,5-4,3 %, у середньосуглинкових 2-3 %, легкосуглинкових і супіщаних 0,4-2,0 %. Гумус гуматного типу:  $C_{гк}:C_{фк}=2-3$ . Реакція середовища близька до нейтральної ( $pH_{вод.}$  6,8-7,6). Сума обмінно-увібраних основ залежно від гранулометричного складу коливається від 3-15 до 17-50 мг-екв/100 г ґрунту. Чорноземи південні відносяться до малогумусних та слабогумусованих видів. Ґрунти мають достатньо високий рівень потенціальної родючості, але в них бракує вологи.

Будова профілю чорноземів південних міцелярно-карбонатних аналогічна чорноземам південним. Закипають вони з поверхні до 25-65 см, білозірка

залягає з глибини 65-105 см. Поряд з білозіркою карбонати виділяються у вигляді псевдоміцелію і тонкоголчастих утворень. Ґрунти належать до малогумусних і слабогумусованих видів. Вміст гумусу 1,5-3,9 %, співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}=1,0-1,3$ . Реакція середовища в гумусованому горизонті близька до нейтральної ( $pH_{вод.} 7-7,5$ ), з глибиною підлугується до 8-8,5. Сума обмінних основ 23-50 мг-екв/100 г ґрунту.

Чорноземи південні солонцюваті характерні для слабостічних рівнинних територій, слабковиражених в рельєфі схилів подів та виположених балок, де в комплексі з чорноземами зустрічаються також плями солонців. Солонцюватість їх зумовлена головним чином іонами  $Mg^{2+}$ , кількість якого в ГВК складає 15-25 %, а  $Na^+$  не перевищує 1-3 % від ємності катіонного обміну. Профіль ґрунту диференційований за елювіально-ілювіальним типом. Водно-фізичні властивості характеризуються зруйнованою структурою, важким гранулометричним складом, лужним середовищем.

Модальні підтипи чорноземів південних займають основну площу Овідіопольсько-Комінтернівського агроґрунтового району провінції південно-українського Степу. Чорноземи південні міцелярно-карбонатні характерні для Ізмаїльсько-Новосельківського, Білгород-Дністровського та Кілійського агроґрунтових районів придунайської провінції південного Степу.

В Степу інтенсивне сільськогосподарське використання обумовило сильний розвиток ерозійних процесів та появу еродованих ґрунтів. На даний час чорноземи звичайні більше ніж на половину представлені еродованими видами, а серед чорноземів південних більше чверті їх площі зазнали ерозії. Також ускладнило характер ґрунтового покриву масове зрошення, що призвело до появи вторинно гідроморфних, осолоділих, засолених, поверхньо-оглеєних та інших ґрунтів.

## **2.2. Методологія та методика досліджень**

В основу методології генетичного ґрунтознавства покладено діалектичне положення про причинний взаємозв'язок явищ та процесів, яке стало

центральною ідеєю концепції В.В. Докучаєва «грунт як дзеркало ландшафту». Сучасне генетичне ґрунтознавство виходить із поняття ґрунту як дуже складної системи, тобто системи з великою різноманітністю внутрішніх та зовнішніх функціональних зв'язків. Такий системний підхід отримав розвиток в концепції єдності властивостей ґрунту та факторів середовища І.П. Герасимова (фактори – ґрунтові процеси – властивості), який дає можливість обґрунтовано оцінювати властивості ґрунтів з точки зору їх класифікаційного значення і рівня. Виходячи із вищевказаних уявлень про ґрунтоутворні процеси, оцінки ролі в них факторів навколишнього середовища та антропогенезу, нами було вибрано методи дослідження. В основу дослідження сучасних ґрунтових процесів та вивчення властивостей автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я нами покладено порівняльно-географічний, профільний та порівняльно-аналітичний методи.

Порівняльно-географічний метод, запропонований ще В.В. Докучаєвим, дозволяє робити об'єктивні висновки про генезис ґрунтів та закономірності їх географії. Сутність цього методу, за визначенням І.П. Герасимова та М.А. Глазовської, полягає у ретельному співставленні змін властивостей ґрунтів з змінами факторів ґрунтоутворення [29]. Але, порівняльно-географічний метод не є специфічним методом у ґрунтознавстві, оскільки його використовують в усіх географічних науках. З точки зору ґрунтознавства, як стверджував В.В. Докучаєв, вивчення ґрунтового покриву базується на профільному методі, за допомогою якого було встановлено морфологічні особливості досліджуваних ґрунтів. Важливою є роль профільного методу при вивченні гумусового стану ґрунтів. Повнопрофільне дослідження кількісних та якісних показників гумусу дає можливість у інтегрованому вигляді отримати уяву про систему гумусових речовин в ґрунтового профілі кожного конкретного типу ґрунту загалом [119].

У зв'язку із трансформацією складу, процесів та властивостей ґрунтів в результаті значного антропогенного впливу, виникає необхідність їх якісної та кількісної характеристики. Порівняння речовинного складу та властивостей

твердої фази генетичних горизонтів в межах всього профілю, а також із материнською породою, входить в основу порівняльно-аналітичного методу [140]. Застосування цього методу дозволило встановити зміни складу органічної речовини ґрунту, її властивостей та переміщення в ґрунтовому профілі.

Дослідження великих територіальних одиниць ґрунтового покриву з однотипною структурою виконували методом ґрунтових ключів, який ґрунтується на детальному генетико-географічному аналізі репрезентативних ключових ділянок та інтерполяції отриманих висновків на відповідні території.

### 2.2.1. Вибір і характеристика ключових ділянок

Для встановлення генетичних особливостей гумусового стану автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я за результатами аналізу матеріалів з геоморфології, геологічної будови, гідрогеології та ґрунтового покриву Північно-Західного Причорномор'я було закладено 5 ключових ділянок та 8 окремих ґрунтових розрізів (рис. 2.1).

Під час вибору ключових ділянок використовували великомасштабні та середньомасштабні (1:100 000, 1:200 000) топографічні мапи, а також великомасштабні ґрунтові мапи (1:10 000).

Чорноземи звичайні південної смуги свого поширення досліджували в межах ключ-ділянки «Роздільна», розташованої поблизу м. Роздільна Одеської області. За фізико-географічним районуванням, це територія Південно-Подільської схилово-височинної області Дністровсько-Дніпровського краю північностепової підзони степової зони. Геоморфологічний район – Дністровсько-Тилігульська акумулятивна рівнина на понтичній основі (табл. 2.1).

Ареал поширення чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних, які за своїми властивостями та режимами значно відрізняються від чорноземів інших регіонів України, представляє ключова ділянка «Малоярославець». Ділянка

розташована поблизу с. Малоюрославець Другий Тарутинського району Одеської області. За фізико-географічним районуванням вона закладена в межах Південно-Молдавської схилово-височинної області Дністровсько-Дніпровського краю північностепової підзони Степової зони. Геоморфологічний район – Когильницька ерозійно-денудаційна лесова рівнина.



Рис. 2.1. Схема розміщення ключових ділянок в межах Північно-Західного Причорномор'я: 1 – к.д. «Роздільна»; 2 – к.д. «Малоюрославець»; 3 – к.д. «Молодіжне»; 4 – к.д. «Глибоке»; 5 – к.д. «Ізмаїл», 6-13 – допоміжні розрізи

Таблиця 2.1

## Об'єкти дослідження

№п/п грунтового розрізу, назва ключової ділянки	Відміна ґрунту, що досліджується	Місце розташування		Географічні координати
		фізико-географічне	адміністративне	
1	2	3	4	
Розріз 1, к.д. «Роздільна»	чорнозем звичайний середньопотужний малогумусовий важкосуглинковий (рілля)	Південно-Подільська схилово- височинна область Дністровсько-Дніпровського краю північностепової підзони степової зони	м. Роздільна	+46°50'42,70", +30°2'44,73"
Розріз 2, к.д. «Малоярославець»	чорнозем звичайний міцелярно- карбонатний середньопотужний малогумусовий важкосуглинковий (рілля)	те ж	с. Малоярославець Другий, Тарутинський район	+46°10'34,34", +29°7'18,26"
Розріз 3, к.д. «Молодіжне»	чорнозем південний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий (рілля)	Дністровсько-Бузька низовинна область Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони	с. Молодіжне, Овідіопольський район	+46°19'9,52", +30°36'56,24"
Розріз 4, к.д. «Глибоке»	чорнозем південний середньопотужний слабогумусований важкосуглинковий, постзрошуваний (рілля)	Задністровсько- Причорноморська низовинна область Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони	с. Глибоке, Татарбунарський район	+45°42'23,54", +29°31'53,02"
Розріз 5, к.д. «Ізмаїл»	чорнозем південний карбонатний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий (рілля)	те ж	м. Ізмаїл	+45°21'48,76", +28°51'26,57"

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	
Розріз 6	чорнозем звичайний середньопотужний малогумусовий важкосуглинковий (рілля)	Дністровсько-Бузька низовинна область Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони	с. Отрадово, Роздільнянський район	+46°40'44,95", +30°26'50,18"
Розріз 7	чорнозем південний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий (рілля)	те ж	с. Іллічівка, Комінтернівський район	+46°36'7,73", +30°47'56,66"
Розріз 8	чорнозем південний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий (рілля)		с. Фонтанка, Комінтернівський район	+46°33'52,03", +30°51'31,06"
Розріз 9	чорнозем південний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий (рілля)	«»	с. Красносілка, Комінтернівський район	+46°36'49,50", +30°46'18,02"
Розріз 10	чорнозем південний середньопотужний малогумусний важкосуглинковий (рілля)	«»	с. Таїрово, Овідіопольський район	+46°22'12,53", +30°42'42,00"
Розріз 11	чорнозем південний середньопотужний малогумусовий середньосуглинковий (рілля)	«»	с. Молодіже, Овідіопольський район	+46°18'20,65", +30°38'7,00"
Розріз 12	чорнозем південний середньопотужний малогумусовий важкосуглинковий (рілля)	Задністровсько- Причорноморська низовинна область Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони	с. Василівка, Кілійський район	+45°31'56,38", +29°10'34,34"
Розріз 13	чорнозем південний середньопотужний слабогумусований важкосуглинковий (рілля)	те ж	с. Фурманівка, Кілійський район	+45°37'45,97", +29°14'35,66"



Чорноземи південні представлені ключ-ділянкою «Молодіжне», яка розташована поблизу с. Молодіжне Овідіопольського району Одеської області. Ділянка закладена у межах Дністровсько-Бузької низовинної області Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони. За геоморфологічним районуванням ділянка розташована в низинній прибережній рівнині верхньопліоценових нерозчленованих терас. З метою вивчення впливу інтенсивного сільськогосподарського використання на гумусовий стан ґрунтів, нами було закладено розріз на 40-річному перелозі та ріллі.

Особливості гумусового стану чорноземів південних, виведених 15 років тому із зрошення, досліджували поблизу с. Глибоке Татарбунарського району Одеської області (к.д. «Глибоке»). За фізико-географічним районуванням територія належить до Задністровсько-Причорноморської низовинної області Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони. Геоморфологічний район – низинна прибережна рівнина верхньопліоценових нерозчленованих терас.

Дослідження чорноземів південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас проводили в межах ключ-ділянки «Ізмаїл», розміщеної поблизу м. Ізмаїл Одеської області. За фізико-географічним районуванням ділянка розташована у Задністровсько-Причорноморській низовинній області Причорноморського краю середньостепової підзони степової зони [76]. У геоморфологічному відношенні ділянка є антропогеновою терасовою рівниною Дунаю.

На основних та допоміжних ґрунтових розрізах вивчали морфологічні особливості ґрунтів. Для лабораторно-аналітичних досліджень зразки ґрунту відбирали пошарово, враховуючи генетичні горизонти.

#### 2.2.2. Лабораторно-аналітичні дослідження

У відібраних зразках ґрунтів в лабораторіях кафедри земельного кадастру Одеського державного аграрного університету та Одеського обласного

державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції загальноприйнятими методиками досліджували:

1. Гігроскопічну вологу термостатно-ваговим методом [23];
2. Гранулометричний склад ґрунту методом піпетки в модифікації Н.А. Качинського [23];
3. Структурно-агрегатний склад ґрунту методом Н.І. Саввінова [23];
4. Кислотно-основні буферні властивості ґрунту потенціометрично методом П.П. Надточія [87];
5. Содостійкість ґрунту методом В.П. Бобкова [18];
6. Вміст загального гумусу методом І.В. Тюріна в модифікації Б.А. Нікітіна [7];
7. Груповий та фракційний склад гумусу ґрунту методом М.М. Кононової і Н.П. Бельчикової [60, 63];
8. Вміст колоїдних форм гумусу ґрунту за методом О.Н. Соколовського [151];
9. Оптичну щільність гумінових кислот – спектрофотометричним методом [60, 121].

Також визначали наступні показники:

коефіцієнт структурності та показник водостійкості за Н.І. Саввіновим [23]; показник нейтралізації та ступінь буферної здатності за П.П. Надточієм [87]; індекс кислотно-основної рівноваги за П.П. Надточієм [87]; коефіцієнт профільного нагромадження гумусу (КПНГ) та коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ) за М.І. Полупаном [126]; тип гумусу, ступінь гуміфікації органічних речовин за Д.С. Орловим [106]; коефіцієнти оптичної щільності та коефіцієнт забарвленості гумінових кислот за В.В. Пономарьовою та Т.О. Плотніковою [121]; коефіцієнт якості і стабільності гумусу за Б.Н. Рябініним [145]; запаси енергії органічної речовини за О.Л. Орловим [114].

## РОЗДІЛ 3

### ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ БУДОВИ ТА ВЛАСТИВОСТЕЙ АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

---

---

#### 3.1. Морфологічні особливості ґрунтів

Поняття про ґрунтовий профіль та профільний метод вивчення ґрунтів було введене в науку В.В. Докучаєвим. Профільний метод дослідження ґрунтів виявився настільки вдалим, що використовується досі як найбільш раціонально та науково обґрунтований, відповідає природнім закономірностям вертикальної анізотропності ґрунтів.

Профіль ґрунту утворюється в результаті диференціації вихідної ґрунотворної породи під впливом ґрунотворення на генетичні горизонти. Він представляє собою не плоску стінку ґрунтового розрізу, а реальне тіло природи в трьох вимірах, головною особливістю якого є його генетична цілісність.

В профілі ґрунту спостерігається закономірна зміна всіх його властивостей по вертикалі: гранулометричного, мінералогічного, хімічного складу, фізичних, хімічних та фізико-хімічних від поверхні ґрунту вглиб до недоторканої ґрунтоутворенням материнської породи. Ці зміни можуть бути поступовими, або одноманітними, та мати різкі відмінності у складі та властивостях горизонтів профілю. Головні фактори, які визначають утворення ґрунтового профілю, тобто диференціацію ґрунотворної породи на генетичні горизонти – це вертикальні потоки речовини та енергії, а також вертикальний розподіл живої органічної речовини в масі ґрунту.

Морфологічні особливості ґрунтів території досліджень вивчені досить добре і про них накопичений значний фактичний матеріал [8, 20, 35, 123, 129, 135, 165].

Чорноземні ґрунти за будовою профілю характеризується ясно вираженою верхньою товщею накопичення гумусу, обмінних основ та

біогенних зольних елементів, глибше якої знаходиться карбонатно-ілювіальна товща, яка поступово переходить в породу. Характерними діагностичними показниками чорноземів звичайних є наявність карбонатів у вигляді білозірки, яка залягає нижче гумусованого шару. Чорноземи звичайні потужні в межах перехідного горизонту мають і інші форми карбонатів – псевдоміцелій, рідше прожилки. Рухома форма карбонатів у вигляді плісняви зустрічається і в інших видах чорноземів. У ґрунтовому покриві північностепової підзони з півночі на південь чорноземи звичайні потужні змінюються на чорноземи середньопотужні і потім на малопотужні, де гумусована частина профілю складає >85 см, 65-85 та 45-65 см, відповідно. Гумусована частина профілю чорноземів звичайних розділяється на наступні горизонти: гумусово-акумулятивний (Н), верхній перехідний (Нр) та нижній перехідний (Phk) [124, 165]. Наші дослідження засвідчили наступні морфологічні особливості чорноземів звичайних в межах Північно-Західного Причорномор'я (розріз 1 ключ-ділянки «Роздільна»):

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Н<br>0-34 см    | – гумусово-акумулятивний, сирий, темно-сірий, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкувато-брилуватий, злегка ущільнений, пористий, багато коренів рослин, ходів черв'яків, копролітів, перехід поступовий за кольором; |
| Нр<br>34-56 см  | – верхній перехідний, сирий, темно-сірий, світліший за попередній, важкосуглинковий, безкарбонатний, грубозернистий, злегка ущільнений, тонкі корені, ходи черв'яків, перехід поступовий за кольором;                   |
| НР<br>56-64 см  | – перехідний, темно-сірий з темно-бурими плямами, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкуватий, ущільнений, менша кількість коренів та ходів черв'яків, перехід поступовий;  |
| Phk<br>64-74 см | – нижній перехідний, темно-сірий, гумусові патьоки, важкосуглинковий, карбонати у формі поодинокі крихкої білозірки, грудкувато-зернистий, ущільнений, перехід  |

поступовий;

P(h)k – перехідний, палево-бурий із темно-сірими плямами, на глибині 90 см кротовина із гумусованим матеріалом, важкосуглинковий, сильно карбонатний, білозірка, стовпчасто-грудкуватий, ущільнений, перехід поступовий;

Pk – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий карбонатний лес.  
104-130 см

Варіювання генетико-морфологічних ознак чорноземів має місце і в широтному напрямку, зумовлюючи фаціальні їх особливості. Зокрема, характерною особливістю чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних є більша (65-130 см) потужність гумусованої частини профілю. Їм властива підвищена рухомість карбонатів в межах профілю, яка в умовах непромивного водного режиму та посушливого клімату забезпечує насиченість місцевих ґрунтів кальцієм та, в зв'язку з цим, добру структурованість, що в сукупності обумовлює їх високу родючість [53, 54, 124]. Морфологічна будова чорнозему звичайного міцелярно-кабонатного досліджуваної території охарактеризована описом розрізу № 2, закладеного на ріллі поблизу с. Малоюрославець Другий Тарутинського району Одеської області (див. табл. 2.1):

H – гумусово-акумулятивний, злегка сирий, темно-сірий, важкосуглинковий, безкарбонатний, горіхувато-грудкуватий, легко розсипається на зерна, злегка ущільнений, пористий, велика кількість рослинних решток, ходів черв'яків, перехід хвилястий;  
0-40 см

Hr – верхній перехідний, сирий, темно-сірий, темніший за попередній, важкосуглинковий, безкарбонатний, стовпчасто-грудкуватий, злегка ущільнений, тонкі корені рослин, ходи черв'яків, копроліти, перехід поступовий;  
40-61 см

Phk – перехідний, сирий, сірий з буруватим відтінком, однорідний, важкосуглинковий, карбонатний, карбонати у  
61-90 см

- формі ниток та цятки, грудкувато-зернистий, злегка ущільнений, ходи черв'яків, копроліти, перехід поступовий;
- Р(h)к – нижній перехідний, палево-бурий з сірими плямами, важкосуглинковий, сильнокарбонатний, карбонати у формі крихкої білозірки діаметром 1 см, карбонатної плісняви, стовпчасто-грудкуватий, ущільнений, зустрічаються корінці рослин, ходи черв'яків, перехід поступовий;
- Рк – материнська порода, темно-бурий, важкосуглинковий карбонатний лесовидний суглинок.

Основні особливості будови профілю чорноземів південних порівняно з чорноземами звичайними проявляються в більш різкому зменшенні кількості гумусу із глибиною; ущільненні в перехідних горизонтах та деякому збільшенні вмісту мулистих часток; чіткій вираженості горизонту білозірки і обов'язковій присутності гіпсу на глибині 180-200 см. Гумусовий профіль їх, потужністю до 65-70 см, порівняно коротко переходить у породу [53]. Типовим розрізом, що характеризує морфологічну будову чорноземів південних, є розріз № 3 на ключ-ділянці «Молодіжне» (с. Молодіжне Овідіопільського району Одеської області):

- Н – гумусово-акумулятивний, сирий, 0-4 см сірий з білесим нальотом, з прошарками кварцового пилю, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкувато-дрібнобрилуватий, пухкий, мікропористий; 4-34 см темно-сірий з буруватим відтінком, однорідний, безкарбонатний, стовбчасто-дрібнобрилуватий, злегка ущільнений, коріння рослин, ходи черв'яків, копроліти, перехід рівний;
- Нр – верхній перехідний, злегка сирий, плями темно-сірі з бурим та сірувато-бурим відтінком, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкувато-дрібнобрилуватий, ущільнений, мікропористий, тонкі корінці рослин, ходи безхребетних,

	перехід хвилястий, поступовий;		
HP 47-64 см	– перехідний, важкосуглинковий,	сірувато-бурий, безкарбонатний,	плямистий, грудкувато- дрібнобрилуватий, ущільнений, дрібнопористий, невелика кількість ходів черв'яків, копролітів, перехід рівний;
Phk 64-75 см	– нижній перехідний, бурі, важкосуглинковий,	плямистий, плями темно-сірі та сіро- локально помірно закипає, карбонати у формі карбонатної плісняви, горіхувато- грубобрилуватий, ущільнений, дрібнопористий,	незначна кількість ходів черв'яків, перехід поступовий;
P(h)k 75-91 см	– перехідний до породи, та буро-сірими гумусованими патьоками,	бурий з палево-бурими плямами важкосуглинковий, сильно закипає на поверхні гумусових плям, грудкувато- зернистий, ущільнений, дрібнопористий,	перехід поступовий;
Rk 91-130 см	– материнська порода, карбонатний лес	палево-бурий, важкосуглинковий	

Розвиток зрошення в степовій зоні є одним із методів інтенсифікації агропромислового виробництва. У зв'язку з цим накопичений великий фактичний матеріал щодо змін морфологічних показників чорноземів південних при зрошенні. Відмічається збільшення гумусово-аккумулятивного та перехідних горизонтів, забарвленості горизонтів стає більш однорідним та темним; чітко виділяється горизонт гумусових патьоків; зниження лінії скипання від 10 % НСІ та верхньої границі залягання карбонатів [123]. Однак, на території досліджень в останні десятиліття спостерігається тенденція виведення ґрунтів із зрошення, особливості процесів ґрунтоутворення яких малодосліджені. Морфологічні ознаки чорноземів південних, які 15 років тому були виведені із зрошення, досліджували поблизу с. Глибоке Татарбунарського району Одеської області (див. табл. 2.1):

- Н  
0-44 см – гумусово-акумулятивний, сирий, темно-сірий з бурим відтінком, однорідний, важкосуглинковий; безкарбонатний, горіхувато-грудкуватий, ущільнений, залишки стерні, корені рослин, ходи черв'яків, перехід ясний за кольором;
- Нр  
44-52 см – верхній перехідний, сирий, темно-сірий з буруватим відтінком, плямистий, плями сірувато-бурі, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкуватий, ущільнений, пористий, корені рослин, ходи черв'яків, перехід хвилястий;
- Рhk  
52-67 см – перехідний, сирий, бурий з сіруватим відтінком, плями світло-бурі та темно-сірі, гумусові патьоки, на глибині 45 см кротовина діаметром 7 см із гумусованим матеріалом, важкосуглинковий, карбонатний, з 55 см сильно скипає, горіхувато-зернистий, ущільнений, коренів рослин менше ніж в попередньому, перехід поступовий;
- Р(h)k  
67-98 см – нижній перехідний, темно-бурий, плями темно-сірі, важкосуглинковий, сильнокарбонатний, карбонати у формі пухкої білозірки, грудкувато-зернистий, ущільнений, тонкі корені рослин, ходи черв'яків, перехід поступовий;
- Рк  
98-120 см – материнська порода, бурий, важкосуглинковий карбонатний лес.

З метою характеристики морфології ґрунтів придунайських надзаплавних терас був закладений розріз № 5 на ріллі неподалік м. Ізмаїл Одеської області (див. табл. 2.1):

- Нк  
0-37 см – гумусово-акумулятивний, злегка сирий, темно-сірий з буруватим відтінком, середьосуглинковий; помірно карбонатний, дрібногрудкувато-пилуватий, пухкий, велика кількість коренів, ходи черв'яків, велика кількість копролітів, перехід рівний за кольором та структурою;
- Нрк – верхній перехідний, бурувато-сірий з сірувато-бурими



37-49 см	плямами більш гумусованої маси, середньосуглинковий, помірно карбонатний, грудкувато-грубобрилуватий, ущільнений, дрібні корені, ходи безхребетних, перехід рівний;
Phk	– перехідний, сірувато-буруватий, зрідка ясно-сірі плями,
49-72 см	середньосуглинковий, сильнокарбонатний, горіхуватий, ущільнений, тонкі корені рослин, ходи черв'яків, перехід поступовий;
Pk	– материнська порода, палево-бурий, плямистий,
72-130 см	середньосуглинковий карбонатний лес

Наведені дані морфологічної будови (рис. 3.1, табл. 3.1, додаток А) дають можливість зробити наступні висновки:

1. Всі досліджувані ґрунти характеризуються типовою для чорноземів будовою ґрунтового профілю: наявністю потужного гумусово-акумулятивного горизонту, гумусового перехідного та перехідного до породи горизонту із наявністю білозірки. Потужність горизонтів у зональних ґрунтах змінюється не суттєво.

2. Встановлено, що середньостатистична глибина гумусово-акумулятивного горизонту становить 34,5 см. Чорноземи південні, виведені із зрошення, відзначаються розтягнутим гумусово-акумулятивним горизонтом до 44 см.

3. Середньостатистична глибина гумусового шару (Н+Нр+НР) досліджуваних ґрунтів складає 53,2 см. В диференціації ґрунтового покриву території дослідження за цим показником значну роль відіграє зволоженість, про що свідчить зменшення потужності гумусового шару з півночі на південь. В такому ж напрямку змінюється потужність профілю, яка у чорноземах звичайних та міцелярно-карбонатних становить 101-110 см, у чорноземах південних – 91-98 см, найменшими значеннями характеризуються чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас – 72 см.

4. Потужність гумусованої частини профілю (Н+Нр+Нр+Ph) у досліджуваних чорноземах досягає в середньому 72 см. Фаціальні особливості проявляються у збільшенні гумусованої частини профілю в чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних у порівнянні із чорноземами звичайними (90 та 74 см, відповідно).

5. Глибина закипання досліджуваних чорноземів відмічається в межах нижнього перехідного горизонту, за виключенням чорноземів південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас, які закипають з поверхні.

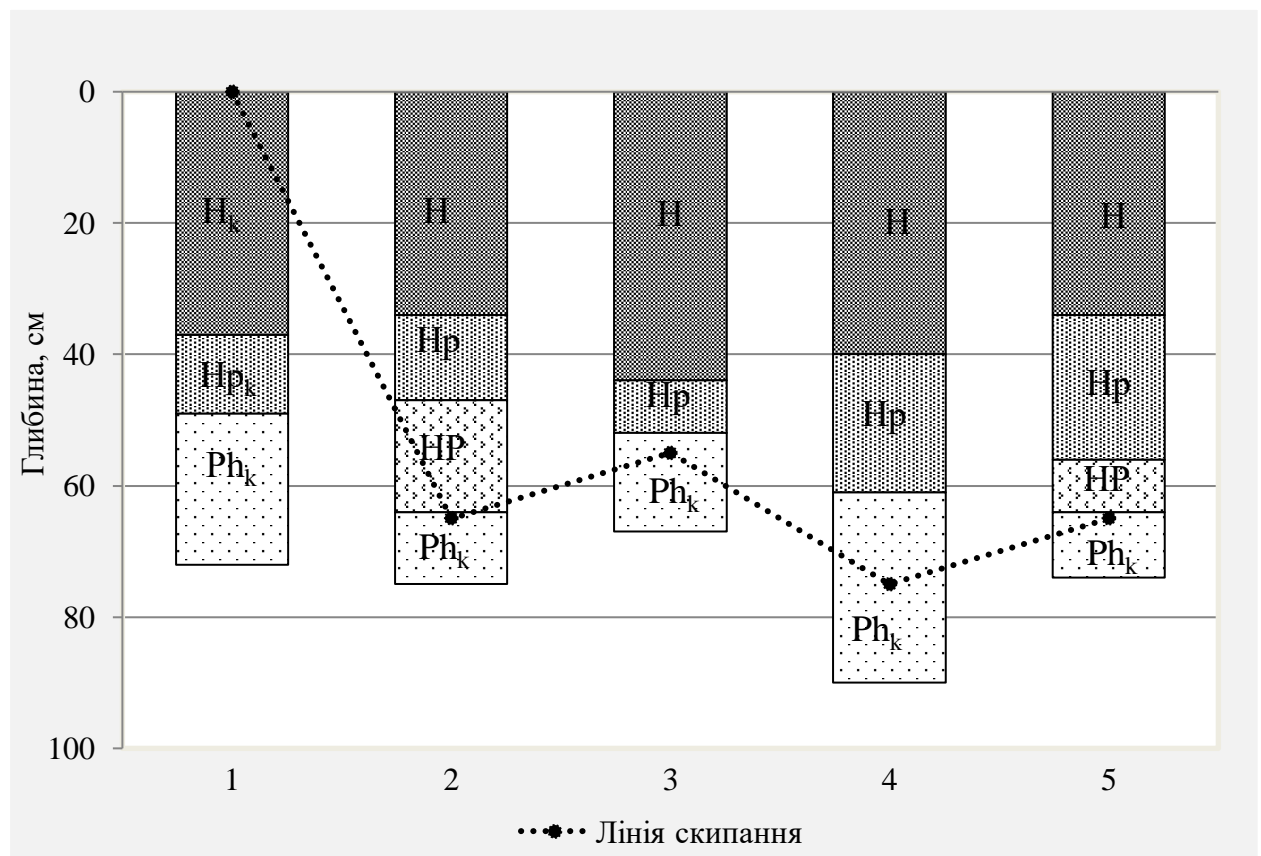


Рис. 3.1. Потужність гумусованих генетичних горизонтів автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я: 1 – к.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний; 2 – к.д. «Молодіжне», чорнозем південний; 3 – к.д. «Глибоке», чорнозем південний постзрошуваний; 4 – к.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; 5 – к.д. «Роздільна», чорнозем звичайний.

Дані статистичної обробки морфометричних показників автоморфних  
грунтів Північно-Західного Причорномор'я

Морфометричні показники	N	$\bar{x}$	$s_x$	$s_x, \%$	V, %	$t_{0,5}$	$\bar{x} \pm t_{s_x}$
Нижня границя гумусово-акумулятивного горизонту Н, см	13	34,5	1,1	3,3	11,94	2,18	32,3-36,8
Нижня границя верхнього перехідного гумусового горизонту Нр (НР), см	13	53,2	2,1	3,7	13,96	2,18	51,0-55,4
Нижня границя нижнього перехідного горизонту Rh, см	13	71,6	2,4	3,3	12,17	2,18	69,4-73,8
Лінія закипання, см	13	50,6	5,2	9,7	36,97	2,18	48,4-52,8

*Примітка:* n – кількість розрізів;  $\bar{x}$  – середнє значення;  $s_x$  – абсолютна похибка;  $s_x, \%$  – відносна похибка; V, % – коефіцієнт варіації;  $t_{0,05}$  – критерій Ст'юдента;  $\bar{x} \pm t_{s_x}$  – довірчий інтервал для середнього значення.

Встановлення дії зональних, фаціальних та антропогенних факторів на формування особливостей морфологічної будови автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я необхідно доповнювати вивченням фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що в повній мірі розкриє напрямки та особливості процесів гумусоутворення досліджуваних чорноземів.

### 3.2. Фізичні властивості ґрунтів

Ґрунт як фізичне тіло володіє низкою особливих властивостей, до яких відносять структуру, водні, повітряні, теплові, загальні фізичні (щільність твердої фази, щільність будови, загальна шпаруватість і шпаруватість аерації) і фізико-механічні властивості. Вивченню фізичних властивостей ґрунтів присвячено праці відомих науковців І.Б. Ревута [138], М.М. Годліна [31], П.В. Вершиніна [26], О.Ф. Вадюніної [23], Н.А. Качинського [52], О.Н. Соколовського [151]. Відомо, що за інтенсивного антропогенного

навантаження у ґрунті відбуваються деякі негативні зміни комплексу фізичних властивостей ґрунтів, тобто спостерігається фізична деградація. Проблемам деградації фізичного стану ґрунтів присвячені роботи С.П. Позняка [122, 123], В.Г. Добровольського [42], В.В. Медведєва [77, 78, 79, 174, 179].

Ряд авторів досліджували вплив гумусу на фізичні властивості ґрунту [17, 43, 52, 60, 110]. Особлива роль гумусу відмічається в структуроутворенні [37, 122, 156]. Органічні речовини просочують ґрунтові агрегати та склеюють механічні елементи, надаючи водостійкості структурним часткам. Обгортаючи мінеральні частинки, органічні речовини ізолюють їх від ґрунтового розчину, запобігаючи внутрішньоґрунтовому вивітрюванню. Одночасно, агресивні фракції органічної речовини активно впливають на мінерали, сприяючи рухомості елементів мінерального живлення [60, 110].

### 3.2.1. Гранулометричний склад

Ґрунт – це складна полідисперсна система, яка складається із часток різного розміру. Цими частками є гранулометричні елементи, які утворюються із материнської породи в процесі вивітрювання. Оскільки інтенсивність вивітрювання та мінералогічний склад порід підпорядковуються кліматичним та літологічним закономірностям, гранулометричний склад ґрунтів змінюється відповідно до них і є важливою генетичною характеристикою. Порівняння гранулометричного складу в окремих генетичних горизонтах з гранулометричним складом ґрунтоутворюючої породи дає підставу визначити ступінь перетворення ґрунтоутворюючої породи під впливом ґрунтоутворюючого процесу.

Гранулометричний склад також є важливою агрономічною характеристикою, оскільки від нього залежать практично всі фізичні властивості ґрунтів: пористість, вологемкість, водопроникність, водопідйомна здатність, повітряний та тепловий режим [31]. Гранулометричний склад обумовлює і механічні властивості ґрунтів: твердість, прилипання до

грунтообробних знарядь, руйнування шару ґрунту при оранці, питомий опір ґрунту при обробці. Тому всі види агротехнологічного впливу на ґрунт в тій чи іншій мірі визначаються гранулометричним складом [23, 138]. Також гранулометричний склад визначає ступінь екологічної стійкості ґрунтів до забруднюючих речовин і механічних впливів води або вітру в результаті водної або вітрової ерозії [77].

Відомо, що частинки ґрунту різного розміру розрізняються мінералогічним складом та фізичними властивостями. Із гранулометричних елементів найбільше значення мають глинисті мінерали, які концентруються в мулистій фракції. У переважній більшості ґрунтів вони представлені мінералами монтморилоніту та каоліну, відмінності у будові яких зумовлюють різні фізичні, хімічні та фізико-хімічні властивості. Вміст гумусу, ємність катіонного обміну, ґрунтово-гідрологічні константи, фізико-хімічні та водно-фізичні властивості, вміст окислів та інших аморфних сполук досягають максимальних значень у фракції мулу. Із збільшенням розміру часток параметри більшості зазначених показників різко знижуються. Лише в степових ґрунтах, які збагачені гуміновими кислотами з крупними розмірами молекул, більше гумусу зосереджується у фракції дрібного пилу [77].

Характеризуючи досліджені ґрунти за гранулометричним складом, нами були відмічені наступні особливості (табл. 3.2, додаток Б). Чорноземи звичайні та чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні за гран складом належать до грубопилувато-мулуватих важких суглинків (вміст фізичної глини (ФГ) біля 48-52 %). Переважаючими фракціями для чорноземів звичайних по всьому профілю є мул (частинки розміром  $<0,001$  мм) та грубий пил (частинки розміром 0,05-0,01 мм).

Менший вміст фізичної глини (біля 46 %) спостерігається у чорноземі південному, виведеному із зрошення, що характеризує його як важкий суглинок. Гранулометричний склад чорноземів південних та чорноземів південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас середньосуглинковий (35-42 % фізичної глини). На відміну від чорноземів

звичайних, для чорноземів південних ключових ділянок властиве переважання фракції грубого пилу по всьому профілю, а вміст фракції мулу є дещо меншим. Виключенням є чорноземи південні карбонатні, для яких другою переважаючою фракцією є дрібний пісок (частинки розміром 0,25-0,05 мм).

Таблиця 3.2

Вміст гранулометричних фракцій автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я (0-20см)

Ключова ділянка, назва ґрунту	Вміст фракцій, %				Пісок: Пил:Мул
	пісок	пил	мул	фізична глина	
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний	24,91	55,94	19,15	35,73	3:6:1
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний	22,65	50,79	26,56	42,32	2:5:3
К.д. «Глибоке», чорнозем південний постзрошуваний	23,48	47,72	28,80	46,31	2:5:3
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний	25,05	42,62	32,33	48,50	3:4:3
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний	24,13	44,42	31,45	52,07	3:4:3

Вміст фракції піску 1-0,05 мм коливається в межах 25 % для всіх досліджуваних ґрунтів, що свідчить про однаковий склад ґрунтоутворних порід (рис. 4.2). Слід відмітити невеликий вміст фракції грубого та середнього піску (частинки розміром 1-0,25 мм) біля 1 % в досліджуваних чорноземах, що негативно впливає на фізичні властивості ґрунту, зумовлюючи запливання ґрунту та утворення ґрунтової кірки після опадів.

В.В. Медведєв стверджує, що вміст фракції пилу, так як і піщаної фракції, в більшості успадковується від материнської породи [77]. Також він наголошує на існуванні зональної диференціації ґрунтів за гранулометричним складом. Для степової зони переважаючою фракцією є вміст пилу, що також підтверджується нашими дослідженнями. Найбільший вміст пилуватої фракції

(частинки розміром 0,05-0,001 мм) біля 55 % спостерігається у чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас, у чорноземах

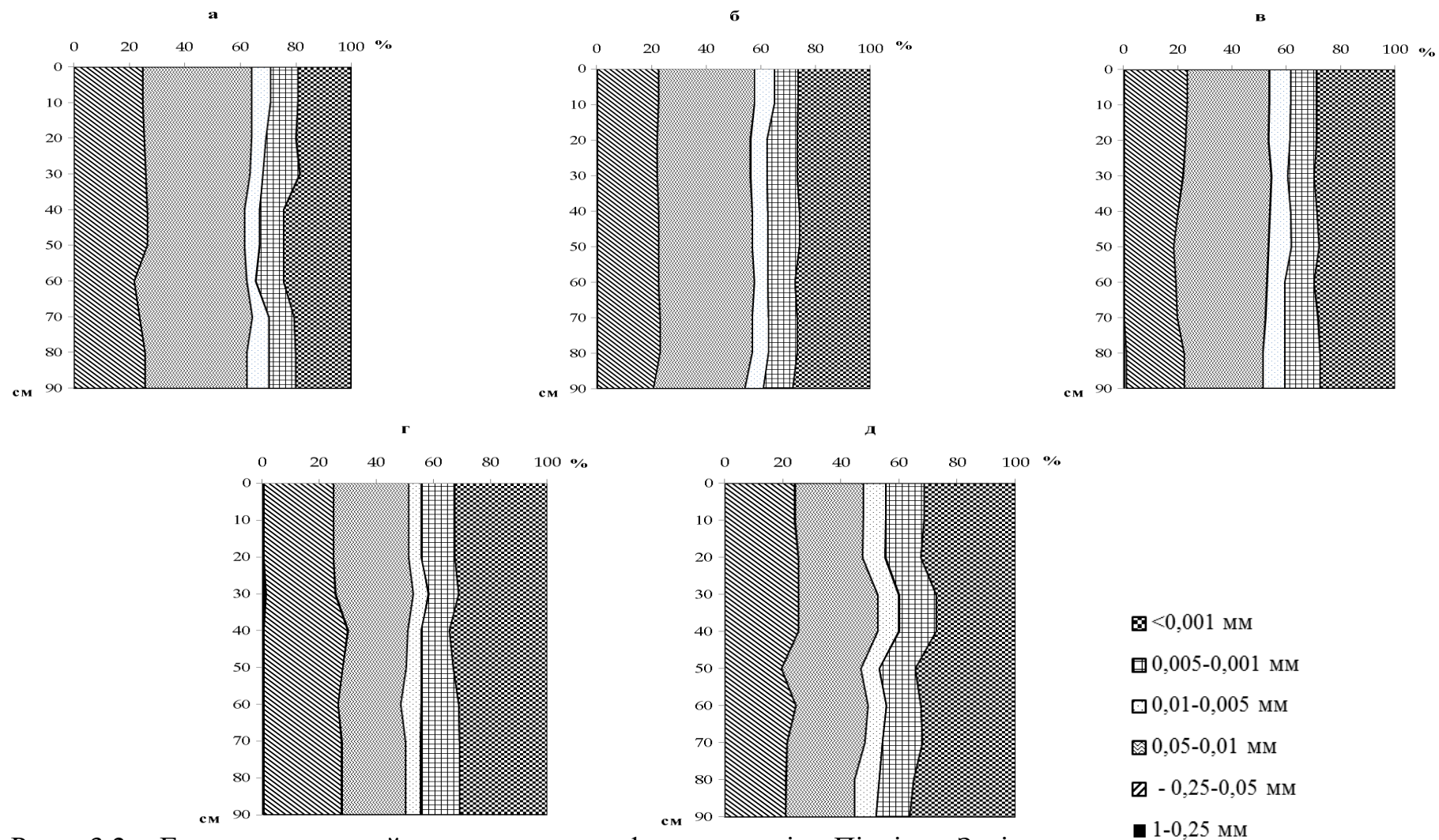


Рис. 3.2. Гранулометричний склад автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я: а – чорнозем південний карбонатний, б – чорнозем південний, в – чорнозем південний постзрошуваний, г – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний, д – чорнозем звичайний



південних в середньому міститься 47-50 %. Чорноземи звичайні містять біля 42-44 % цієї фракції. Вміст дрібного та середнього пилу (частинки розміром 0,005-0,001 мм і 0,01-0,005 мм) у всіх досліджуваних ґрунтах коливається біля 15-20 %, що сприяє злитизації та дефляційним процесам.

Мул активно бере участь у процесах ґрунотворення та міграціях, що зумовлює різноманітність його вмісту в ґрунтах. Так, чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас в орному шарі ґрунту містять найменшу кількість фракції мулу (біля 20 %), чорноземи південні – 26-28 %. Досліджувані чорноземи звичайні характеризуються найбільшим вмістом фракції мулу (32 %), що забезпечує їх високу поглинальну здатність.

Визначені відмінності для чорноземів південних та звичайних за співвідношенням «пісок:пил:мул» в ґрунтах досліджуваної території свідчать про різноманітність генезису гранулометричних фракцій та відмінностях в їх наступній еволюції (табл. 3.2).

Профільна диференціація ґрунтів за гранулометричним складом залежить від вмісту в них мулу та більш тонких фракцій. Чим більше в ґрунті тонкодисперсних часток, тим більше можливості для їх міграції по профілю. Також велику роль відіграють активні ґрунотворні процеси, що призводять до диспергації ґрунтової маси, та наявність пористого простору, який зумовлює її переміщення по профілю. Наведені профільні діаграми гранулометричного складу досліджуваних ґрунтів показують, що диференціація мулу в чорноземах південних та чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних виражена слабко або взагалі відсутня. В чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас та чорноземах звичайних спостерігається зростання мулистій фракції з глибиною.

Отже, в межах території досліджень зональні особливості гранулометричного складу ґрунтів проявляються у високому вмісті фізичної глини та пилу. Підтипова диференціація ґрунтів проявляється за вмістом пилу та мулу, а вплив фаціальності по відношенню до вмісту фракцій гранулометричного складу простежується слабко.

### 3.2.2. Структурно-агрегатний склад

Тверда частина ґрунтової маси складається з мінеральних часток різної величини, які в результаті складних фізико-хімічних процесів склеюються органічними та мінеральними ґрунтовими клеями в агрегати різних розмірів, утворюючи ґрунтову структуру [26, 162]. Особливо важливі дослідження ґрунтової структури належать засновникам ґрунтознавства І.М. Комову, В.В. Докучаєву, П.А. Костичеву, В.Р. Вільямсу.

З морфолого-генетичної точки зору структура ґрунту – це форма фізичного прояву його складення, тобто природньої організації твердих компонентів ґрунту і проміжків між ними. Здатність ґрунту розпадатись на структурні окремоті та агрегати є головною ознакою його структурності [23, 57]. Факторами структури є цементуючі речовини ґрунту – гумус та глина. Внаслідок різниці в їх дисперсності та будові, вони володіють різною зв'язуючою здатністю, яка проявляється лише за умови достатньої рівноваги між ґрунтовими колоїдами та поглинутим кальцієм [151].

Структура ґрунту має велике значення в родючості ґрунту, оскільки в структурованому ґрунті утворюються найкращі умови для забезпечення рослин водою та поживними елементами. За В.Р. Вільямсом, це досягається поєднанням двох взаємно протилежних процесів: аеробного – на поверхні структурної грудки та анаеробного – в середині неї. В аеробному процесі утворюються поживні речовини в результаті розкладу органічних решток, що призводить до руйнації структури. Однак, новоутворення органічної речовини в середині грудки сприяє відновленню структури ґрунту [61]. Таким чином, форма структурних агрегатів може служити діагностичною ознакою, яка відображає генетичні особливості та природну родючість ґрунту.

Структурність ґрунту є динамічною властивістю і може змінюватись під впливом сільськогосподарського використання та природних факторів [151]. Помітні структурні зміни ґрунту відображаються у формі, будові та властивостях окремих агрегатів, а разом з цим, і в основних ґрунтових режимах

– повітряному, водному, поживному [79]. Стійкість ґрунтів до антропогенного впливу залежить від їх генетичних особливостей, факторів та умов ґрунтоутворення.

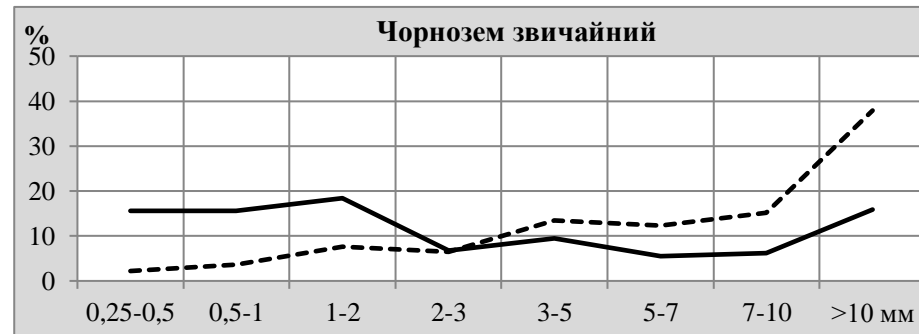
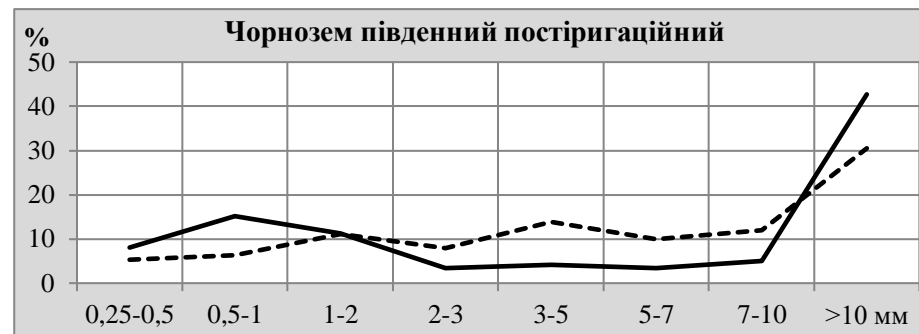
Ґрунти досліджуваної території в більшості характеризуються грудкувато-зернистою структурою (вміст агрегатів 5-0,5 мм складає 33-50 %, агрегатів розміром більше 10 мм – 16-43 %), яка є характерною для ґрунтів чорноземного типу ґрунтоутворення (рис. 4.3, додаток В). Визначення структурно-агрегатного складу водостійких фракцій досліджуваних чорноземів показує, що у складі структури переважають агрегати розміром 0,5-0,25 мм (рис. 4.4). В кліматичних умовах степової зони саме така структура здатна забезпечити оптимальні водні, повітряні, поживні властивості та відповідні режими ґрунту [26, 138, 156].

Чорноземи південні, не залучені у сільськогосподарське виробництво (40-річний переліг), характеризуються добрим структурним станом із вмістом агрономічно-цінних агрегатів (від 0,25 до 10 мм) 64 % у верхній частині гумусово-аккумулятивного горизонту, який зменшується до 60 % із глибиною. Коефіцієнт структурності, що представляє собою відношення суми агрегатів агрономічно цінного розміру до суми брил та пилу, складає 1,6-1,8, що свідчить про добру структурованість ґрунту (рис. 3.5).

Найгіршими параметрами структурного стану характеризуються важкосуглинкові чорноземи південні, виведені зі зрошення. За сумою агрономічно-цінних агрегатів, яка становить 50 %, орний шар цих ґрунтів оцінюється задовільним станом і коефіцієнтом структурності 1,0, що є типовим для зрошуваних чорноземів [20, 147].

Кращий структурний стан спостерігається у середньосуглинкових чорноземах південних та чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас. Уміст агрономічно-цінних агрегатів в орному шарі становить біля 71 %. Коефіцієнт структурності складає 2,5, але з глибиною структура за цим показником оцінюється як незадовільна (1,2-1,4).

Досліджувані чорноземи звичайні та міцелярно-карбонатні відзначаються добрим структурним станом орного шару (вміст агрегатів від 0,25 до 10 мм



— Н орн.    - - - Н

Рис. 3.3. Розподіл фракцій повітряно-сухих агрегатів в акумулятивних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

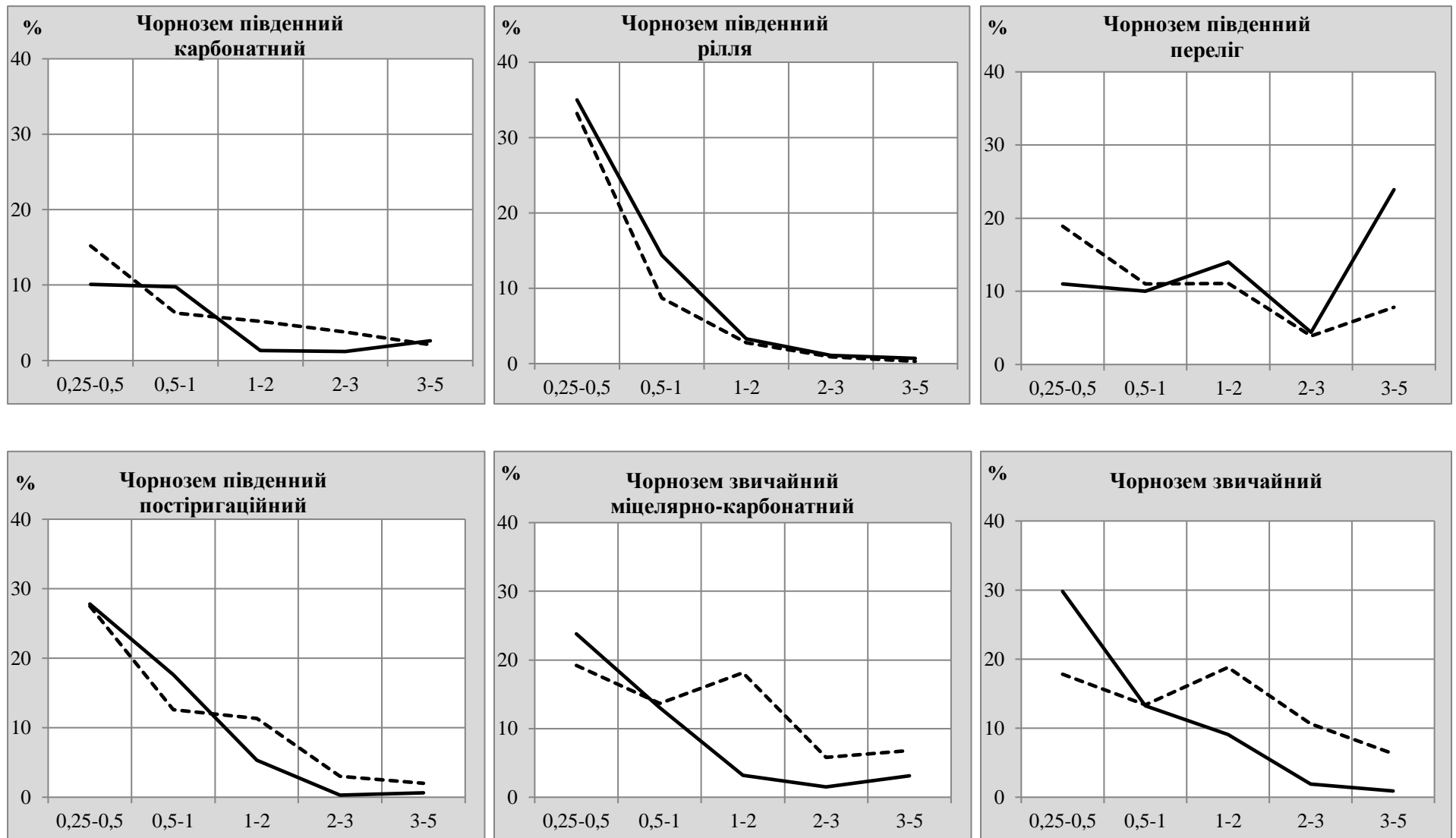


Рис. 3.4. Розподіл фракцій водостійких : — Н орн. - - - Н ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

коливається в межах 66-77 %). Про це свідчить високий показник коефіцієнта структурності 1,7-2,0 гумусово-акумулятивного горизонту чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних. Найбільшим значенням коефіцієнта структурності (3,4) відзначаються досліджувані чорноземи звичайні.

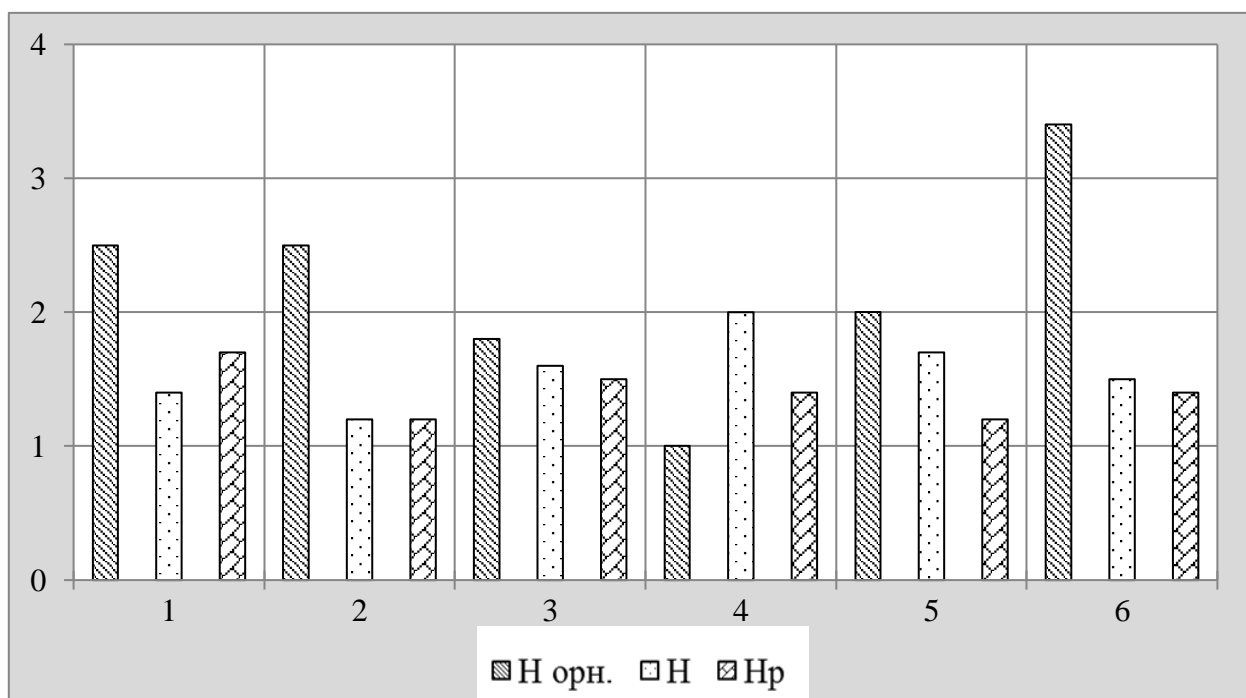


Рис. 3.5. Коефіцієнти структурності автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я: 1 – чорнозем південний карбонатний, 2 – чорнозем південний (рілля), 3 – чорнозем південний (переліг), 4 – чорнозем південний постзрошуваний, 5 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний, 6 – чорнозем звичайний

Однак, добрий структурний стан не є достатньою умовою для забезпечення якісних властивостей ґрунту. Необхідно, щоб агрегати були достатньо стійкими та не розпадались під дією води, а також не розпливались в ній при намочуванні та промиванні атмосферними опадами. Згідно з шкалою оцінювання [132], водостійкість структури ґрунту верхньої частини гумусово-акумулятивного горизонту чорноземів південних є доброю – сума водостійких агрегатів розміром  $>0,25$  мм складає 46-66 % (рис. 3.6). Виключенням є чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас, які

оцінюються недостатньо задовільною водостійкістю (вміст вказаних агрегатів 25-32 %), що обумовлено відносно легшим гранулометричним складом та невисоким вмістом гумусу.

Чорноземи звичайні досліджуваної території характеризуються доброю водостійкістю структури в орних шарах та відмінною водостійкістю в підорних шарах (вміст водостійких агрегатів 45-55 % та 64-70 % відповідно). Краща водостійкість зумовлена «поважчанням» гранулометричного складу та збільшенням вмісту гумусу в цих ґрунтах.

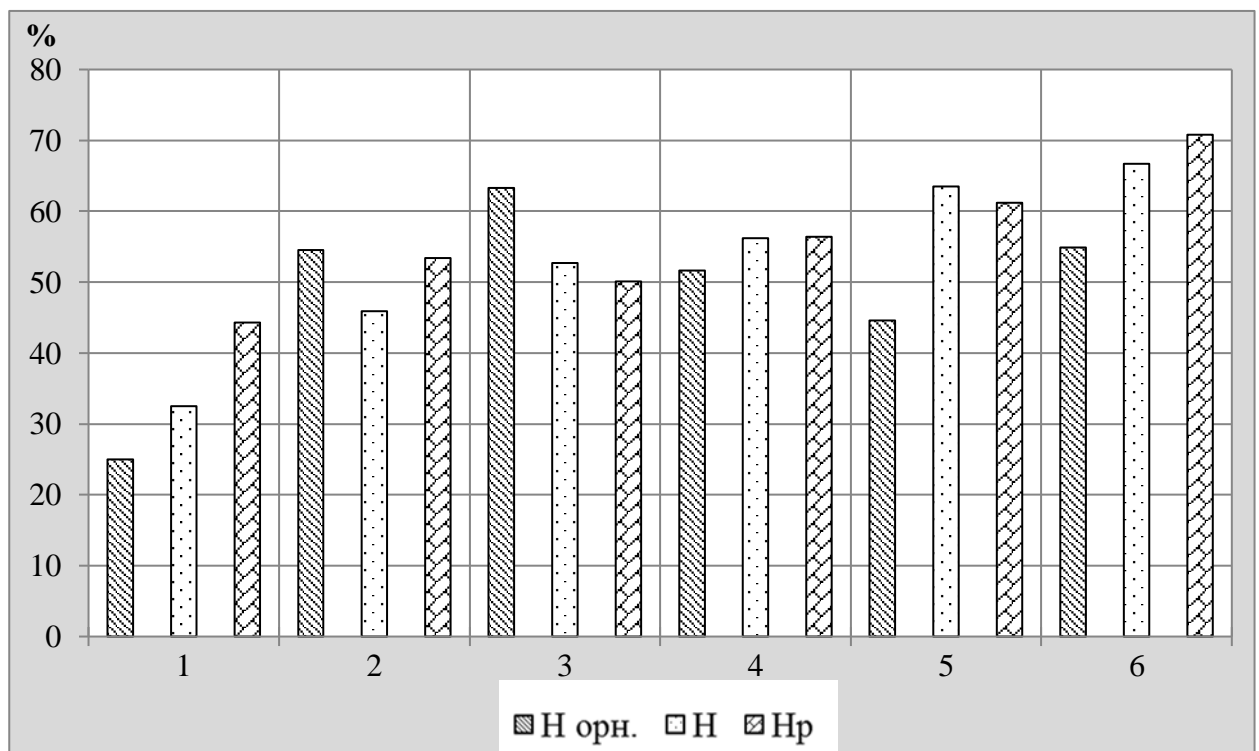


Рис. 3.6. Сума водостійких агрегатів >0,25 мм в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я: 1 – чорнозем південний карбонатний, 2 – чорнозем південний (рілля), 3 – чорнозем південний (переліг), 4 – чорнозем південний постзрошуваний, 5 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний, 6 – чорнозем звичайний

Для оцінки якості структури ґрунту використовується широко відомий показник водостійкості (співвідношення фракцій більше 0,25 мм до 10 мм при мокрому просіюванні до агрегатів такого ж розміру при сухому просіюванні).

Найнижчий показник водостійкості агрегатів (35 %) відмічено в орному шарі чорноземів південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас, що свідчить неводостійку структуру цих ґрунтів (рис. 3.7).

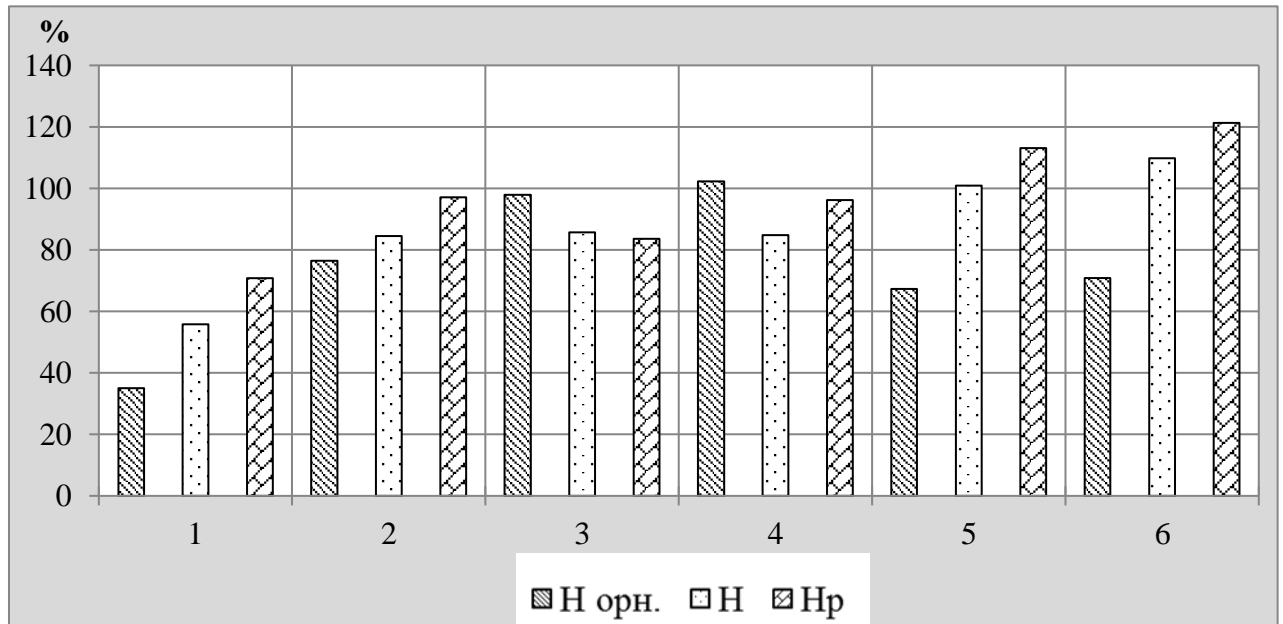


Рис. 3.7. Показник водостійкості агрегатів автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я: 1 – чорнозем південний карбонатний, 2 – чорнозем південний (рілля), 3 – чорнозем південний (переліг), 4 – чорнозем південний постзрошуваний, 5 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний, 6 – чорнозем звичайний

Переважаанням мезоагрегатів, виділених при мокрому просіюванні над мезоагрегатами, виділеними при сухому просіюванні, відзначаються чорноземи південні, виведені із зрошення, де показник водостійкості досягає 102 %. Чорноземи звичайні та південні досліджуваної території мають високостійку структуру, яка характеризується показником водостійкості 71-76 % з тенденцією збільшення в нижніх горизонтах. Основною причиною зменшення водостійкості структури ґрунту є інтенсивне сільськогосподарське використання, про що також свідчить зменшення цього показника у чорноземах південних на ріллі в порівнянні із перелогом від 98 % до 76 %.



### 3.3. Кислотно-основна буферність ґрунтів

У результаті антропогенного навантаження інтенсивні процеси дегуміфікації супроводжуються зміною фізико-хімічних властивостей ґрунту. Здатність ґрунту зберігати генетично притаманні йому чи штучно створені потенціали елементів родючості та в певній мірі гальмувати зовнішні впливи і діяння, направлені на зміну цих потенціалів, визначається Р.С. Трускавецьким як буферність ґрунтових систем [157]. За даними Г.В. Мотузової, буферність ґрунту обумовлюється здатністю його зберігати власну організацію, тобто перелік, рівні та співвідношення складових компонентів ґрунту за рахунок постійної підтримки процесів, які забезпечують взаємозв'язок між цими компонентами [82]. П.П. Надточій вважає, що саме кислотно-основна буферність є фактором протидії деяким видам фізико-хімічної деградації ґрунтів. Її параметри виражають інтегральну функцію всіх хімічних компонентів ґрунту, включаючи продукти життєдіяльності мікроорганізмів, а також внесені добрива, засоби захисту рослин та меліоранти [85, 87]. За показниками кислотно-основної буферності розроблені критерії оцінки фізико-хімічної деградації ґрунтів для цілей ґрунтового моніторингу.

Вивчення кількісних та якісних показників кислотно-основної буферності ґрунту є достатньо актуальним питанням, оскільки ці дані характеризують не тільки загальний екологічний стан ґрунту як природнього об'єкта екосистеми, а й містять інформацію про особливості процесів ґрунтоутворення (їх напрямок та інтенсивність). Значення кислотно-основних буферних властивостей в процесах ґрунтоутворення та еволюції ґрунтів висвітлено в цілій низці праць вітчизняних та зарубіжних авторів [28, 49, 149, 150, 171, 178].

Досліджувані ґрунти характеризуються нейтральною та слаболужною реакцією середовища (6,45-8,50). Для всіх ґрунтів відмічено зростання значення  $pH_{\text{вод}}$  вниз по профілю, що пов'язано із збільшенням вмісту карбонатів кальцію та магнію у нижніх горизонтах.

Реакція ґрунтового розчину тісно пов'язана із складом та властивостями ґрунту, характером його використання та напрямом ґрунтоутворення. Розроблена Б. Ульріхом концепція буферних систем відображає різну поведінку буферних механізмів ґрунту в залежності від генетично притаманної величини рН [178]. Досліджуваним ґрунтам властива карбонатна буферна система, для якої карбонати є основними речовинами відповідальними за створення буферності. Елювіальні кірки на поверхні досліджуваних чорноземів звичайних та чорноземів південних з показником  $pH_{\text{вод.}} < 6,2$  характеризуються силікатною буферною системою. Основним механізмом буферності цієї системи є вивітрювання силікатів [157].

Нейтралізуючу здатність ґрунту виражають через показник нейтралізації (ПН). Цей показник відповідає кількості міліграм-еквівалентів кислоти (ПН кислотний) або лугу (ПН лужний) в перерахунку на 100 грамів ґрунту, що забезпечує нейтральну реакцію [85]. У верхніх горизонтах досліджуваних ґрунтів ПН лужний коливається в межах 1,25-5,5 мг-екв/100 г ґрунту, а у нижніх горизонтах ПН кислотний – 0,75-1,25 мг-екв/100 г ґрунту (табл. 3.3). У чорноземах південних карбонатних показник нейтралізації в кислотному інтервалі досягає 12,0 мг-екв/100 г ґрунту. Іншим показником, що характеризує кислотно-основну буферність ґрунту є буферна площа, яка складає у досліджуваних ґрунтах 10,2-16,7 см<sup>2</sup>. Буферна площа в кислотному інтервалі досліджуваних ґрунтів із глибиною збільшується, а в лужному – зменшується. Ця тенденція пояснюється частковою міграцією високобуферної по відношенню до кислот колоїдної фракції органо-мінерального комплексу в нижні горизонти [87]. Найбільшою буферною площею (23,7-27,5 см<sup>2</sup>) проти підкислення характеризуються відносно легкі за гранулометричним складом, але карбонатні ґрунти нижньодунайських надзаплавних терас; в лужному інтервалі тут спостерігається найменше значення цього показника – 9,1-9,6 см<sup>2</sup>.

Аналізуючи антропогенний вплив на кислотно-основні буферні властивості ґрунтів, слід відмітити зменшення на 33 % буферної площі в

кислотному інтервалі та збільшення на 7% у лужному в орних шарах чорноземів південних на ріллі, у порівнянні із чорноземами на перелозі.

Таблиця 3.3

Буферні властивості автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я

Ключова ділянка, назва ґрунту	Глибина, см	рН вод.	Площа буферності, см <sup>2</sup>		Показник нейтралі- зації, мг- екв/100 г ґрунту		Ступінь буферної здатності, %		<u>СБЗк</u> <u>СБЗл</u>
			кислотний інтервал	лужний інтервал	кислотний	лужний	кислотний інтервал	лужний інтервал	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний	0-11	7,15	23,66	9,63	1,25	-	87,4	37,7	2,3
	11-24	8,35	26,61	9,65	5,75	-	80,5	49,3	1,6
	24-37	8,50	27,50	9,13	12,0	-	85,1	44,9	1,9
К.д «Молодіжне», чорнозем південний (рілля)	0-4	5,70	10,16	14,80	-	5,5	51,3	53,6	1,0
	4-34	6,85	13,17	15,51	-	0,5	51,5	58,6	0,9
	34-47	7,65	15,76	11,77	1,25	-	53,3	45,9	1,2
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (переліг)	0-10	6,45	15,00	13,75	-	2,0	63,6	51,2	1,2
	10-20	6,50	14,74	13,56	-	0,75	56,8	56,2	1,0
	20-30	7,64	14,41	10,78	0,75	-	46,5	60,1	0,8
К.д. «Глибоке», чорнозем південний (постзрошуваний)	0-10	6,40	12,59	12,21	-	1,25	54,0	45,4	1,2
	10-27	7,48	15,53	13,14	0,7	-	54,1	50,8	1,1
	27-44	7,70	16,67	9,19	1,25	-	55,9	35,9	1,6
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно- карбонатний	0-15	6,60	13,50	13,26	-	1,25	55,5	49,6	1,1
	15-35	7,10	14,74	13,56	-	0,2	54,9	51,7	1,1
	35-55	7,38	14,41	10,78	0,75	-	51,1	41,6	1,2
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний	0-10	5,66	11,76	16,19	-	5,0	59,9	58,5	1,0
	10-34	6,85	14,45	14,53	-	0,5	56,5	54,9	1,0
	34-56	7,28	15,74	11,93	0,75	-	56,8	45,9	1,2

Примітка:

СБЗк – ступінь буферної здатності в кислотному інтервалі;

СБЗл – ступінь буферної здатності в лужному інтервалі

Ступінь буферної здатності (СБЗ) дає можливість провести в однакових діапазонах рН оцінку буферності ґрунту відносно абсолютно буферного еталону, рН водної суспензії якого відповідає досліджуваному зразку [85]. За шкалою оцінки кислотно-основної буферності ґрунту, досліджувані чорноземи оцінюються середнім ступенем буферної здатності в межах кислотного інтервалу (СБЗ 51-60 %). Виключення складають чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас, які характеризуються дуже високою буферністю в цьому діапазоні (СБЗ 80-87 %). Високою лужною буферною здатністю відзначаються чорноземи звичайні та чорноземи південні – СБЗ 53-58 %; інші досліджувані ґрунти характеризуються середньою буферністю в лужному інтервалі – СБЗ 38-51 %.

Параметри оцінки буферної здатності ґрунтів об'єктивно відображають зміни, що відбуваються під антропогенним впливом. В результаті сільськогосподарського використання спостерігається зменшення ступеня буферної здатності в кислотному інтервалі та її підвищення в лужному діапазоні у чорноземах південних.

Додатковим критерієм оцінки стійкості функціонування агроєкосистем використовують індекс кислотно-основної рівноваги ( $K_p = \text{СБЗ}_k / \text{СБЗ}_л$ ) [86]. Досліджувані чорноземи звичайні та південні за цим показником є більш стійкі агроєкосистеми ніж чорноземи південні карбонатні ( $K_p = 1,0-1,2$  та  $2,3$  відповідно). Кліматичні умови, специфічні водно-теплові та біологічні режими ґрунтів, які зумовлюють високу мобільність карбонатів в межах ґрунтового профілю на відносно легких за гранулометричним складом ґрунтах зменшують стійкість кислотно-основної рівноваги.

Провідним фактором у формуванні лужного середовища ґрунтів степової зони є процеси содоутворення, яким протидіє рН-буферність. Відомо, що натрієва сода токсично впливає на ріст та розвиток культурних рослин і поява в ґрунтовому розчині соди, як найбільш токсичної серед інших водорозчинних мінеральних солей, може призвести до повної загибелі рослин.

Содонейтралізуюча функція ґрунтів (рОН-буферність) – це їх здатність протидіяти процесам содоутворення в ґрунтовому розчині [157].

Содостійкість (содобуферність), тобто кількість соди, яку здатен ґрунт нейтралізувати, у досліджуваних чорноземах південних коливається від 23,7 до 30,0 мг-екв/100 г ґрунту (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Содостійкість автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я,  
мг-екв/100 г ґрунту

Горизонт	Ключова ділянка, назва ґрунту					
	К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний	К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (рілля)	К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (переліг)	К.д. «Глибоке», чорнозем південний (постзрошуваний)	К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний	К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний
Н орн.	26,7	30,1	25,4	28,1	28,8	32,4
Н	25,3	26,3		30,0	34,6	36,6
НР	23,7	27,7	не визначали	29,2	34,2	36,8

Для чорноземів звичайних показник содостійкості дещо вищий і сягає відмітки 36,8 мг-екв/100 г ґрунту. Згідно класифікації В.П. Бобкова, усі досліджувані ґрунти відносяться до слабого ступеня содостійкості (20-35 мг-екв/100 г ґрунту) [18].

### Висновки до розділу 3

1. Незважаючи на значний антропогенний вплив автоморфні ґрунти Північно-Західного Причорномор'я зберігають параметри чорноземного типу ґрунтоутворення: важкий та середньосуглинковий гранулометричний склад, грудкувато-зернисту структуру агрегатів з переважанням у їх складі водостійких фракцій, нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Кислотно-основна буферна здатність характеризується середніми значеннями, буферна

ємність в кислотному інтервалі з глибиною збільшується, а в лужному, навпаки, зменшується. За кислотно-основними буферними властивостями досліджувані ґрунти визначаються як стійкі буферні агроєкосистеми.

Поряд з цим в південно-західному регіоні України виражена просторова неоднорідність фізичних та фізико-хімічних властивостей: відмічається полегшення гранулометричного складу, зменшення вмісту агрономічно-цінних агрегатів та їх водостійкості в умовах наростання посушливості клімату та погіршення умов зволоження у напрямку з півночі на південь, а відповідно – зменшення вмісту гумусу, який відіграє роль клейкого матеріалу в утворенні агрегатів. В цьому ж напрямку послаблюється ступінь стійкості проти екологонебезпечних процесів содоутворення, характерних для степової зони.

2. Геоморфологічні та кліматичні умови досліджуваної території впливають не тільки на зональні закономірності процесу ґрунтоутворення, але й формують фаціальні особливості ґрунтів. Так, чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні мають відносно потужнішу гумусовану частину профілю, а висока мобільність карбонатів в профілі зумовлює послаблення нейтралізуючої здатності ґрунтів до лугів.

3. Ґрунтам нижньодунайських надзаплавних терас із відносно легшим гранулометричним складом притаманний добрий структурний стан, але недостатньо задовільна водостійкість. Кисотно-основна буферність цих ґрунтів характеризується найвищою ємністю в кислотному та найнижчою – у лужному інтервалі. За показником кислотно-основної рівноваги ці ґрунти характеризуються як менш екологічно стійкі агроєкосистеми, що відображає особливості їх якісного стану та стійкість до фізико-хімічної деградації.

4. Інтенсивне сільськогосподарське використання чорноземів південних призводить до зменшення міцності агрегатів та їх здатності протистояти руйнівній дії води. Спостерігається зменшення стійкості ґрунтів до підкислення, зростання до лужних навантажень та послаблення содонейтралізуючої здатності.

## РОЗДІЛ 4

### ГЕНЕТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГУМУСОВОГО СТАНУ АВТОМОРФНИХ ГРУНТІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

---

---

#### 4.1. Вміст та розподіл гумусу в ґрунтовому профілі

Одним із головних показників гумусового стану ґрунтів є вміст гумусу, оскільки його кількість вважається інтегральним показником рівня родючості ґрунту та визначає його еколого-генетичний статус. М.І. Полупан розглядає гумус як показник типологоґрунтової та екологічної пам'яті, рефлексорність якої проявляється в особливостях органопрофілю та вмісті в ньому гумусу. В свою чергу, потужність профілю є важливим морфогенетичним показником, який відображає генетичні та ресурсні можливості і, в зв'язку з цим, завжди враховується в класифікації [128].

За М.І. Дергачовою, гумусовий профіль – це комбінація, послідовність однорідних зон з певним поєднанням і порівняно однаковим ступенем інтенсивності елементарних гумусоутворюючих процесів [40]. Проте слід зазначити, що на сьогодні відсутня єдина точка зору щодо визначення потужності гумусованої частини профілю чорноземів. Одні автори пропонують відносити до неї гумусовий та гумусово-перехідний горизонти, інші – частину профілю вище точки перетину вмісту гумінових та фульвокислот. Третя група авторів відносить до потужності всю гумусовану частину профілю. Останнє визначення, за думкою М.І. Полупана, більше відповідає істині та ресурсному потенціалу ґрунту відносно умов формування [128].

Потужність гумусованого профілю ( $H+H_p+Ph_k$  за [124]), що виражає ступінь розвитку ґрунтоутворного процесу, для досліджуваних чорноземів є середньою і коливається в межах 65-85 см. Відмічено відносно більшу потужність гумусованої частини профілю у чорноземах звичайних міцелярно-

карбонатних (90 см) порівняно з чорноземами звичайними (74 см). Потужність їх гумусово-акумулятивного горизонту (Н) біля 40 см.

Для досліджуваних чорноземів південних глибина гумусованої частини обумовлена географічним розташуванням та їх гранулометричним складом. Так, у середньосуглинкових чорноземах південних глибина гумусованої частини сягає 75 см, а гумусово-акумулятивного горизонту (Н) – 34 см. Розтягнутість гумусованої частини профілю до 72 см спостерігається і на відносно «легких» чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас. Важкосуглинкові чорноземи південні постзрошувані мають потужність гумусованого профілю біля 67 см. Для них характерний потужний гумусово-акумулятивний горизонт (до 44 см) та велика кількість темних вузьких гумусових «язиків» і слабогумусованих плям в нижній частині гумусованого профілю.

Максимальне накопичення органічної речовини з поверхні при поступовому зниженні її вмісту із глибиною формує акумулятивний тип розподілу гумусу в профілі досліджуваних ґрунтів (рис. 4.1).

Вміст гумусу в орному шарі досліджуваних чорноземів звичайних становить 3,6-3,8 % гумусу, тому визначаються як малогумусні. З просуванням на південь підвищується континентальність клімату, створюються менш сприятливі умови для накопичення органічних речовин. Так, чорноземи південні представлені слабогумусованими видами і характеризуються вмістом гумусу біля 2,2-2,6 %. Слід відмітити відсутність чіткої диференціації між чорноземами звичайними південної смуги їх розповсюдження та чорноземами південними за вмістом гумусу (6,0-6,5% та 3,4-4,2 % відповідно), яка встановлена на початку ХХ століття О.Г. Набоких [84], що свідчить про нівелювання гумусової зональності. Разом з цим зберігається географічна закономірність його розподілу – зменшення вмісту гумусу та потужності гумусованого шару ґрунту із півночі на південь.

Оцінити масштаби гумусонакопичення можна за запасами гумусу, які відображають загальний вміст органічних речовин у ґрунті. Для досліджуваних



чорноземів звичайних запаси гумусу в шарі 0-20 см коливаються в межах 85,6-89,4 т/га.

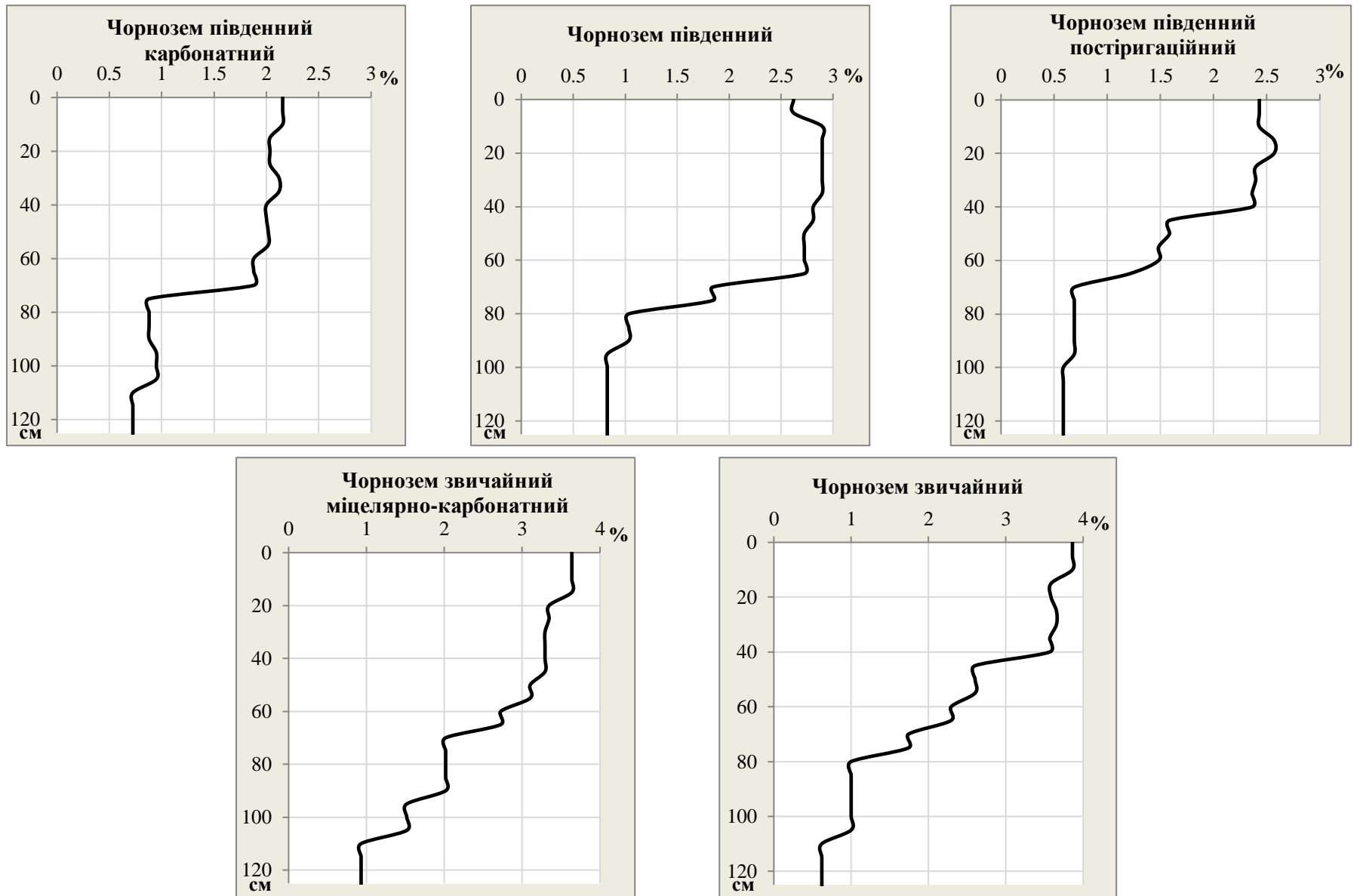


Рис. 4.1. Профільний розподіл гумусу в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

Чорноземи південні містять біля 68 т/га гумусу на ріллі та 95 т/га на 40-річному перелозі. Найменше значення цього показника спостерігається в чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас (50,4 т/га), що обумовлено низьким вмістом гумусу в цих, відносно «легших», ґрунтах.

Невеликими запасами гумусу в шарі 0-20 см характеризуються досліджувані чорноземи південні, виведені із зрошення, – 60,0 т/га. В них відмічено й виразно менші запаси гумусу в метровому шарі, що складають 193 т/га. Чорноземи звичайні, чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні, чорноземи південні та карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас мають середні значення цього показника – біля 230-333 т/га.

За показниками гумусового стану, які запропоновані Д.С. Орловим та Л.О. Грішиною [108], ґрунти в межах території досліджень визначаються низьким вмістом та запасами гумусу в орному шарі ґрунту. Слід зазначити, що дана система за показниками гумусового стану не відображає внутрішньозональних особливостей диференціації ґрунтів. Для малоконтрастних за вмістом та запасами гумусу ґрунтів нами запропоновано вдосконалити шкалу оцінювання шляхом поділу рівня «низький» із значеннями показника вмісту гумусу 2-4 % на дві категорії: низький I категорії (3,1-4,0 %) та низький II категорії (2,0-3,0 %). Для диференціації ґрунтів за запасами гумусу в шарі 0-20 см також пропонується розподіл показника на категорії (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Доповнення до системи показників гумусового стану ґрунтів

Показник	Рівень показника, категорії		Границі величин
Вміст гумусу, % (0-20 см)	Низький	I	3,1-4,0
		II	2,1-3,0
Запаси гумусу, т/га (0-20 см)	Низький	I	81,0-100,0
		II	50,1-80,0

Спираючись на сучасне уявлення про ґрунт, як поліфункціональну систему, властивості якого взаємопов'язані та взаємообумовлені, підпорядковуються причинно-наслідковим зв'язкам, нами було проведено пошук кореляційних зв'язків окремих властивостей ґрунту та вмістом гумусу. Враховуючи, що гранулометричний склад формує умови водно-повітряного режиму для перетворення рослинних решток у гумус, кількість та співвідношення гранулометричних фракцій може впливати на вміст гумусу в ґрунті. Демонструються результати розрахунків коефіцієнтів кореляції вмісту піску, пилу, мулу та фізичної глини з гумусом, а також відповідні поліноміальні квадратичні рівняння (рис. 4.2, 4.3). Встановлено слабкий коефіцієнт кореляції вмісту гумусу із мулом та фізичною глиною ( $r=0,26-0,29$ ) та середній – з піском та пилом ( $r=0,50-0,52$ ). Пошук взаємозв'язків між гранулометричним складом та вмістом гумусу всієї вибірки показників досліджуваних ґрунтів не дав сильних коефіцієнтів кореляції, що обмовлено дією значної кількості інших ґрунтоутворних факторів на процес трансформації рослинних залишків. Залежність вмісту гумусу від вмісту мулу, пилу та фізичної глини посилюється у виборці даних тільки із гумусово-акумулятивних горизонтів ( $r=0,75-0,84$ ).

Отже, підсумовуючи вищенаведені результати досліджень, логічним буде стверджувати, що диференціація ґрунтів в межах досліджуваної території обумовлена послабленням процесів гумусоутворення та гумусонакопичення із півночі на південь. Фаціальні особливості виражаються в збільшенні гумусованої частини профілю чорноземів. Локальні особливості гумусового стану досліджуваних ґрунтів обумовлені гранулометричним складом гумусово-акумулятивного горизонту та господарською діяльністю, що суттєво коректують процеси гумусоутворення.

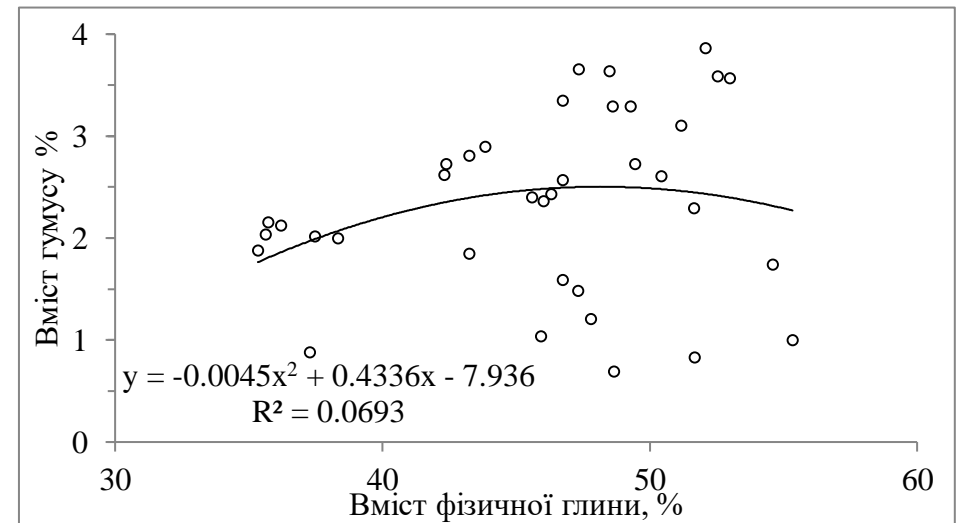
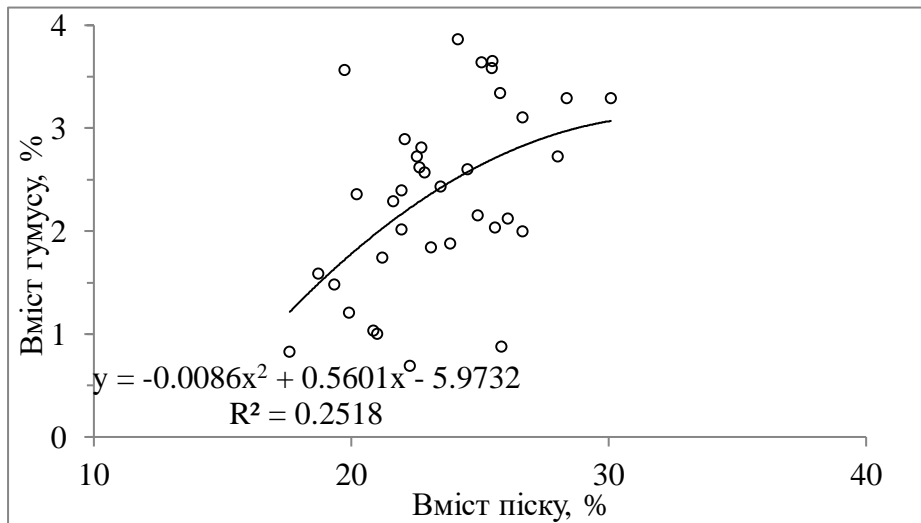
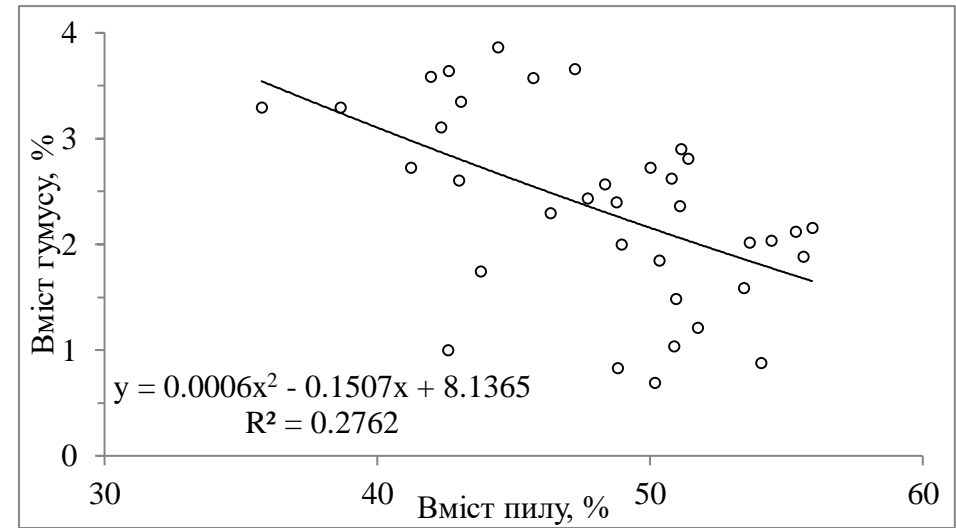
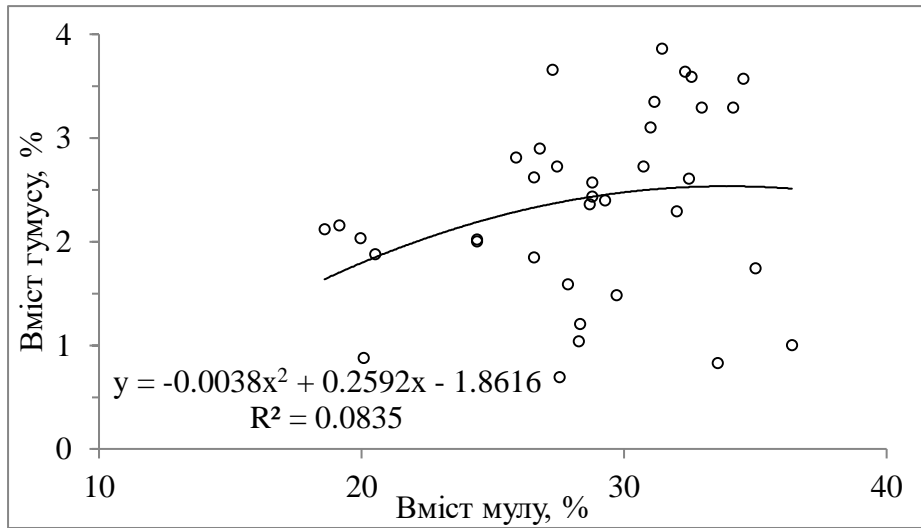


Рис. 4.2. Залежність вмісту гумусу від вмісту гранулометричних фракцій автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я (із всієї вибірки даних)

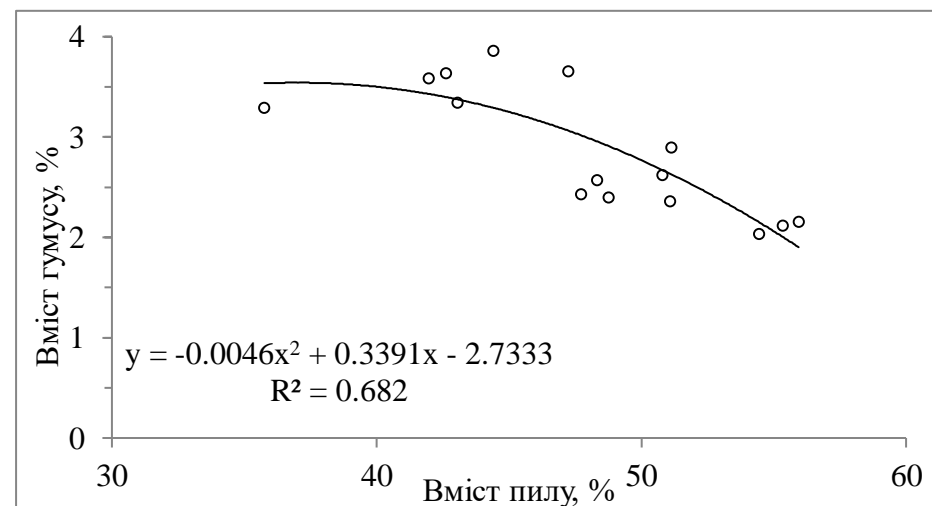
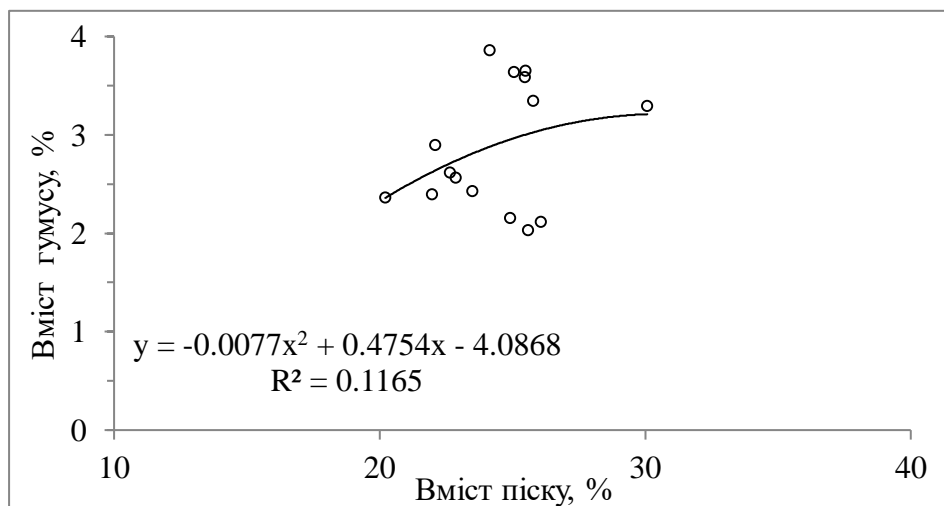
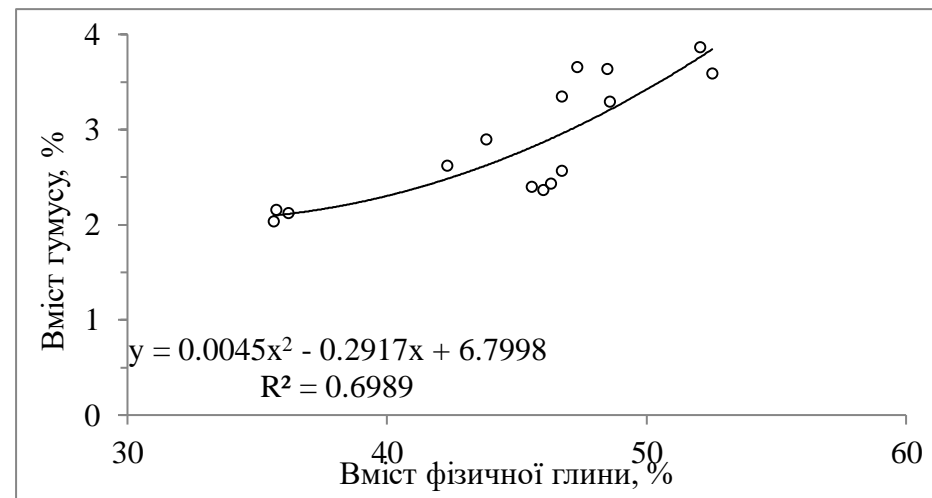
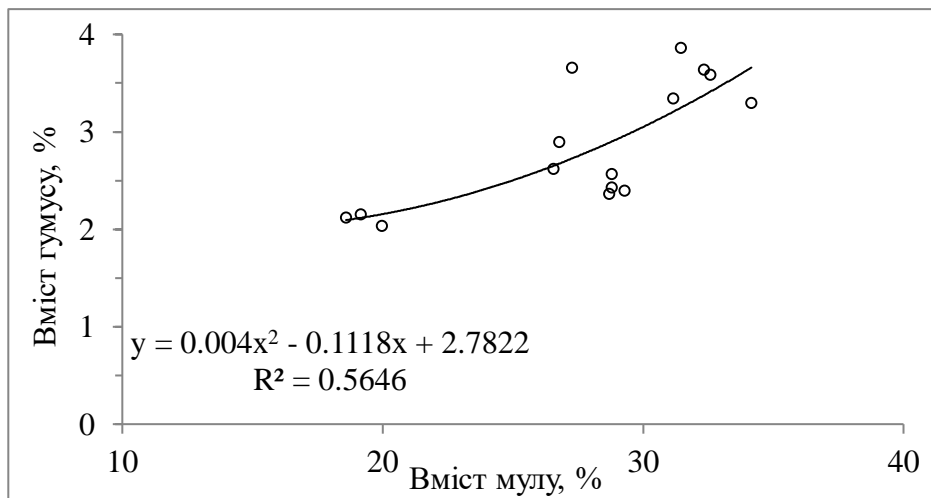


Рис. 4.3. Залежність вмісту гумусу від вмісту гранулометричних фракцій автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я (із вибірки даних гумусово-аккумулятивного горизонту)

## 4.2. Якісний склад гумусу

Якісний склад гумусу оцінюється вмістом та співвідношенням різних за своїми властивостями груп гумусових речовин: гумінових кислот, фульвокислот та нерозчинного залишку. Саме їх використовують для характеристики гумусового стану ґрунту, що стало можливим після розробки методу визначення групового та фракційного складу. Фракційний склад передбачає розподіл речовин, що входять в групу органічних сполук, за формами їх зв'язку з мінеральними компонентами ґрунту.

Визначення групового та фракційного складу гумусу лежить в основі характеристики гумусового стану орних та цілинних ґрунтів і відображає особливості як процесу гуміфікації, так і гумусоутворення [106].

### 4.2.1. Груповий і фракційний склад гумусу

Для досліджуваних ґрунтів груповий склад гумусу характеризується відносно високою кількістю гумінових кислот та відносно невеликою кількістю фульвокислот, що властиво для ґрунтів чорноземного типу ґрунтотворення.

Відносний вміст гумінових кислот в орному шарі чорноземів звичайних та південних досліджуваної території коливається в межах 26-40 % від  $C_{орг}$ . (табл. 4.2). Найменший вміст гумінових кислот відмічено в чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас, середньосуглинковий склад яких зумовлює низьку вбирну здатність, яка є необхідною умовою для закріплення новоутворюваних гумусових речовин. Різке зменшення кількості гумінових кислот обумовлене наявністю вуглекислого кальцію, який призводить до згортання та коагуляції гумінових кислот. Цей процес також спостерігається у карбонатному горизонті досліджуваних ґрунтів, утворюючи на графіку криві вмісту гумінових кислот та фульвокислот у вигляді так званих «ножниць». Нашими дослідженнями підтверджується думка стосовно діагностичного значення частини профілю

вище точки перетину вмісту гумінових та фульвокислот, оскільки в повній мірі відображає зростання потужності гумусового горизонту та рухомості гумінових кислот в наступному ряді: чорнозем південний карбонатний → чорнозем південний → чорнозем звичайний → чорнозем південний постзрошуваний → чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний (рис. 4.4).

Таблиця 4.2

Груповий склад гумусу автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я

Глибина, см	С орг., %	С орг., вилучений $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$		С <sub>гк</sub>		С <sub>фк</sub>		С <sub>гк</sub> :С <sub>фк</sub>	С залишку ґрунту		Ступінь гуміфікації, %
		1	2	1	2	1	2		1	2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий, рілля											
0-11	1,25	0,52	41,3	0,34	26,9	0,18	14,4	1,87	0,73	58,7	26,9
11-24	1,18	0,55	46,8	0,34	28,5	0,22	18,3	1,56	0,63	53,2	28,5
24-37	1,23	0,61	49,8	0,24	19,5	0,37	30,2	0,65	0,62	50,2	19,5
37-45	1,16	0,43	37,2	0,14	12,4	0,29	24,8	0,50	0,73	62,8	12,4
45-56	1,17	0,38	32,8	0,17	14,4	0,22	18,5	0,78	0,79	67,2	14,4
56-72	1,09	0,28	25,9	0,12	10,7	0,17	15,1	0,71	0,81	74,1	10,7
72-90	0,51	0,23	45,9	0,09	17,1	0,15	28,8	0,59	0,28	54,1	17,1
90-112	0,55	0,22	40,4	0,05	9,8	0,17	30,5	0,32	0,33	59,6	9,8
112-130	0,42	0,20	48,6	0,06	15,1	0,14	33,4	0,45	0,22	51,4	15,1
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний середньопотужний слабогумусований середньосуглинковий, рілля											
0-4	1,52	0,88	57,6	0,61	40,0	0,27	17,6	2,27	0,64	42,4	40,0
4-34	1,68	0,91	54,3	0,62	37,1	0,29	17,2	2,16	0,77	45,7	37,1
34-47	1,63	0,79	48,3	0,42	25,6	0,37	22,7	1,13	0,84	51,7	25,6
47-64	1,58	0,75	47,2	0,40	25,3	0,35	21,9	1,16	0,83	52,8	25,3
64-74	1,07	0,56	52,7	0,17	15,7	0,40	37,0	0,42	0,51	47,3	15,7
74-91	0,60	0,35	59,0	0,09	14,3	0,27	44,7	0,32	0,25	41,0	14,3
91-130	0,48	0,21	43,8	0,02	4,8	0,19	39,0	0,12	0,27	56,3	4,8
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний малогумусовий, переліг											
0-10	2,41	1,15	47,8	0,83	34,5	0,32	13,3	2,60	1,26	52,2	34,5



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10-20	2,16	1,08	50,0	0,72	33,3	0,36	16,7	2,00	1,08	50,0	33,3
20-30	2,11	0,85	40,4	0,52	24,7	0,33	15,8	1,57	1,26	59,6	24,7
К.д. «Глибоке», чорнозем південний середньопотужний слабогумусований важкосуглинковий постзрошуваний, рілля											
0-10	1,41	0,80	57,0	0,51	36,2	0,29	20,8	1,74	0,61	43,0	36,2
10-20	1,49	0,82	55,3	0,52	34,9	0,30	20,4	1,71	0,67	44,7	34,9
20-30	1,39	0,85	61,3	0,51	36,8	0,34	24,5	1,51	0,54	38,7	36,8
30-40	1,37	0,56	41,2	0,36	26,3	0,20	14,9	1,76	0,81	58,8	26,3
40-50	0,92	0,39	42,4	0,22	24,3	0,17	18,0	1,35	0,53	57,6	24,3
50-60	0,86	0,36	41,9	0,21	24,4	0,15	17,4	1,40	0,50	58,1	24,4
60-70	0,70	0,28	40,3	0,15	22,0	0,13	18,3	1,20	0,42	59,7	22,0
70-100	0,40	0,25	63,0	0,10	26,0	0,15	37,0	0,70	0,15	37,0	26,0
100-130	0,34	0,22	65,9	0,08	22,6	0,15	43,2	0,52	0,12	34,1	22,6
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний середньопотужний малогумусовий важкосуглинковий, рілля											
0-15	2,11	0,86	40,9	0,56	26,5	0,30	14,4	1,84	1,25	59,1	26,5
15-25	1,94	0,91	46,9	0,62	31,7	0,29	15,2	2,09	1,03	53,1	31,7
25-35	1,91	0,90	47,1	0,61	31,7	0,30	15,4	2,05	1,01	52,9	31,7
35-45	1,91	0,94	49,0	0,63	33,1	0,30	15,9	2,08	0,97	51,0	33,1
45-55	1,80	0,98	54,3	0,66	36,4	0,32	17,9	2,03	0,82	45,7	36,4
55-65	1,58	0,84	53,2	0,57	36,1	0,27	17,1	2,11	0,74	46,8	36,1
65-90	1,17	0,62	53,3	0,41	35,2	0,21	18,1	1,94	0,55	46,7	35,2
90-110	0,88	0,53	60,0	0,27	30,7	0,26	29,3	1,05	0,35	40,0	30,7
110-130	0,54	0,35	64,4	0,10	18,7	0,25	45,8	0,41	0,19	35,6	18,7
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний середньопотужний малогумусовий важкосуглинковий, рілля											
0-10	2,24	1,09	48,8	0,70	31,1	0,40	17,7	1,76	1,15	51,3	31,1
10-20	2,08	1,16	56,0	0,80	38,5	0,36	17,4	2,21	0,92	44,0	38,5
20-30	2,12	1,15	54,3	0,77	36,5	0,38	17,9	2,04	0,97	45,7	36,5
30-40	2,07	1,01	48,7	0,68	32,7	0,33	16,0	2,04	1,06	51,3	32,7
40-56	1,51	0,80	52,9	0,53	35,4	0,27	17,6	2,02	0,71	47,1	35,4
56-64	1,33	0,76	57,0	0,49	36,8	0,27	20,2	1,83	0,57	43,0	36,8
64-74	1,01	0,50	49,9	0,18	18,2	0,32	31,7	0,58	0,51	50,1	18,2
74-110	0,58	0,29	49,7	0,09	13,4	0,20	36,2	0,44	0,29	50,3	15,2
110-130	0,36	0,31	86,7	0,06	17,2	0,25	69,4	0,25	0,05	13,3	17,2

Примітка: 1 – % до маси ґрунту, 2 – % до С орг. ґрунту

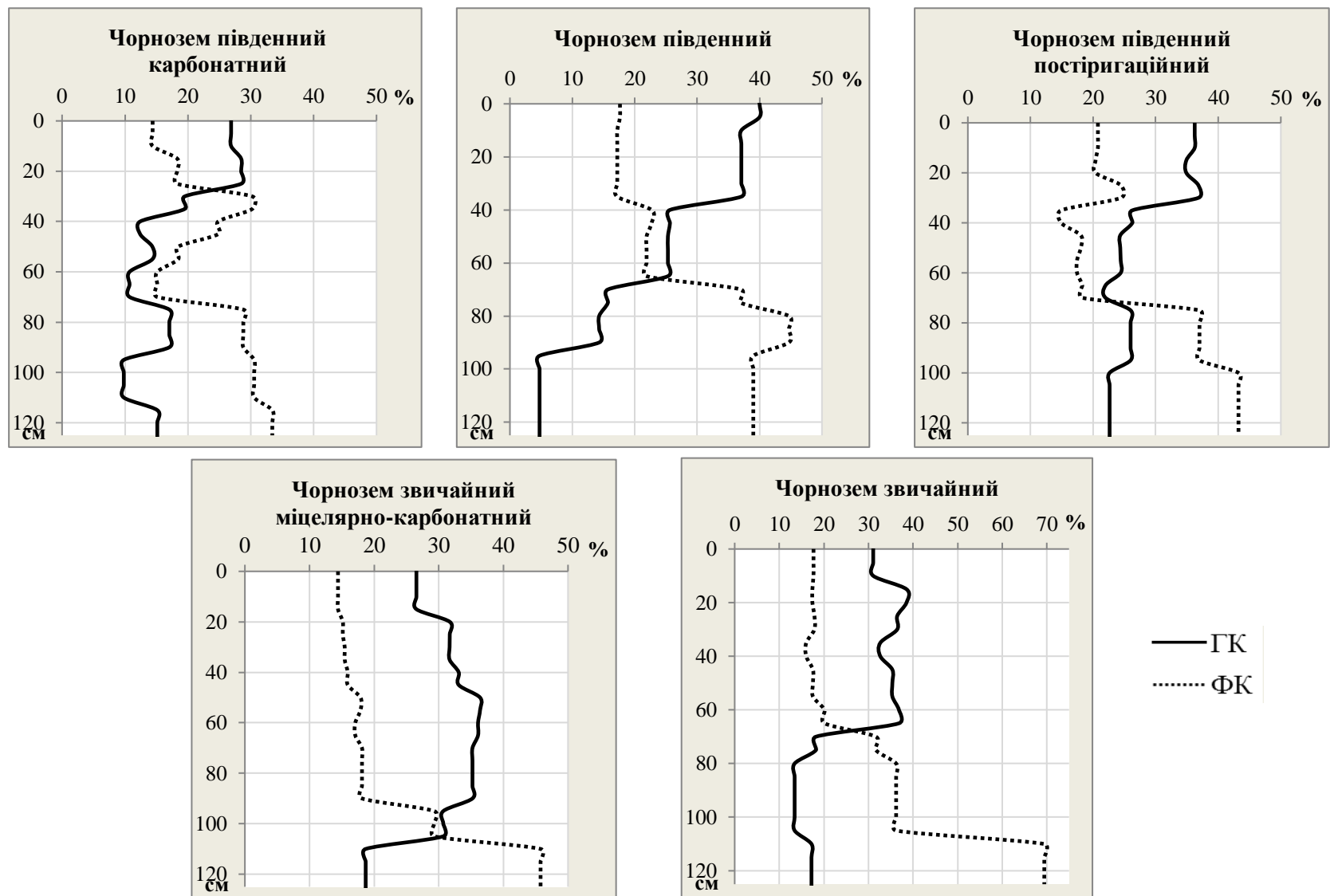


Рис. 4.4. Профільний розподіл гумінових та фульвокислот автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я

Відношення гумінових кислот до фульвокислот характеризує тип гумусу, відображаючи специфіку процесів гуміфікації в різних ґрунтах. Досліджувані чорноземи звичайні характеризуються фульватно-гуматним типом гумусу в орному шарі при співвідношенні  $C_{гк}:C_{фк}$  в межах 1,76-1,84. В підорному шарі спостерігається зростання відносного вмісту гумінових кислот і розширення  $C_{гк}:C_{фк}$  до 2,02-2,21, що свідчить про гуматний тип гумусу (рис. 4.5).

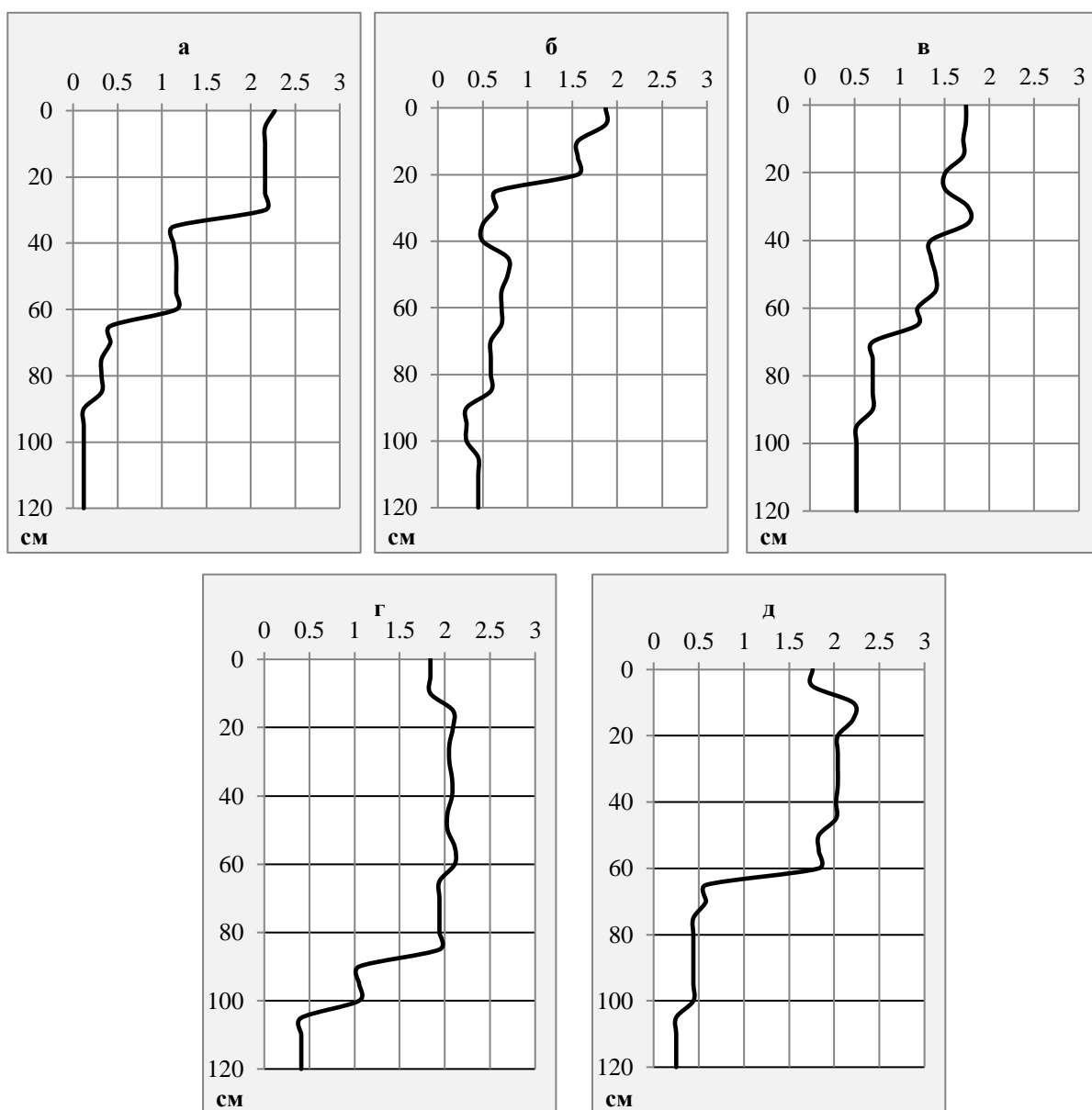


Рис. 4.5. Профільний розподіл  $C_{гк}:C_{фк}$  в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я: а – чорнозем південний карбонатний; б – чорнозем південний, рілля; в – чорнозем південний, виведений із зрошення; г – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; д – чорнозем звичайний

Для чорноземів південних характерне поступове зменшення відносного та абсолютного вмісту гумінових кислот вниз по профілю і, відповідно, звуження співвідношення  $C_{ГК}:C_{фк}$  із глибиною. Гумусово-акумулятивний горизонт чорноземів південних характеризується гуматним типом гумусу на ріллі ( $C_{ГК}:C_{фк} \sim 2,27$ ) та 40-річному перелозі ( $C_{ГК}:C_{фк} \sim 2,0-2,6$ ). Для досліджуваних чорноземів південних виведених із зрошення та чорноземів південних карбонатних нижньодунайських надзаплавної тераси тип гумусу фульватно-гуматний із співвідношенням  $C_{ГК}:C_{фк}$  в межах 1,75-1,87, яке поступово зменшується вниз по профілю.

Результати фракційного аналізу гумінових кислот показують, що для орних чорноземів південних та звичайних у відносних величинах найвищим є вміст гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм (ГК II), і найнижчим – вільних та міцнозв'язаних з півтораокислами (ГК I) (табл. 4.3, рис. 4.6).

Таблиця 4.3

Фракцій склад гумінових кислот автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я

Ключова ділянка, назва ґрунту	Глибина, см	ГК		
		всього	I	II
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний	0-24	<u>0,34</u> 27,68	<u>0,04</u> 3,37	<u>0,30</u> 24,31
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний, рілля	0-34	<u>0,62</u> 39,38	<u>0,05</u> 2,85	<u>0,57</u> 36,53
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний, переліг	0-20	<u>0,78</u> 33,92	<u>0,08</u> 3,34	<u>0,7</u> 30,58
К.д. «Глибоке», чорнозем південний постзрошуваний	0-20	<u>0,50</u> 34,26	<u>0,08</u> 5,30	<u>0,42</u> 28,96
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний	0-25	<u>0,59</u> 29,35	<u>0,15</u> 7,49	<u>0,44</u> 21,86
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний	0-20	<u>0,75</u> 34,81	<u>0,11</u> 4,80	<u>0,64</u> 30,01

Примітка: над ризикою – % до маси ґрунту, під ризикою – % до  $C_{орг}$  ґрунту

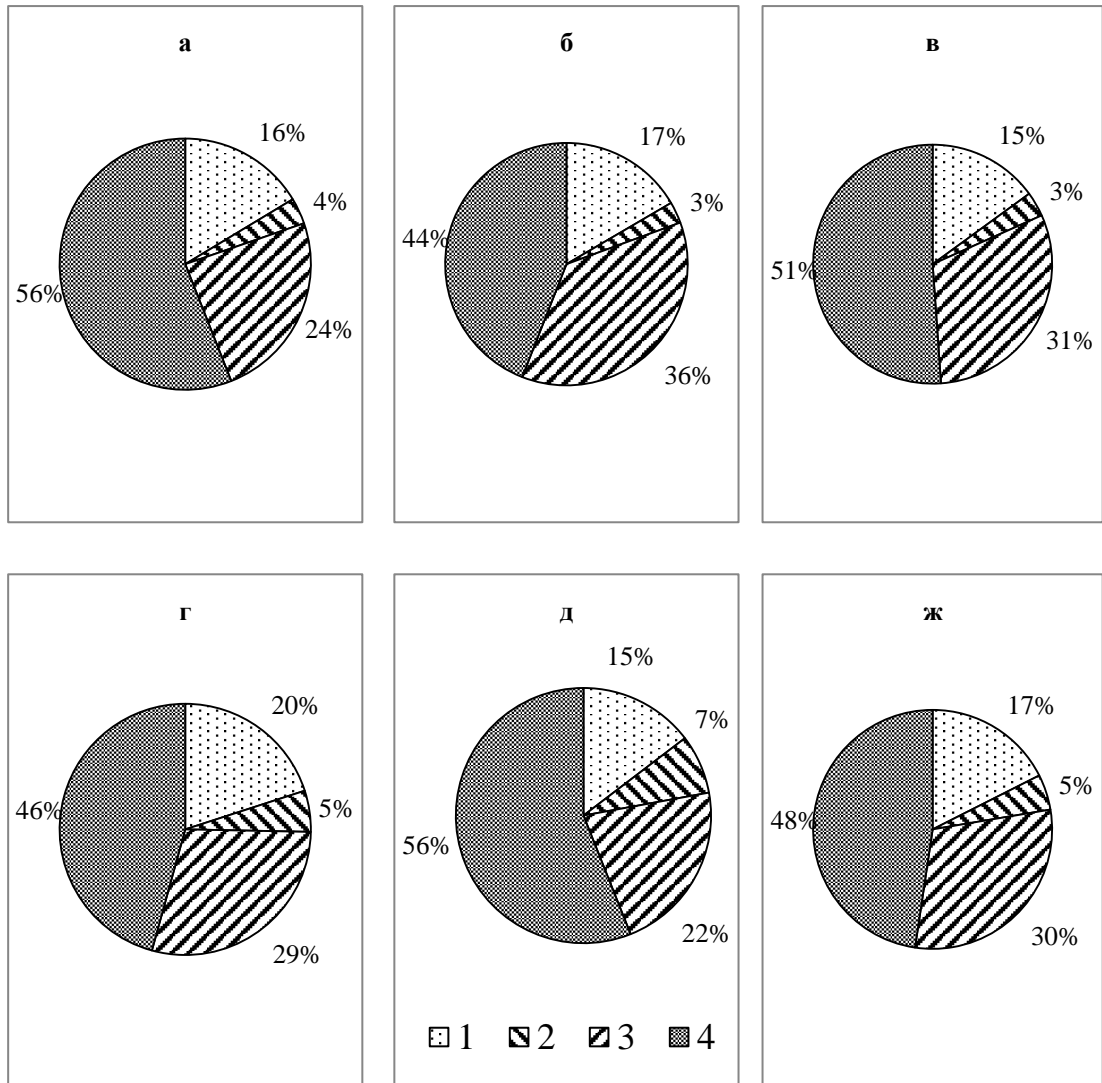


Рис. 4.6. Фракційно-груповий склад гумусу (шар 0-20 см), % від  $C_{орг}$  ґрунту: 1 – ФК, 2 – ГК I, 3 – ГКII, 4 – нерозчинний залишок; а – чорнозем південний карбонатний; б – чорнозем південний, рілля; в – чорнозем південний, переліг; г – чорнозем південний, виведений із зрошення; д – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; ж – чорнозем звичайний

Послідовне збільшення відносного вмісту гумінових кислот вільних та зв'язаних з півтораокислами і зменшення гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм, спостерігається у чорноземах південних постзрошуваних, чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас та чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних.

За показниками гумусного стану Д.С. Орлова та Л.О. Грішиної досліджувані ґрунти характеризуються високими та дуже високими значеннями

вмісту фракції гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм та низьким і дуже низьким вмістом фракції вільних гумінових кислот (табл. 4.4).

Таблиця 4.4

Показники гумусового стану автоморфних ґрунтів Північно-Західного  
Причорномор'я (шар 0-20 см)

Об'єкти досліджень	Вміст, %	Запаси гумусу, т/га	Ступінь гуміфікації, %	Тип гумусу $C_{гк}:C_{фк}$	Вміст ГК I, % до суми ГК	Вміст ГК II, % до суми ГК
Чорнозем південний карбонатний	2,16 низький	50,4 низькі	26,9 середня	1,87 фульватно-гуматний	11,76 дуже низький	88,24 дуже високий
Чорнозем південний, рілля	2,62 низький	68,3 низькі	40,0 висока	2,27 гуматний	8,13 дуже низький	91,87 дуже високий
Чорнозем південний, 40-річний переліг	4,16 середній	94,6 низькі	34,5 висока	2,60 гуматний	10,32 дуже низький	89,68 дуже високий
Чорнозем південний, постзрошуваний	2,43 низький	60,0 низькі	36,2 висока	1,74 фульватно-гуматний	16,16 дуже низький	83,84 дуже високий
Чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний	3,64 низький	85,6 низькі	26,5 середня	1,84 фульватно-гуматний	25,42 низький	74,58 високий
Чорнозем звичайний	3,86 низький	89,4 низькі	31,1 висока	1,76 фульватно-гуматний	14,67 дуже низький	85,33 дуже високий

Відносний вміст нерозчинного залишку в досліджуваних чорноземах звичайних та південних середній і коливається в межах 42-59 %. Слід відмітити низький його вміст у чорноземах південних, виведених із зрошення, з глибини 70 см, та у чорноземах звичайних – з 110 см.

Найбільш повно органічні рештки перетворюються на гумінові речовини в чорноземах звичайних, про що свідчить високий ступінь гуміфікації (31,0-

38,5 %) у гумусованій частині профілю. Ступінь гуміфікації чорноземів південних високий (36,2-40,0 %) у верхньому шарі ґрунту, із глибиною цей показник зменшується і має середнє значення (22,0-26,3 %). Виключення складають чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас, для яких характерний середній ступінь гуміфікації, а з глибини 24 см – слабкий (10,7-19,5 %).

Слід зазначити, що показники гумусного стану мають середні значення мінливості вмісту гумусу, співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  та ступеня гуміфікації. Збільшення варіації відмічається за показниками вмісту гумінових кислот та фульвокислот (рис. 4.5).

Таблиця 4.5

Статистична обробка мінливості показників гумусового стану ґрунтів

Морфометричні показники	n	x	s	$s_x$	$s_x, \%$	V, %
Вміст гумусу, %	13	3,02	0,59	0,16	5,45	19,65
$C_{гк}, \%$	6	0,54	0,12	0,05	8,99	22,02
$C_{фк}, \%$	6	0,29	0,07	0,03	9,96	24,39
$C_{гк}:C_{фк}$	6	1,9	0,19	0,08	4,16	10,19
Ступінь гуміфікації, %	6	32,14	5,27	11,32	35,21	16,38

*Примітка:* n – кількість зразків; x – середнє значення; s – квадратичне відхилення;  $s_x$  – абсолютна похибка;  $s_x, \%$  – відносна похибка; V, % – коефіцієнт варіації

За даними Б.С. Носко, повернення чорнозему до перелогового стану вже через 45-50 років відтворює режими гумусоутворення, характерні для цілинних чорноземів [90]. Порівняльні дослідження чорноземів південних 40-річного перелогу і орних ґрунтів показали, що інтенсивне сільськогосподарське використання супроводжується помітними змінами групового складу гумусу. Слід відмітити збільшення на 16 % відносного вмісту гумінових кислот та на 32 % фульвокислот і зменшення вмісту нерозчинного залишку на 19 %.

Аналізуючи зміни, що відбуваються в результаті окультурення чорноземів, виявлена тенденція до збільшення розчинності гумусових речовин за рахунок зменшення міцності їх зв'язків із мінеральною частиною ґрунту.

Тривале сільськогосподарське використання призводить до змін і у фракційному складі гумусу, що також відмічено у працях інших дослідників [14, 38]. В орних чорноземах південних абсолютні значення всіх фракцій гумінових кислот нижчі ніж у чорноземах південних на 40-річному перелозі, однак мінералізація різних фракцій гумусу відбувається не в однаковій мірі. Так, вміст фракції вільних гумінових кислот зменшується на 38 %, а вміст гумінових кислот зв'язаних із кальцієм – на 18 %. Тому цілком закономірним є факт відносного збільшення фракції гумінових кислот зв'язаних з кальцієм, що свідчить про більшу стійкість цієї фракції гумусу порівняно з іншими.

#### 4.2.2. Якісний склад колоїдних форм гумусу

У вченні про ґрунтовий гумус при дослідженні його якісної характеристики окрім запропонованого І.В. Тюріним визначення відношення головних складових гумусу до різних розчинників існує агрономічний підхід, заснований корифеями вітчизняної науки П.А. Костичевим, О.Н. Соколовським, О.М Грінченком, М.І. Лактіоновим, Г.Я. Чесняком та ін. Розроблені ними показники якості гумусу характеризують агрономічні властивості ґрунту, які визначають його родючість. Так, академік О.Н. Соколовський вважає, що основною характерною рисою гумусу є його колоїдно-хімічні властивості. Саме колоїдний гумус являє найбільший інтерес, через те, що з ним пов'язані і фізичні, і хімічні властивості ґрунтів. Він запропонував методику виділення активного гумусу із ґрунту, яка моделює природні процеси пептизації органічних колоїдів в ґрунтах солонцевого типу, встановив полідисперсний характер гумусу та розкрив його агрономічну цінність. Загальний гумус він розділив на дві форми: активну та пасивну [152]. Активна частина, зв'язана з увібраним кальцієм і є активним фактором утворення структури ґрунту. Пасивний гумус, який не пептизується, є фактором



водостійкості структури ґрунту. Активному гумусу О.Н. Соколовський надавав особливого значення, оскільки вважав його найбільш молодого і мобільною частиною колоїдного гумусу. Пасивний гумус він розглядав як продукт «старіння» і деградації активного гумусу. Він наголошував, що чим ширше співвідношення між цими формами гумусу, тим вище якість ґрунту.

Як зазначає В.В. Дегтярьов, досліджень з питань зміни колоїдних форм гумусу у процесі сільськогосподарського використання ґрунтів на сьогодні дуже мало, але відмічено, що трансформаційні процеси активної та пасивної форм колоїдного гумусу чорноземів різних регіонів відбуваються з неоднаковою інтенсивністю, що обумовлено факторами та умовами ґрунтоутворення [38, 71].

Визначення вмісту колоїдного гумусу в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я показало географічні особливості якісного стану ґрунтів залучених в сільськогосподарське використання. Чорноземи звичайні, чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні та чорноземи південні характеризуються вмістом активного гумусу в межах 0,74-0,78 % (рис. 4.7).

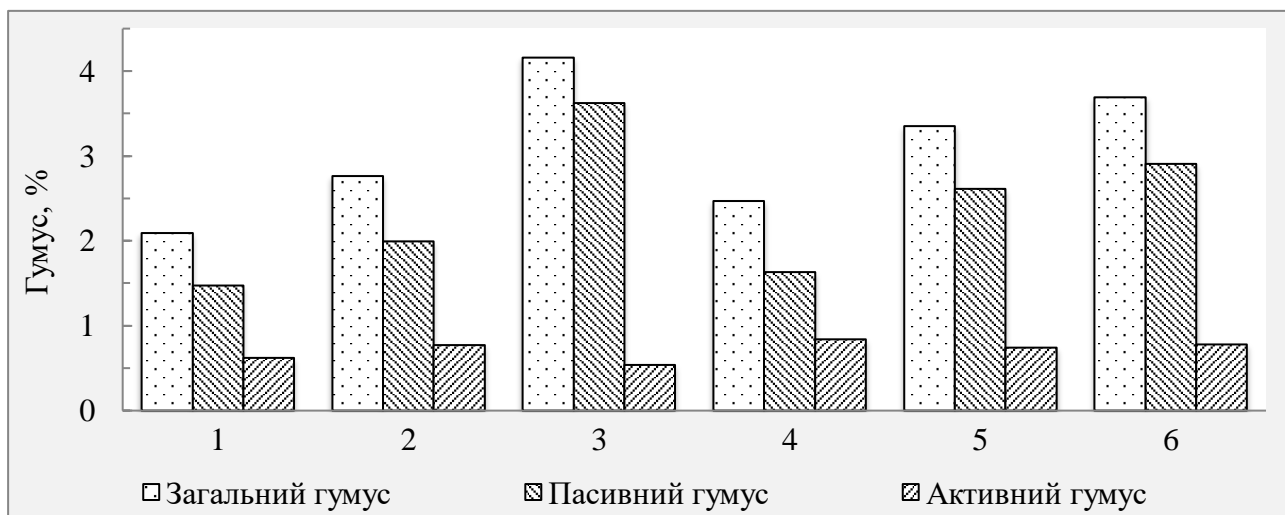


Рис. 4.7. Вміст активного та пасивного гумусу в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я (шар 0-20 см): 1 – чорнозем південний карбонатний; 2 – чорнозем південний, рілля; 3 – чорнозем південний, переліг; 4 – чорнозем південний постзрошуваний; 5 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; 6 – чорнозем звичайний

Більш молодішою формою колоїдного гумусу представлені чорноземи південні, які виведені із зрошення (вміст АГ~0,84 %). Вміст пасивного гумусу у досліджуваних чорноземах звичайних коливається в межах 2,61-2,91 %, і поступово зменшується в чорноземах південних до 1,47-1,99 %.

Орні чорноземи південні у порівнянні з 40-річним перелогом характеризуються зростанням активного гумусу від 0,54 до 0,77 % та зменшенням пасивного від 3,62 до 1,99 %, як це нерідко спостерігається і в інших ґрунтах [39, 88]. Таку закономірність М.І. Лактіонов пояснює біологічною трансформацією частки пасивного гумусу в активну, вказуючи при цьому, що «омолодження» гумусу є загальною закономірністю окультурення чорноземних ґрунтів.

Ступінь активності гумусу, який визначається співвідношенням активної до пасивної форми колоїдного гумусу, зростають в такій послідовності (рис. 4.8): чорнозем південний, переліг → чорнозем звичайний, рілля → чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний, рілля → чорнозем південний, рілля → чорнозем південний карбонатний, рілля → чорнозем південний, постзрошуваний.

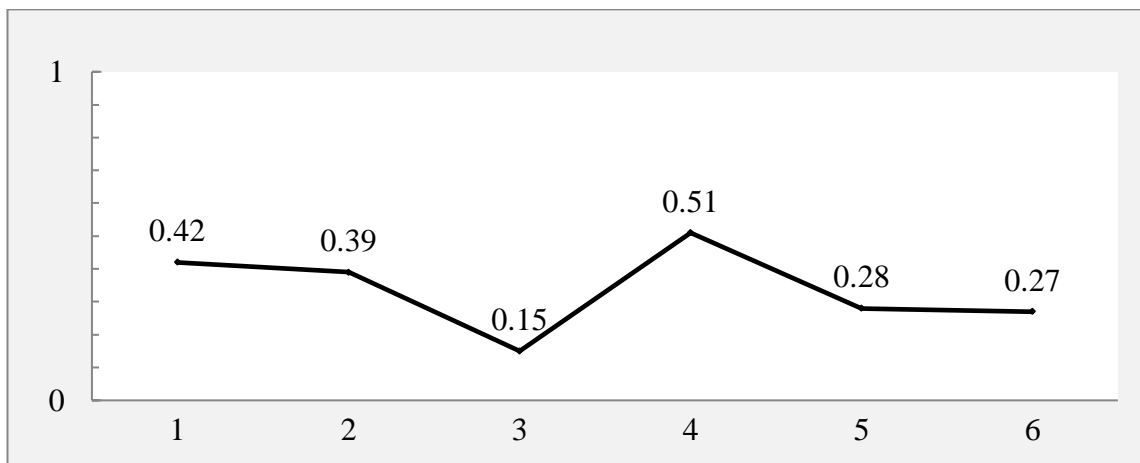


Рис. 4.8. Співвідношення вмісту активного та пасивного гумусу в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я (шар 0-20 см): 1 – чорнозем південний карбонатний; 2 – чорнозем південний, рілля; 3 – чорнозем південний, переліг; 4 – чорнозем південний постзрошуваний; 5 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; 6 – чорнозем звичайний

Показники екологічної оцінки, запропоновані С.В. Крохіним [66], дозволяють діагностувати за якісними та кількісними показниками гумусового режиму характер та інтенсивність антропогенного впливу на процеси гумусово-аккумулятивного ґрунтогенезу та рівень родючості чорноземів. Так, чорноземи перелогу характеризуються незадовільними показниками якості гумусу, тоді як для орних ґрунтів, навпаки, характерне зростання його якості в залежності від характеру антропогенного впливу (табл. 4.6).

Таблиця 4.6

Оцінка екологічного стану автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я за вмістом гумусу та його форм (шар 0-20 см)

Назва ґрунту	Вміст гумусу, %	Запаси гумусу, т/га	Вміст пасивної форми колоїдного гумусу, %	Вміст активної форми колоїдного гумусу, %	Ступінь активності гумусу $\frac{АГ}{ПГ} \cdot 100, \%$
Чорнозем південний карбонатний	2,09 задовільний	50,4 задовільний	1,47 незадовільний	0,62 незадовільний	42 добрий
Чорнозем південний, рілля	2,76 задовільний	68,3 задовільний	1,99 незадовільний	0,77 незадовільний	39 оптимальний
Чорнозем південний, 40-річний переліг	4,16 середній	94,6 задовільний	3,62 оптимальний	0,54 незадовільний	15 незадовільний
Чорнозем південний, постзрошуваний	2,47 задовільний	60,0 задовільний	1,63 незадовільний	0,84 незадовільний	51 відмінний
Чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний	3,35 задовільний	85,6 задовільний	2,61 задовільний	0,74 незадовільний	28 задовільний
Чорнозем звичайний	3,69 задовільний	89,4 задовільний	2,91 задовільний	0,78 незадовільний	27 задовільний

Також було прослідковано наявність кореляційного зв'язку між показниками гумусового стану та властивостей ґрунтів (табл. 4.7). Встановлено, що сума водостійких агрегатів та показник водостійкості має високу пряму кореляцію з вмістом загального та пасивного гумусу, середній прямий зв'язок з вмістом активного гумусу та середній зворотній зв'язок з якісним показником гумусового стану АГ:ПГ.

Таблиця 4.7

Кореляційний зв'язок між формами гумусу і показниками структурного стану ґрунтів ( $r \pm s_r$ ,  $n=6$ )

Показники	Сума агрономічно цінних агрегатів, %	Сума водостійких агрегатів, %	Коефіцієнт структурності	Показник водостійкості
Вміст гумусу, %	-0,22±0,49	0,77±0,32	-0,10±0,50	0,69±0,36
Вміст ПГ, %	-0,18±0,49	0,69±0,36	-0,09±0,50	0,61±0,40
Вміст АГ, %	-0,18±0,49	0,30±0,48	0,001±0,50	0,35±0,47
АП:ПГ	0,08±0,50	-0,49±0,44	0,01±0,50	-0,40±0,46

Проведені дослідження показують, що сільськогосподарське використання чорноземів південних сприяє «омолодженню» гумусу, тобто «переходу» пасивної його частини в активну форму.

Процеси активізації пасивного гумусу при сільськогосподарському використанні чорноземів різних регіонів відбуваються з різною зміною як абсолютного вмісту колоїдних форм гумусу, так і їх співвідношення. Так, у середньостеповій підзоні із чорноземами південними складаються більш сприятливі умови для утворення активної форми колоїдного гумусу і формування гумусу з більш високою колоїдно-хімічною активністю, що відображає регіональні особливості чорноземного ґрунтоутворного процесу. Також відмічена зворотна залежність між вмістом загального гумусу та відносним вмістом активної форми в його складі: чим менший вміст гумусу тим більша відносна кількість активної форми в його складі ( $r=-0,32$ ).

### 4.3. Оптична щільність гумінових кислот

Одним із сучасних та ефективних методів вивчення природи гумусових речовин є визначення їх оптичної щільності. Характер поглинання світла у видимій та ультрафіолетовій частині спектру зумовлений генетичними особливостями гумінових кислот, тобто співвідношенням в їх молекулах ароматичних та аліфатичних структур [105, 163]. Оптична щільність є показником ступеня конденсованості ароматичного ядра, відображає ґрунтово-кліматичні умови гумусоутворення і характеризує такі властивості гумінових кислот, як гідрофільність, рухомість, схильність до утворення комплексних сполук [59, 62, 63]. Відмічається зв'язок між молекулярною вагою і оптичною щільністю гумінових кислот. Встановлено зростання коефіцієнтів оптичної щільності гумінових кислот із зменшенням їх молекулярної маси, що свідчить про зростання ступеня ароматичності (бензоїдності) гумусових речовин із збільшенням оптичної щільності [15].

Відмінність гумусоутворення чорноземів від інших типів ґрунтів зумовлено перш за все складом, кількістю та структурою органічних залишків, джерел органічної речовини ґрунту. Їх хімічний склад сприяє швидкій та глибокій трансформації рослинних залишків. Періоди достатнього зволоження, коли відбувається новоутворення гумусових речовин, чергуються з посушливими періодами, що посилює подальшу конденсацію їх часток. Цьому сприяє ще нейтральна реакція, яка запобігає гідролізу гумусових речовин. Помірна діяльність мікроорганізмів використовує лише бокові ланцюги гумусових речовин. Таким чином, комплекс природніх умов в чорноземах сприяє утворенню часток гумінових кислот з переважанням у їх основному скелеті циклічних ядер та високого ступеню їх впорядкованості, з одночасним зменшенням бокових ланцюгів лінійно полімеризованого карбону. Сформовані в цих умовах частинки гумінових кислот є найбільш конденсованими та відповідно найменш дисперсними [59].

Значення досліджень гумусових речовин зростає сьогодні внаслідок значних втрат гумусу в ґрунтах та зміни його фракційно-групового складу в результаті інтенсивного сільськогосподарського використання. Встановлені закономірності зміни властивостей гумінових кислот в зонально-генетичному аспекті [63, 121] не відображають вплив локальних умов ґрунтоутворення на оптичні властивості гумінових кислот в ґрунтах одного типу та в межах ґрунтового профілю, що стало предметом наших досліджень.

За показниками гумусового стану ґрунтів [106] встановлено, що гумінові кислоти досліджуваних чорноземів мають високу та дуже високу оптичну щільність, яка обумовлена значно конденсованим ароматичним ядром та невеликим вмістом в їх молекулах бокових аліфатичних радикалів (рис. 5.9, додаток Г).

В чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас коефіцієнти оптичної щільності мають високі значення  $E_{465 \text{ нм}, 1 \text{ см}}^{0,001\% \text{ ГК}} = 0,177-0,195$ .

Дуже високі коефіцієнти оптичної щільності ( $E_{465 \text{ нм}, 1 \text{ см}}^{0,001\% \text{ ГК}} = 0,223-0,275$ ) гумінових кислот чорноземів звичайних та південних свідчать про більшу конденсованість ароматичного ядра їх молекул та вказує на більш сприятливі умови в цих ґрунтах для утворення складних форм гумінових кислот. Будова та властивості гумінових кислот закономірно змінюються в ґрунтовому профілі, що відмічається багатьма авторами [60, 81, 106, 119]. У досліджуваних ґрунтах менші значення коефіцієнтів оптичної щільності спостерігаються в орному шарі, що є наслідком накопичення свіжих органічних решток та присутністю відносно «молодих» в хімічному відношенні гумінових кислот. Наявність більш «зрілих» гумінових кислот спостерігається в нижній частині гумусово-акумулятивного горизонту, про що свідчить зростання коефіцієнтів оптичної щільності.

В нижній частині ґрунтового профілю відмічено низькі показники оптичної щільності гумінових кислот, що може бути наслідком міграції більш

рухомих гумінових кислот спрощеної будови із верхніх горизонтів. Це також відмічає Т.О. Плотнікова у свої дослідженнях чорноземів південних [120] і пояснюється, за думкою М.М. Конової, генетичною спорідненістю гумінових кислот з фульвокислотами та можливістю існування між ними перехідних форм [59].

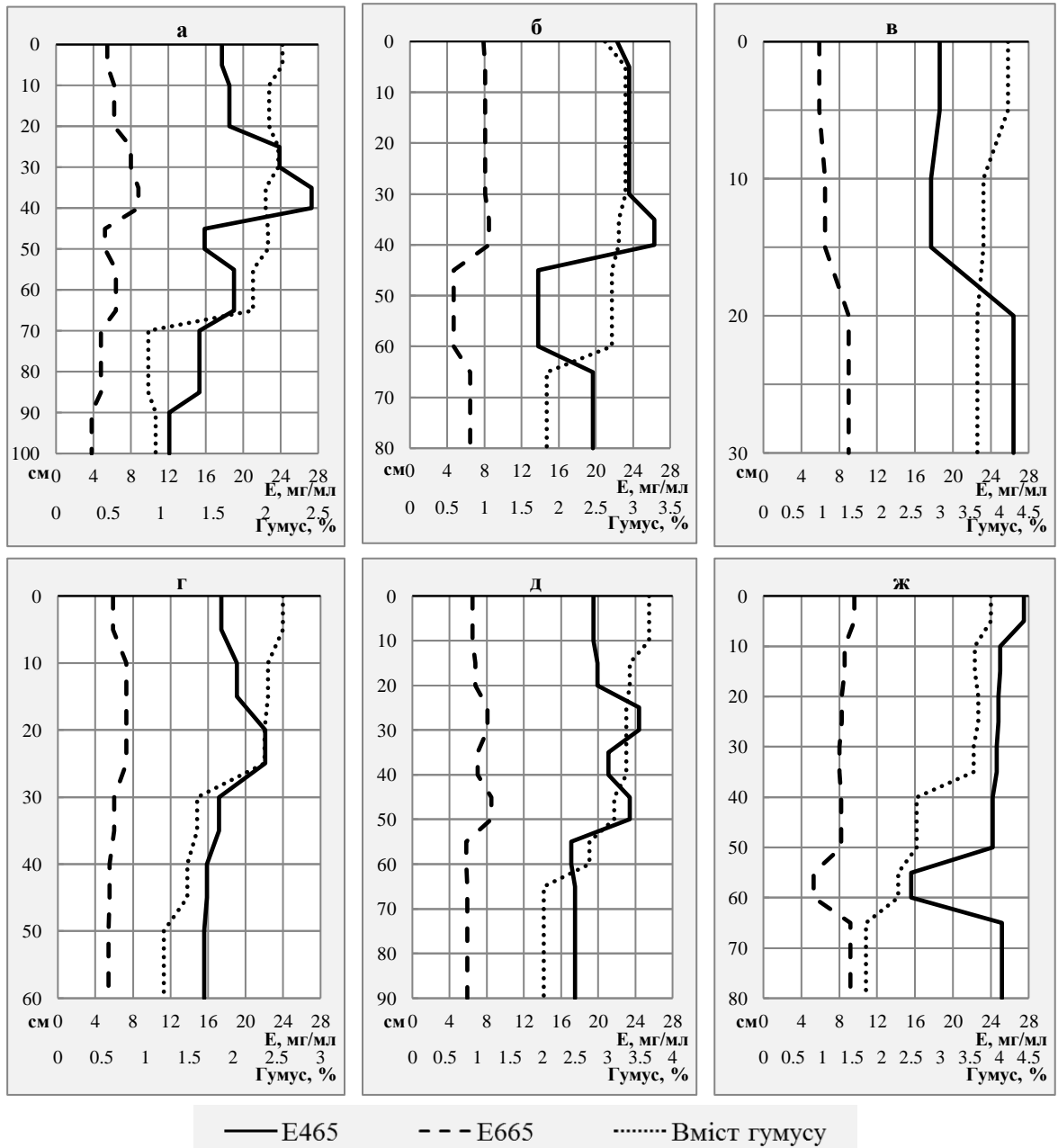


Рис. 4.9. Профільні криві коефіцієнтів оптичної щільності гумінових кислот: а – чорнозем південний карбонатний; б – чорнозем південний, рілля; в – чорнозем південний, переліг; г – чорнозем південний, виведений із зрошення; д – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; ж – чорнозем звичайний

Слід відмітити, що ґрунтовий профіль чорноземів звичайних характеризується поступовим зменшенням оптичної щільності із глибиною в гумусово-акумулятивному горизонті. Рівномірний розподіл цих показників в профілі обумовлений сприятливими умовами гумусоутворення для формування більш структурованих молекул гумінових кислот, зростання гідрофобних властивостей та зменшення їх рухомості у верхніх шарах.

Дуже високі коефіцієнти оптичної щільності ( $E_{465 \text{ нм}, 1 \text{ см}}^{0,001\% \text{ гк}} = 0,223-0,275$ ) гумінових кислот чорноземів звичайних та південних свідчать про більшу конденсованість ароматичного ядра їх молекул та вказує на більш сприятливі умови в цих ґрунтах для утворення складних форм гумінових кислот. Будова та властивості гумінових кислот закономірно змінюються в ґрунтовому профілі, що відмічається багатьма авторами [60, 81, 106, 119]. У досліджуваних ґрунтах менші значення коефіцієнтів оптичної щільності спостерігаються в орному шарі, що є наслідком накопичення свіжих органічних решток та присутністю відносно «молодих» в хімічному відношенні гумінових кислот. Наявність більш «зрілих» гумінових кислот спостерігається в нижній частині гумусово-акумулятивного горизонту, про що свідчить зростання коефіцієнтів оптичної щільності.

В нижній частині ґрунтового профілю відмічено низькі показники оптичної щільності гумінових кислот, що може бути наслідком міграції більш рухомих гумінових кислот спрощеної будови із верхніх горизонтів. Це також відмічає Т.О. Плотнікова у свої дослідженнях чорноземів південних [120] і пояснюється, за думкою М.М. Конової, генетичною спорідненістю гумінових кислот з фульвокислотами та можливістю існування між ними перехідних форм [59].

Слід відмітити, що ґрунтовий профіль чорноземів звичайних характеризується поступовим зменшенням оптичної щільності із глибиною в гумусово-акумулятивному горизонті. Рівномірний розподіл цих показників в профілі обумовлений сприятливими умовами гумусоутворення для формування



більш структурованих молекул гумінових кислот, зростання гідрофобних властивостей та зменшення їх рухомості у верхніх шарах.

Для порівняння оптичних властивостей гумінових кислот розраховували коефіцієнт забарвленості за співвідношенням коефіцієнтів оптичної щільності при довжинах хвиль 465 та 665 нм ( $E_4:E_6$ ). Це співвідношення не залежить від концентрації карбону і відображає ступінь участі конденсованого ароматичного ядра у побудові молекули гумінових кислот [59, 62]. Більша структурованість молекул спостерігається в орних горизонтах чорноземів звичайних, чорноземів південних та чорноземів південних постзрошуваних, де співвідношення  $E_4:E_6$  становить 2,8-2,9. Менша структурованість молекул гумінових кислот унаслідок зменшення участі конденсованого ароматичного ядра і, відповідно, збільшення аліфатичних бічних ланцюгів у побудові молекул гумінових кислот, відмічається у чорноземах звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас, де спостерігається зростання співвідношення  $E_4:E_6$  до 3,0-3,2. Тобто гумус цих ґрунтів представлений молодими, менш «зрілими» гуміновими кислотами.

Сільськогосподарське використання сприяє змінам у будові молекул гумінових кислот чорноземів південних, що є характерним і для інших ґрунтів. Коефіцієнти оптичної щільності чорноземів південних на ріллі у порівнянні із 40-річним перелогом вищі на 20 %, що свідчить про збільшення конденсованості ароматичного ядра, зменшення кількості бічних аліфатичних ланцюгів у молекулах гумінових кислот. Зниження співвідношення  $E_4:E_6$  з 3,2 до 2,8 може свідчити про зростання структурованості молекул гумінових кислот в результаті інтенсивного використання чорноземів південних. Збільшення оптичної щільності гумінових кислот, виділених з орних ґрунтів, можна пояснити різким підвищенням в них мікробіологічної діяльності завдяки кращим умовам аерації, промочування і температурного режиму, які інтенсифікують розклад насамперед менш стійких груп гумусових речовин. Крім того, до цього можуть призводити процеси, що відбуваються в результаті руйнування частини високомолекулярних органічних речовин, спочатку по

периферійних групах і поступовою перебудовою решти їх у напрямку посилення значення ароматичного ядра.

Отримані дані підтверджують припущення Є.А. Хлесткової, що величина оптичної щільності може виступати в якості діагностичного показника характеру використання ґрунтів [163]. Також на цьому наголошує О.О. Бацула, який у своїх дослідженнях встановив зростання бензоїдності гумусових речовин в межах ґрунтових типів від цілини до ріллі [15].

Якісно зрілий гумус володіє високою концентрацією ароматичного ядра, малою насиченістю агресивними групами периферійних частин, домінуванням гумінових кислот над фульвокислотами. На основі цього твердження Б.Н. Рябініним було запропоновано розраховувати показник якості та стабільності гумусової речовини за формулою [145]:

$$K_{ст} = \frac{E_{440}^{мг/мл}}{E_{4/6}} \cdot \frac{\Gamma_K}{\Phi_K}, \quad (5.1)$$

де  $K_{ст}$  – коефіцієнт якості та стабільності гумусу;

$E_{4/6}$  – відношення коефіцієнтів оптичної щільності лужних розчинів гумусової речовини, що виміряна при довжині хвиль 400 та 600 нм;

$E_{440}^{мг/мл}$  – коефіцієнт оптичної щільності при довжині хвилі 440 нм;

$\frac{\Gamma_K}{\Phi_K}$  – співвідношення гумусових та фульвокислот у рухомій фракції.

Розраховані вказаним шляхом коефіцієнти стабільності гумусу в ґрунті свідчать, що найбільш високими значеннями характеризуються чорноземи південні, чорноземи звичайні та міцелярно-карбонатні (17,07-21,23). Дещо менший цей показник відмічено у чорноземах південних постзрошуваних та чорноземах південних карбонатних нижньодунайських надзаплавних терас. Слід відмітити сильний кореляційний зв'язок ( $r=0,96$ ) коефіцієнтів стабільності гумусу із потужністю гумусованого горизонту, що також було відмічено для сірих лісових опідзолених ґрунтів у дослідженнях Б.Н. Рябініна (рис. 4.10).

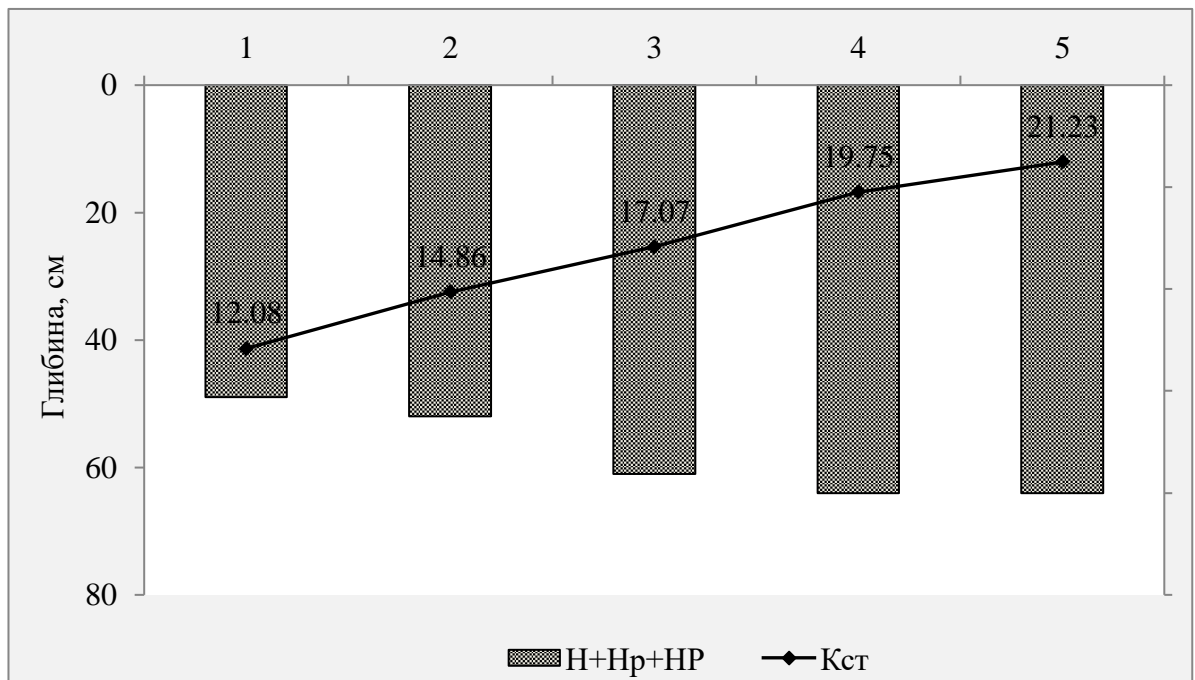


Рис. 4.10. Зв'язок коефіцієнтів стабільності гумусу із потужністю гумусованого профілю: 1 – чорнозем південний карбонатний; 2 – чорнозем південний, виведений із зрошення; 3 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; 4 – чорнозем південний; 5 – чорнозем звичайний

Отже, гумінові кислоти досліджуваних автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я характеризуються високими та дуже високими показниками оптичної щільності, що характерно для ґрунтів чорноземного типу ґрунтоутворення. Гумінові кислоти чорноземів звичайних та південних характеризуються вищою структурованістю молекул, ніж у чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземів південних карбонатних.

У профілі досліджуваних ґрунтів коефіцієнти оптичної щільності гумінових кислот поступово зростають від нижньої границі орного шару до верхньої границі перехідного горизонту, що свідчить про збільшення їх структурованості. Менш структуровані і, відповідно, більш гідрофільні молекули гумінових кислот концентруються в нижніх горизонтах.

Також слід зазначити, що розподіл коефіцієнтів оптичної щільності не корелює з розподілом гумусу по профілю.

В результаті сільськогосподарського використання чорноземів південних зростає структурованість молекул гумінових кислот, про що свідчить зростання коефіцієнтів оптичної щільності та зменшення коефіцієнтів забарвленості. Локальні особовості постзрошуваних ґрунтів за показниками оптичної щільності виражені у появі гумінових кислот спрощеної будови в межах гумусово-акумулятивного горизонту, тоді як для чорноземів звичайних та південних вони відмічені в нижній частині профілю.

#### **4.4. Просторові закономірності вмісту гумусу та його динаміка в часі**

Розорювання та подальше інтенсивне сільськогосподарське використання ґрунтів спричинює дегуміфікаційні процеси, інтенсивність яких пов'язана з природно-кліматичними умовами, генетичними особливостями чорноземів та культурою землеробства. У зв'язку з кризою у сільському господарстві у 90-х роках ХХ ст. фактично припинили удобрення гноєм, що зумовило інтенсифікацію таких процесів, як мінералізація гумусу, погіршення фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Поряд із порушенням системи удобрення, зміною системи землеробства, на деяких територіях припинили свою роботу зрошувальні системи, що має безпосередній вплив на формування локальних особливостей процесів гуміфікації.

Аналіз гумусового стану на основі даних агрохімічних досліджень 2000-2007 рр. ґрунтів степової зони в межах адміністративних районів Одеської області за останні десятиріччя засвідчує, що в усіх районах процеси дегуміфікації набули високих темпів (табл. 4.8).

Найвищі втрати гумусу відмічені у Ширяївському та Іванівському районах, де ґрунти за 10 років втратили біля 20 % гумусу. Високі темпи втрат притаманні також для Біляївського, Березівського, Комінтернівського, Роздільнянського, Ізмаїльського та Ренійського районів – від 12,3 до 18,5 %.

Динаміка вмісту гумусу в ґрунтах  
адміністративних районів Одеської області [1]

Адміністративний район	1991- 1994 рр.	2000- 2007 рр.	«+» «-» до попереднього туру	
			%	т/га
1	2	3	4	5
Центральний агрокліматичний район				
Біляївський	3,64	3,01	-17,3	-15,1
Березівський	4,38	3,57	-18,5	-19,4
Великомихайлівський	3,87	3,55	-8,3	-7,7
Іванівський	4,08	3,26	-20,1	-19,7
Комінтернівський	3,22	2,82	-12,4	-9,60
Миколаївський	4,57	4,00	-12,5	-13,7
Овідіопольський	3,10	2,82	-9,0	-6,7
Роздільнянський	4,02	3,37	-16,2	-15,6
Ширяївський	4,30	3,48	-19,1	-19,7
Південний агрокліматичний район				
Арцизький	3,17	3,20	+11,7	+8,9
Білгород-Дністровський	3,00	3,30	+8,3	+6,0
Болградський	2,84	2,56	-9,9	-6,7
Ізмаїльський	3,08	2,70	-12,3	-9,1
Кілійський	2,87	2,73	-4,9	-3,4
Ренійський	2,81	2,42	-13,9	-9,4
Саратський	3,37	3,12	-7,4	-6,0
Тарутинський	3,53	3,24	-8,2	-7,0
Татарбунарський	3,05	2,83	-7,2	-5,3
<i>В середньому</i>	<i>3,49</i>	<i>3,06</i>	<i>-12,5</i>	<i>-10,5</i>

Свідченням трансформаційних процесів органічної речовини чорноземів південних є порівняння сучасних даних вмісту гумусу та результатів обстеження цих ґрунтів у 1960 р. в межах к.д. «Молодіжне». У ґрунтовому розрізі, закладеному в 1960 р, вміст гумусу в шарі 0-20 см складав 3,54 % [169]. Протягом 50 років сільськогосподарського використання вміст гумусу зменшився на 26,5 % і становить на ріллі 2,62 % відповідно. Перелогова система землеробства сприяє процесам гумусонакопичення, про що свідчить

зростання вмісту гумусу до 4,16 % у чорноземах південних на 40-річному перелозі в межах ключової ділянки.

Слід відмітити, що більш інтенсивних втрат гумусу в межах досліджуваної території зазнають ґрунти північних територій ніж південних (рис. 4.11). Це також було відмічено у працях В. Ярмака [170].

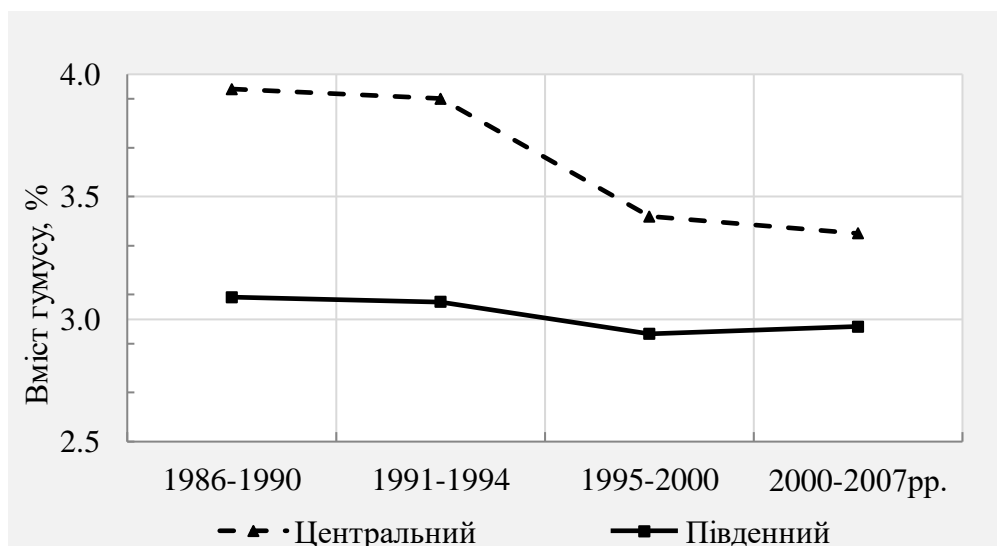


Рис. 4.11. Динаміка вмісту гумусу в ґрунтах по агрокліматичних районах в межах Одеської області [1]

Оскільки, вміст гумусу і його загальні запаси в профілі є підсумковим результатом всього ґрунтоутворного процесу, для відображення зональних особливостей якого М.І. Полупан запропонував використовувати показники КВАГ та КПНГ [126].

Коефіцієнт профільного нагромадження гумусу (КПНГ) представляє собою співвідношення між вмістом гумусу в профілі та кількістю фізичної глини в ньому, а коефіцієнт відносної акумуляції гумусу (КВАГ) – співвідношення між вмістом гумусу і фізичної глини в шарі 0-30 см віднесеної до 10 % останньої. Показник КПНГ характеризує тип ґрунтоутворення в зональному аспекті і виступає в якості діагностичного показника для визначення генетичного статусу ґрунтів. В свою чергу показник КВАГ віддзеркалює екологічний статус ґрунтів у межах типу ґрунтоутворення і

використовують як індикатор ресурсів вологи та тепла у вегетаційний період. В.А. Величко наголошує, що встановлення еколого-генетичного статусу ґрунтів є важливою передумовою якісної оцінки їх продуктивної здатності з метою здійснення раціонального землекористування [25].

За наведеними даними (табл. 4.9) значення КПНГ у чорноземах звичайних коливаються від 0,050 до 0,052, а у чорноземах південних – 0,043-0,052. Це відображає зональність гумусоутворення та гумусонакопичення в даному регіоні і свідчить про зменшення інтенсивності профільного гумусонагромадження з півночі на південь.

Показники КВАГ, в свою чергу, відображають збільшення посушливості клімату та, відповідно, зменшення акумуляції гумусу в південній частині степової зони. Від чорноземів звичайних до чорноземів південних величина КВАГ зменшується на 27 % (від 0,73 до 0,53 відповідно).

Визначені нами показники КПНГ та КВАГ як діагностичні критерії генетичного статусу ґрунту в межах смуги переходу від чорноземів звичайних до чорноземів південних не відповідають еталонним значенням [126]. Неспівпадання параметрів показників може свідчити про перехідні форми процесів гумусонакопичення між чорноземами звичайними та південними, які виражаються у послабленні параметрів гумусонакопичення в профілі досліджуваних чорноземів звичайних, та більш інтенсивній акумуляції гумусу в шарі 0-30 см для чорноземів південних. Відсутність відповідності між показниками КВАГ та КПНГ чорноземів південних та каштанових ґрунтів в межах смуги переходу від середнього до сухого Степу з їх параметрами визначеними М.І. Полупаном, відмічено Г.Б. Морозом [81].

Отже, дослідження динаміки вмісту гумусу в просторі та часі в межах досліджуваної території дозволяє встановити такі особливості гумусового стану:

1. На сучасному етапі ґрунти території досліджень характеризується меншим вмістом гумусу (в середньому на 0,43 %) порівняно з періодом 1991-

Таблиця 4.9

## Показники гумусового стану досліджуваних ґрунтів у системі діагностичних ознак

№ п/п	Назва ґрунту, ключова ділянка	Фізико-географічне районування	Вміст гумусу (0-20 см), %	Потужність Н+Нр горизонту, см	Глибина закипання, см	Вміст фізичної глини, %	Показники еколого-генетичного статусу ґрунтів	
							тип ґрунту КПНГ теор., назва/ КПНГ факт., назва	підтип ґрунту КВАГ теор., назва/ КВАГ факт., назва
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Чорнозем звичайний малогумусовий, к.д. «Роздільна»	Північносте пова підзона степової зони	3,86	64	63	52,0	0,045-0,055 – чорнозем південний/ 0,052 – чорнозем південний	0,68-0,79 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний/0,73 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний
2	Чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний малогумусовий, к.д.«Малоярославець»	«Те саме»	3,64	61	75	48,5	0,045-0,055 – чорнозем південний/ 0,050 – чорнозем південний	0,68-0,79 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний/0,73 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний
3	Чорнозем південний слабогумусований, к.д. «Молодіжне»	Середньосте пова підзона степової зони	2,9	64	64	42,3	0,045-0,055 – чорнозем південний/ 0,052 – чорнозем південний	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,64 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний
4	Чорнозем південний слабогумусований, к.д. «Глибоке»	«Те саме»	2,47	52	55	46,3	0,035-0,045 – темно-каштановий/0,043 – темно-каштановий	0,45-0,53 – темно-каштановий низькогумусоаккумулятивний/0,53 – темно-каштановий низькогумусоаккумулятивний



Продовження табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	Чорнозем південний карбонатний слабогумусований, к.д. «Ізмаїл»	«»	2,16	49	0	35,7	0,045-0,055 – чорнозем південний/ 0,045 – чорнозем південний	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,59 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний
6	Чорнозем звичайний малогу́мусовий, с. Отрадово	«Те саме»	4,06	66	30	58,3	не визначали	0,68-0,79 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний/0,70 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний
7	Чорнозем південний слабогумусований, с. Іллічівка	Середньостепова підзона степової зони	2,98	53	65	44,8	не визначали	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,58 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний
8	Чорнозем південний слабогумусований, с. Фонтанка	«Те саме»	2,7	51	51	44,0	не визначали	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,55 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний
9	Чорнозем південний слабогумусований, с. Красносілка	«»	2,7	53	53	37,4	не визначали	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,60 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний
10	Чорнозем південний малогу́мусовий, с. Таїрово	«»	3,37	46	69	46,7	не визначали	0,68-0,79 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний/0,71 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний
11	Чорнозем південний малогу́мусовий, с. Молодіжне	«»	3,17	60	60	43,6	не визначали	0,68-0,79 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний/0,74 – чорнозем звичайний помірно слабогумусоаккумулятивний

12	Чорнозем південний малогумусовий, с. Василівка	«»	3,2	48	48	54,1	не визначали	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,59 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний
13	Чорнозем південний слабогумусований, с. Фурманівка	«»	2,65	46	47	45,9	не визначали	0,55-0,65 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний/0,58 – чорнозем південний слабогумусоаккумулятивний

1994 рр., при чому у чорноземах звичайних спостерігаються більш інтенсивні втрати гумусу.

2. Показники КВАГ та КПНГ досліджуваних ґрунтів, окрім характеристики процесів гумусоутворення та гумусонагромадження, які закономірно змінюються з півночі на південь в межах досліджуваної території, свідчать про перехідний характер процесів гумусонакопичення в межах південної смуги чорноземів звичайних та північної смуги чорноземів південних.

#### **4.5. Енергія органічної речовини ґрунту**

Уявлення про ґрунтоутворення як про складний процес обміну речовин та енергії між літосферою, атмосферою та живою речовиною висунуто давно і на сьогодні є одним із основних положень генетичного ґрунтознавства. Із цієї ідеї висунута концепція В.Р. Вільямса про великий геологічний та малий біологічний колообіги, а також концепція про взаємодію компонентів біогеоценозів В.М. Сукачова, який наголошував на велике значення вивчення енергетичної сторони ґрунтоутворення в дослідженні процесів перетворення енергії в біогеоценозах [4]. Перші уявлення про кількість енергії, яка акумулюється в рослинному матеріалі, були отримані при дослідженні загальних закономірностей енергетики ґрунтоутворення В.Р. Волобуєва [27].

За даними В.А. Ковди, гумусова оболонка Землі – «гумосфера» містить  $\sim 1,27 \cdot 10^{19}$  ккал енергії, що складає біля 50 % запасів енергії суходолу, тобто саме гумус представляє собою потужний геохімічний акумулятор перетвореної сонячної енергії і є головним зберігачем сонячної енергії на земній поверхні [4]. Облік енергетичних запасів та потоку енергії в системі сонячна радіація – рослина – ґрунт є одним із важливіших етапів з'ясування закономірностей та механізмів гуміфікації та ґрунтоутворення [111].

Характер та інтенсивність основних біологічних процесів, що протікають у ґрунті, пов'язані з запасам та видозміною тієї променистої енергії Сонця, яка

акумулювалась у рослинній масі та в ґрунтовому гумусі і слугує незамінним джерелом енергії для життєдіяльності мікроорганізмів та різноманітних біологічних та мінеральних перетворень [4]. Біологічно доступна енергія органічних речовин забезпечує функціонування та стійкість цієї системи, а також впливає на характер та інтенсивність процесів ґрунтотворення та гумусонакопичення [5, 27, 111].

Сільськогосподарське використання ґрунту, де основним видом обробки є переважно оранка, а також вилучення з біологічного кругообігу значної частини синтезованої рослинами органічної маси, призвели до порушення динамічної рівноваги. Господарська діяльність зумовила передусім зниження внутрішньої біологічно доступної енергії, акумульованої в органічній речовині [85]. Антропогенне навантаження в кінцевому підсумку можна характеризувати кількістю привнесеної в екосистему сумарної енергії, яка, слід зазначити, не тотожна витратам антропогенної енергії на виробництво рослинної продукції. В цілому більшість існуючих технологій вирощування сільськогосподарських культур в Україні є надто енерговитратними та потребують пошуку шляхів підвищення продуктивності агроценозів. Важливим при цьому є проведення відповідних балансових розрахунків кількості біологічно-доступної енергії в ґрунті.

В результаті незбалансованого удобрення ґрунти на території досліджень в останні десятиліття мають дефіцитний баланс гумусу при його середніх втратах 0,5 т/га [1], або  $2,75 \cdot 10^6$  ккал/га. В умовах інтенсивної дегуміфікації питання біоенергетики та енергетики ґрунтотворення набувають все більшої актуальності, що пов'язано як із загальними екологічними проблемами, так і з конкретними завданнями збереження та відновлення родючості ґрунтів [4, 114]. Деякі автори наголошують на можливість використання показників енергетичного потенціалу органічної речовини в якості критерію бонітування ґрунту [58, 85].

Використовувати енергетичні критерії для характеристики гумусового стану ґрунтів запропонував І.В. Тюрін. Він встановив числове значення

виділеної енергії при окисненні органічної речовини хромовою сумішшю, що дозволило розрахунковим методом визначати кількість акумульованої енергії в гумусі [4, 5, 111]:

$$Q = \frac{(a-b) \cdot 2.675 \cdot H \cdot 10}{p}, \quad (5.2)$$

де  $Q$  – запаси енергії в гумусі,  $10^6$  ккал/г;

$(a - b)$  – кількість 0,1 н. розчину хромової суміші, що витрачено на окиснення гумусу, мл;

$H$  – потужність ґрунтового шару, м;

$p$  – наважка ґрунту, г;

10 – коефіцієнт для переводу в млн. кал/га;

2,675 – кількість кал/г, що відповідає  $1 \text{ см}^3$  0,1 н. розчину хромової суміші.

Д.С. Орлов та Л.О. Грішина значно спростили рівняння (5.2) та розширили можливість його використання. У кінцевому варіанті рівняння набуло вигляду:

$$Q = 517.2 \cdot \Gamma \cdot H \cdot d, \quad (5.3)$$

де  $Q$  – запаси енергії в гумусі,  $10^6$  ккал/г;

$\Gamma$  – вміст гумусу, %;

$H$  – потужність ґрунтового шару, м;

$d$  – щільність будови ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

За даними С.А. Алієва, запаси енергії в гумусі змінюється на певних територіях і залежить від його фракційно-групового складу [77, 115, 117, 123]. Встановлено, що теплота згорання гумінових кислот становить 19,96 кДж/г, фульвокислот – 9,16 кДж/г, гуміну – 17,86 кДж/г [115, 117]. Враховуючи ці дані, О.Л. Орловим було модернізовано та вдосконалено формулу для

розрахунку запасів енергії гумусу (5.3), яка враховує теплоємність головних складових його компонентів і дає змогу із значною точністю визначити енергетичні параметри ґрунтового гумусу. Модернізована формула має такий вигляд [114]:

$$Q = (19,96 \cdot \Gamma_{\text{гк}} + 9,16 \cdot \Gamma_{\text{фк}} + 17,86 \cdot \Gamma_{\text{гм}}) \cdot H \cdot d \cdot 10 \quad (5.4)$$

де  $Q$  – запаси енергії, акумульованої гумусом ґрунту,  $10^6$  кДж/га;

$\Gamma_{\text{гк}}$  – вміст гумінових кислот, г;

$\Gamma_{\text{фк}}$  – вміст фульвокислот, г;

$\Gamma_{\text{гм}}$  – вміст гуміну, г;

$H$  – шар ґрунту, м;

$d$  – щільність будови ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

19,96 – теплота згорання гумінових кислот, кДж/г;

9,16 – теплота згорання фульвокислот, кДж/г;

17,86 – теплота згорання гуміну, кДж/г;

10 – коефіцієнт переведення в  $10^6$  кДж/га.

Вміст енергії в гумусі чорноземів південних досліджуваної території коливається від 430-500 Дж/г. Виключення складають чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас, де вміст енергії в гумусі не перевищує 370 Дж/г внаслідок меншої кількості енергії складових частин гумусу цих ґрунтів. Фракційно-груповий склад чорноземів звичайних із більшим вмістом високотеплоємних гумінових кислот обумовлює значно вищі показники вмісту енергії (625-656 Дж/г). Для всіх досліджуваних ґрунтів характерне зменшення вмісту енергії органічних речовин із глибиною, що зумовлено акумулятивним розподілом гумусу в ґрунтовому профілі (табл. 4.10).

Теплотворна здатність гумусу досліджуваних ґрунтів має високі значення (17,0-17,2 кДж/г) в орному горизонті чорноземів південних та в усій гумусованій частині профілю чорноземів звичайних. Деяко менше значення

цього показника гумусу в орному шарі чорнозему південного виведеного із зрошення (16,5-16,8 кДж/г), що пов'язано з відносно невеликим вмістом в у складі його органічної речовини гумінів.

Таблиця 4.10

Еколого-енергетична характеристика гумусу

Глибина, см	Теплотворна здатність гумусу, кДж/г	Вміст енергії в гумусі, Дж/г	Групи гумусових речовин, Дж/г		
			$\sum C_{гк}$	$\sum C_{фк}$	$C_{залишку}$
1	2	3	4	5	6
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний					
0-11	17,2	370,9	116,0	28,5	226,5
11-24	16,9	342,4	115,5	34,0	192,9
24-37	15,6	331,2	82,5	58,6	190,1
37-45	16,0	319,3	49,5	45,4	224,3
45-56	16,6	334,7	58,1	34,2	242,4
56-72	16,8	315,0	40,2	26,0	248,8
72-90	15,7	138,3	30,0	23,2	85,0
90-112	15,4	146,2	18,6	26,5	101,1
112-130	15,3	109,8	21,7	22,0	66,1
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (рілля)					
0-4	17,2	449,8	209,2	42,2	198,4
4-34	17,1	497,1	214,7	45,7	236,7
34-47	16,4	461,5	143,6	58,4	259,5
47-64	16,5	448,4	137,4	54,6	256,5
64-74	15,0	275,5	57,7	62,4	155,4
74-91	14,3	147,0	29,4	42,2	75,4
91-130	14,6	121,1	8,0	29,7	83,5
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (переліг)					
0-10	17,4	723,2	285,8	50,6	386,9
10-20	17,1	638,1	247,9	57,1	333,1
20-30	17,0	617,9	179,0	52,5	386,4
К.д. «Глибоке», чорнозем південний (постзрошуваний)					
0-10	16,8	408,5	175,6	46,3	186,6
10-20	16,8	432,2	179,0	48,0	205,2
20-30	16,5	396,0	176,3	53,9	165,9
30-40	17,1	403,9	123,9	32,2	247,8

1	2	3	4	5	6
40-50	16,8	266,9	77,1	26,2	163,6
50-60	16,8	249,2	72,1	23,6	153,6
60-70	16,7	202,4	53,1	20,3	129,0
70-100	15,2	104,8	35,8	23,4	45,6
100-130	14,6	85,9	26,6	23,3	35,9
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний					
0-15	17,2	624,8	192,5	48,0	384,2
15-25	17,2	574,6	211,3	46,5	316,8
25-35	17,2	565,4	208,2	46,4	310,8
35-45	17,2	565,0	217,4	47,9	299,7
45-55	17,1	529,1	225,2	50,8	253,0
55-65	17,1	465,9	196,0	42,6	227,4
65-90	17,0	343,9	141,9	33,5	168,5
90-110	16,0	242,5	93,1	40,8	108,6
110-130	14,3	132,9	34,7	39,0	59,1
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний					
0-10	17,0	655,9	239,6	62,6	353,7
10-20	17,1	615,2	275,9	57,2	282,1
20-30	17,1	623,7	265,9	59,8	297,9
30-40	17,2	612,4	233,0	52,3	327,1
40-56	17,1	444,3	183,7	41,9	218,7
56-64	16,9	386,4	168,2	42,4	175,9
64-74	15,5	269,4	63,2	50,5	155,7
74-110	15,0	149,7	26,7	33,2	89,8
110-130	12,2	75,4	21,3	39,4	14,7

Запаси енергії в досліджуваних ґрунтах характеризуються середніми значеннями, тобто коливаються в межах  $1,0-2,0 \cdot 10^9$  кДж/га. Для чорноземів південних територій досліджень цей показник становить  $1,2 \cdot 10^9$  кДж/га на ріллі та  $1,6 \cdot 10^9$  кДж/га на перелозі (рис. 4.12).

Чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас характеризуються низькими запасами енергії в ґрунті ( $<1,0 \cdot 10^9$  кДж/га) через найменший вміст гумінових кислот. Запаси енергії в чорноземах звичайних



становить біля  $1,5 \cdot 10^9$  кДж/га, що зумовлено більшим вмістом гумусу, представленим високоенергоємними гуміновими кислотами та гуміном.

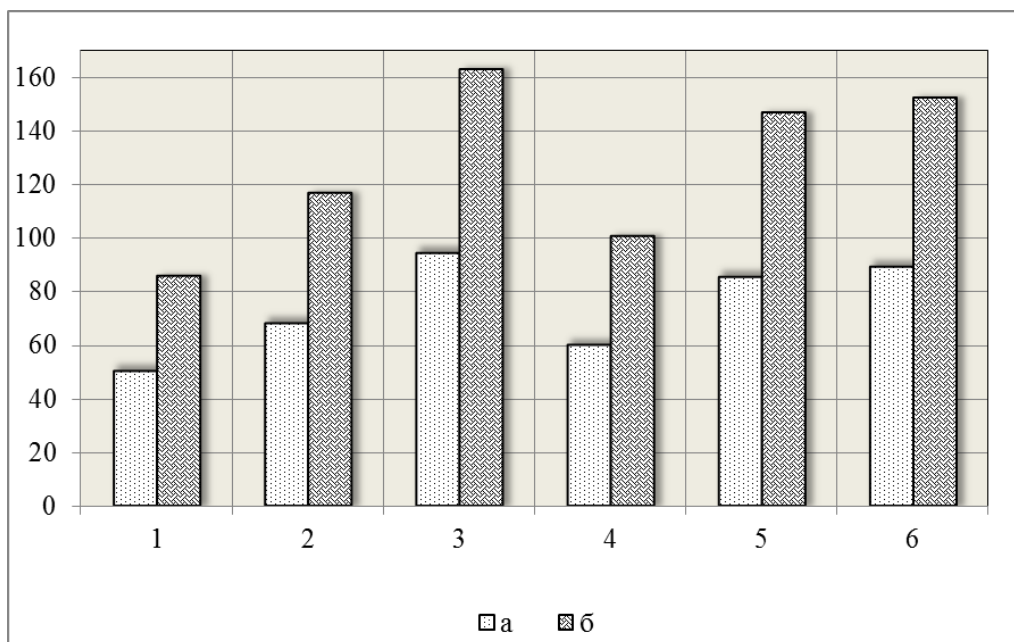


Рис. 4.12. Запаси гумусу та внутрішньої енергії автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я (шар 0-20 см): а – запаси гумусу, т/га; б – запаси внутрішньої енергії,  $10^7$  кДж/га; 1 – чорнозем південний карбонатний; 2 – чорнозем південний, рілля; 3 – чорнозем південний, переліг; 4 – чорнозем південний, постзрошуваний; 5 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний; 6 – чорнозем звичайний

Порівняння показників енергоємності органічної речовини чорноземів південних 40-річного перелугу та ріллі свідчать про втрати акумульованої енергії на 38 %, що обумовлено зниженням надходження та розкладанням значної кількості органічних решток. Сільськогосподарське використання чорноземів південних призводить також до зменшення на  $\sim 260$  Дж/г теплотворної здатності гумусу внаслідок послаблення ефективності трансформації енергії.

Отже, енергоємність гумусу змінюється не тільки внаслідок процесів дегуміфікації орних ґрунтів, а й в результаті трансформації якісного складу гумусу досліджуваних ґрунтів залучених у сільськогосподарське виробництво.

Теплотворна здатність гумусу ґрунтів території досліджень має відносно високі значення (17,0-17,2 кДж/г), які не суттєво зменшуються при розорюванні ґрунтів (рілля порівняно з перелогом) і виразно менші на постзрошуваних ґрунтах.

За запасами енергії в гумусі ґрунти, що мають певні відмінності якісного складу гумусу знаходяться в ряду (від меншого до більшого): чорноземи південні карбонатні, рілля → чорноземи південні, постзрошувані → чорнозем південні, рілля → чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні, рілля → чорноземи звичайні, рілля → чорноземи південні, переліг.

#### **Висновки до розділу 4**

1. Результати вивчення особливостей гумусового стану автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я підтверджують загальновідомий факт, що вміст гумусу є функцією екологічного місця його формування, а клімат є провідним фактором диференціації ґрунтового покриву. Встановлено, що тренд нагромадження гумусу поступово знижується в ряду чорноземи звичайні – чорноземи звичайні міцелярно-карбонатні – чорноземи південні – чорноземи південні постзрошувані – чорноземи південні карбонатні. Аналогічно змінюються параметри якісного складу гумусу: зростає відношення  $C_{гк}:C_{фк}$ , ступінь гуміфікації, конденсованість молекул гумінових кислот, стабільність гумусу. Фаціальні аспекти гумусового стану відображаються у збільшенні потужності гумусованої частини профілю чорноземів міцелярно-карбонатних задністрівського ареалу їх розповсюдження.

2. Нерівномірність досліджуваної території за літологічним складом зумовлює локальні особливості формування гумусового стану ґрунтів: чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас середньосуглинистого гранулометричного складу характеризуються нижчими показниками вмісту та запасів гумусу, структурністю молекул гумінових кислот, ступенем гуміфікації.

3. Показники фракційно-групового складу гумусу досліджуваних ґрунтів відображають його генетичні особливості, тоді як агрономічна цінність його компонентів розкривається через вивчення форм гумусу. Досліджувані чорноземи характеризуються переважанням пасивної форми гумусу над активною, що забезпечує кращий структурно-агрегатний стан та формування агрономічно цінної структури.

4. Дані агрохімічного моніторингу свідчать, що в період 1990-2000 рр. в ґрунтах території досліджень відбулося зниження вмісту гумусу, що обумовлено порушенням динамічної рівноваги між надходженням органічних речовин та деструкцією гумусу в результаті сільськогосподарського використання. У теперішній час практично сформувався новий квазірівноважний гумусовий стан ґрунтів відповідно до сучасних агроекологічних умов.

5. Інтенсивне сільськогосподарське використання ґрунтів позначається на якісних властивостях гумусу: збільшується розчинність гумінових речовин, зростає активність колоїдного гумусу та конденсованість молекул гумінових кислот, що сприяє «омолодженню» гумусу.

6. Встановлені енергетичні потенціали досліджуваних ґрунтів знаходяться в прямій залежності від параметрів якісного складу гумусу, зміна яких відбувається не тільки в залежності від генетичних особливостей ґрунтів, а й розвитку процесів дегуміфікації. Запобігання дегуміфікації ґрунтів – першочергове завдання в збереженні енергетичного потенціалу педосфери.

## ВИСНОВКИ

1. Досліджувані ґрунти Північно-Західного Причорномор'я, які представлені чорноземами звичайними, чорноземами звичайними міцелярно-карбонатними, чорноземами південними та чорноземами південними карбонатними характеризуються типовою для них потужністю гумусованої частини профілю (Н+Нр+НР+Ph) – 67-75 см та гумусово-аккумулятивного горизонту – 34-44 см. Встановлені параметри потужності гумусованого шару (Н+Нр+НР, 49-64 см), вмісту гумусу та його запасів в шарі 0-20 см (2,16-3,86 % та 50-87 т/га), показників КВАГ та КПНГ (0,53-0,73 та 0,043-0,052) мають вищі значення у чорноземах звичайних, ніж у чорноземах південних, що відображає загальновідомі зональні закономірності процесів гумусоутворення та гумусонакопичення. Для чорноземів південних порівняно із чорноземами звичайними більш типовим є нижчий вміст фракції мулу та вищий вміст фракції грубого пилу. Досліджуваним ґрунтам притаманна грудкувато-зерниста структура, добрий структурний стан (вміст агрономічно-цінних агрегатів 66-77 %) та водостійкість (вміст водостійких агрегатів 51-63 %). Співставлення чорноземів південних ріллі і перелогових земель (40 років) свідчить про зменшення на 22 % водостійкості орних ґрунтів.

2. Чорноземи звичайні та чорноземи південні характеризуються середніми значеннями буферної здатності до кислотних (ступінь буферної здатності (СБЗ) 51-60 %) та лужних навантажень (СБЗ=38-51 %), що характеризує ці агроєкосистеми як стійкі до фізико-хімічної деградації (коефіцієнт рівноваги (Кр) 1,0-1,2). Встановлено зростання СБЗ в лужному інтервалі у чорноземах звичайних та чорноземах південних помірно теплої східноєвропейської фації та, відповідно, вирівнювання їх кислотно-основної рівноваги. Висока карбонатність чорноземів південних нижньодунайських надзаплавних терас обумовлює найбільшу буферну ємність та буферну здатність в кислотному інтервалі (СБЗ=80-87 %) і зменшує їх стійкість до

кислотно-основної деградації ( $K_p=2,3$ ). Зменшення на 19 % ступеня буферної здатності в кислотному інтервалі та підвищення на 14 % в лужному діапазоні відбувається при сільськогосподарському використанні чорноземів південних. Досліджувані ґрунти характеризуються слабким ступенем стійкості до екологічно небезпечних процесів содоутворення. Значення показника содостійкості зростає від чорноземів південних (24 -30 мг-екв/100 г ґрунту) до чорноземів звичайних (28-37 мг-екв/100 г ґрунту).

3. Досліджувані ґрунти, що зазнали процесів дегуміфікації зберігають параметри гумусу чорноземного типу ґрунтоутворення: гумінові кислоти (26-40 %) переважають над фульвокислотами (14-20 %), гумус відноситься до гуматного ( $C_{гк}:C_{фк}$  2,02-2,27) та фульватно-гуматного ( $C_{гк}:C_{фк}$  1,75-1,87) типів, середній вміст нерозчинного залишку складає 42-59 %, високий ступінь гуміфікації органічної речовини (36-40 %) та вміст фракції гумінових кислот, зв'язаних з кальцієм (21-36 %). В чорноземах південних на ріллі відмічається зниження вмісту гумусу, зростання вмісту гумінових на 16 % (за винятком фракції зв'язаної з кальцієм) та фульвокислот на 32 %, зменшення частки нерозчинного залишку на 19 % у порівнянні із 40-річним перелогом.

В складі гумусу переважають пасивні його форми ( $C_{аг}:C_{пг}$  0,27-0,51). У чорноземах південних, порівняно з чорноземами звичайними, гумус визначається вищою колоїдно-хімічною активністю. В результаті сільськогосподарського використання чорноземів зростає частка активних форм гумусу.

4. Конденсованість ароматичного ядра молекул гумінових кислот зростає від чорноземів південних карбонатних до чорноземів звичайних ( $E_{465}^{0,001\% гк}_{нм,1см} = 0,177-0,275$ ). Формування більш складних форм гумінових кислот відбувається в чорноземах звичайних та чорноземах південних на відміну від чорноземів звичайних міцелярно-карбонатних та чорноземів південних карбонатних, в яких структурованість молекул менша. Сільськогосподарське використання сприяє зростанню конденсованості ароматичного ядра гумінових

кислот чорноземів південних (коефіцієнти оптичної щільності зростають на 20 %, а коефіцієнти забарвленості знижуються від 3,2 до 2,8).

5. В диференціації ґрунтового покриву території досліджень визначальну роль відіграли місцеві умови ґрунтоутворення. Відносно легші за гранулометричним складом (вміст фізичної глини складає 35 %) чорноземи південні карбонатні нижньодунайських надзаплавних терас характеризуються не тільки найменшим вмістом (2,0-2,2 %) та запасами гумусу, а й нижчим вмістом гумінових кислот, вужчим співвідношенням  $C_{гк}:C_{фк}$  (1,56-1,87), нижчим ступенем гуміфікації (біля 27 %), підвищенням частки бокових аліфатичних ланцюгів у будові молекул гумінових кислот, зростанням їх гідрофільних властивостей та рухомості ( $E_4:E_6=3,0-3,2$ ).

6. Енергетичний потенціал ґрунтів зберігає зональний характер, незважаючи на вплив місцевих умов та процесів дегуміфікації на трансформацію якісного стану гумусу. Переважання у складі гумусу чорноземів звичайних високоенергоємних гумінових кислот обумовлює більшу енергоємність на відміну від чорноземів південних (624-655 та 370-450 Дж/г відповідно). Теплотворна здатність досліджуваних чорноземів (17,0-17,2 кДж/г) інтенсивно послаблюється в результаті зниження вмісту гумінів при зрошенні (на 0,4-0,5 кДж/г) та при дегуміфікації орних чорноземів південних (на 0,26 кДж/г).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агрохімічна характеристика та родючість ґрунтів Одеської області / [В.Ф. Голубченко, Е.В. Куліджанов, А.В. Авчінніков та ін.]. – Одеса: Облдержзродючість, 2010. – 26 с.
2. Александрова Л.Н. О номенклатуре, применяемой в учении о почвенном гумусе / Л.Н. Александрова // Почвоведение. – 1975. – № 2. – С. 61-65.
3. Александрова Л.Н. Органическое вещество почв и процессы его трансформации / Л.Н. Александрова. – М.: Наука, 1980. – 288 с.
4. Алиев С.А. Экология и энергетика биохимических процессов превращения органического вещества почв / С.А. Алиев. – Баку: ЭЛМ, 1986. – 242 с.
5. Алиев С.А. Биоэнергетика органического вещества почв / С.А. Алиев. – Баку: ЭЛМ, 1973. – 66 с.
6. Алиев С.А. Условия накопления и природа органического вещества почв / С.А. Алиев. – Баку: АН Азербайджанской ССР, 1966. – 145 с.
7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – М.: МГУ, 1970. – 490 с.
8. Атлас почв Украинской ССР / под. ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1979. – 160 с.
9. Балаев А.Д. Изменение органического вещества чернозёмов типичного и южного при применении почвозащитных технологий возделывания сельскохозяйственных культур: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-г. наук: 06.00.03 «Агрочвоведение и агрофизика» / А.Д. Балаев. – К., 1986. – 25 с.
10. Барбарич А.І. Геоботанічне районування Української РСР / А.І. Барбарич. – К.: Наукова думка, 1977. – 304 с.

11. Барбарич А.І. Рослинність УРСР. Степи, кам'янисті відслонення, піски / А.І. Барбарич – К.: Наукова думка, 1973. – 428 с.
12. Бацула А.А. К вопросу определения реакционной способности гумуса почв / А.А. Бацула, Е.А. Головачев, Т.Ф. Кравец // Агрохимия и почвоведение. – 1987. – Вып. 50. – С. 80-83.
13. Бацула О.О. Вплив добрив і рослинних решток на гумусовий стан ґрунтів / О.О. Бацула, Є.В. Скрильник, Т.Ф. Кравець // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1998. – Вип. 59. – С. 115-121.
14. Бацула О.О. Групповой та фракційний склад гумусу основних типів ґрунтів Лівобережжя України / О.О. Бацула // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1974. – Вип. 26. – С. 3-7.
15. Бацула О.О. Дослідження гумусових речовин цілинних та розорюваних ґрунтів за допомогою спектроскопії у видимій та ультрафіолетовій областях спектра / О.О. Бацула // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1977. – Вип. 34. – С. 49-55.
16. Бацула О.О. Концептуальна модель механізму ґрунтоутворення / О.О. Бацула, Є.В. Скрильник // Вісн. ХНАУ. – 2001. – № 3. – С. 45-52.
17. Бережняк М.Ф. Структурно-агрегатний склад чорнозему типового за різних систем обробки й удобрення / М.Ф. Бережняк // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2010. – Вип. 149. – С. 392-398.
18. Бобков В.П. О возможности прогнозирования появления соды в почвах / В.П. Бобков // Почвы содового засоления: материалы международного симпозиума по мелиорации почв содового засоления. – Ереван: НИИПИ, 1971. – Вып. 4. – С. 649-651.
19. Бондарчук В.Г. Геологічна будова Української РСР / В.Г. Бондарчук. – К.: Радянська школа, 1963. – 376 с.
20. Бреус Н.М. Атлас почв Украинской ССР / Н.М. Бреус, Д.Л. Дусановский, Л.А. Джмаль. – К.: Урожай, 1979. – 157 с.



21. Булигін Ю.С. Гумусовий стан чорноземів України / Ю.С. Булигін, В.В. Дегтярьов, С.В. Крохін // Вісн. аграр. науки. – 2007. – № 2. – С. 13-16.
22. Бучинський І.О. Клімат України / І.О. Бучинський. – К.: Радянська Україна, 1961. – 48 с.
23. Вадюнина А.Ф. Методы исследования физических свойств почв / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
24. Ваксман С.А. Гумус: Происхождение, химический состав и значение его в природе / С.А. Ваксман. – М.: Сельхозиздат, 1937. – 470 с.
25. Величко В.А. Екологія родючості ґрунтів / В.А. Величко. – К.: Аграрна наука, 2012. – 274 с.
26. Вершинин П.В. Почвенная структура и условия ее формирования / П.В. Вершинин. – М, Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – 187 с.
27. Волобуев В.Р. Введение в энергетику почвообразования / В.Р. Волобуев. – М.: Наука, 1974. – 127 с.
28. Гамкало М.З. Кислотно-основна буферність ґрунтів Чорногірського масиву Українських Карпат: дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.05 / Гамкало Михайло Зенонович. – Львів, 2002. – 198 с.
29. Герасимов И.П. Основы почвоведения и географии почв / И.П. Герасимов, М.А. Глазовская. – М.: Госуд. изд-во географ. лит-ры, 1960. – 490 с.
30. Гидрогеологические условия Северо-Западного Причерноморья и прилегающей части шельфа / Г.Я. Гончар // Геология побережья и дна Черного и Азовского морей в пределах УССР. – 1967. – Вып. 1. – С. 206-218.
31. Годлин М.М. О механическом и агрегатном составе почв / М.М. Годлин. – К.: Госуд. изд-во с.-х. лит-ры УССР, 1958. – 42 с.
32. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: МГУ, 1986. – 242 с.
33. Гришина Л.А. Трансформация органического вещества почв: учебное пособие / Л.А. Гришина, Г.Н. Копчик, М.И. Макаров. – М.: МГУ, 1990. – 87 с.

34. Гук М.І. Клімат Української РСР / М.І. Гук, І.К. Половко, Г.Ф. Прихотько. – К.: Радянська школа, 1958. – 72 с.
35. Ґрунти Одеської області. – Одеса, 1969. – 50 с.
36. Дегтярьов В.В. Вміст рухомих органічних речовин у чорноземах природних і культурних біогеоценозів України / В.В. Дегтярьов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2009. – Вип. 70. – С. 65-73.
37. Дегтярьов В.В. Ґумус і структурний стан ґрунту / В.В. Дегтярьов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1998. – Ч. 2. – С. 59.
38. Дегтярьов В.В. Ґумус чорноземів лівобережного Лісостепу і Степу України: монографія / За ред. д. с.-г. н., проф. Д.Г. Тихоненка. – Харківський нац. ун-т ім.В.В. Докучаєва. – Х.: Майдан, 2011. – 360 с.
39. Дегтярьов В.В. Якісні зміни ґумусу чорноземів під впливом господарської діяльності людини / В.В. Дегтярьов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2006. – Спец. вип. Кн. 2. – С. 43-45.
40. Дергачева М.И. Органическое вещество почв: статика и динамика / М.И. Дергачева. – Новосибирск: Наука, 1984. – 152 с.
41. Дергачева М.И. Система гумусовых веществ: пространственные и временные аспекты / М.И. Дергачева. – Новосибирск: Наука, 1989. – 108 с.
42. Добровольский Г.В. Деградация и охрана почв / Г.В. Добровольский. – М.: МГУ, 2002. – 654 с.
43. Добровольский Г.В. Охрана почв: учебник / Г.В. Добровольский, Л.А. Гришина. – М.: МГУ, 1985. – 224 с.
44. Докучаев В.В. Учение о зонах природы / В.В. Докучаев. – М.: ОГИЗ, 1948. – 48 с.
45. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
46. Дюшофур Ф. Основы почвоведения. Эволюция почв / Ф. Дюшофур. – М.: Прогресс, 1970. – 591 с.

47. Дьяконова К.В. Изменение природы гумусовых веществ при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв / К.В. Дьяконова, Н.В. Ярославцева, В.С. Булеева // Почвоведение. – 1992. – № 1. – С. 143-146.
48. Дьяконова К.В. Роль органического вещества / К.В. Дьяконова // Земледелие. – 1988. – № 1. – С. 25-26.
49. Зайцева Т.Ф. Буферность почвы и вопросы ее диагностики / Т.Ф. Зайцева // Изд-во СО АН СССР. – Сер. Биология. – 1987. – № 14/2. – С. 69-80.
50. Зонн С.В. Географо-генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С.В. Зонн, А.П. Травлеев. – К.: Наукова думка, 1989. – 216 с.
51. Капштик М.В. Відтворення органічної речовини чорноземів як передумова органічного виробництва / М.В. Капштик // Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія. – 2009. – № 9. – С. 8-13.
52. Качинский Н.А. Структура почвы (итоги и перспективы изучения вопроса) / Н.А. Качинский. – М.: МГУ, 1963. – 100 с.
53. Кисіль В.Д. Агроґрунтові райони степової чорноземної зони / В.Д. Кисіль // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1969. – Вип. 12. – С. 109-137.
54. Кисіль В.Д. Природа та агровиробничі властивості чорноземів звичайних південно-західних районів степу Української РСР / В.Д. Кисіль, Г.Ю. Платонова // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1978. – Вип. 36. – С. 23-27.
55. Клімат України: Монографія / В.о. Укр. наук.-дослід. гідромет. ін-т / За ред. В.М. Липінського, В.А. Д'ячука, В.М. Бобіченко. – К.: Раєвського, 2003. – 343 с.
56. Кліматичні ресурси Одеської області для сталого розвитку. Науково-практичний довідник. Державна гідрометеорологічна служба України. – 2010. – 180 с.
57. Ковда В.А. Основы учения о почвах. / В.А. Ковда. – Кн.1.– М.: Наука, 1973. – 454 с.

58. Козин В.К. Запас энергии в гумусе как критерий для бонитировки почв / В.К. Козин // Почвоведение. – 1990. – № 3. – С. 153-155.
59. Кононова М.М. Гумус главнейших типов почв СССР, его природа и пути образования / М.М. Кононова // Почвоведение. – 1956. – № 3. – С. 18-30.
60. Кононова М.М. Органическое вещество почвы / М.М. Кононова. – М.: АН СССР, 1963. – 315 с.
61. Кононова М.М. Проблема почвенного гумуса и современные задачи его изучения / М.М. Кононова. – М.: АН СССР, 1951. – 290 с.
62. Кононова М.М. Современные задачи в области изучения органического вещества почвы / М.М. Кононова // Почвоведение. – 1972. – № 7. – С. 27-35.
63. Кононова М.М. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв / М.М. Кононова, Н.П. Бельчикова // Почвоведение. – 1961. – № 10. – С. 75-87.
64. Корчинська О.А. Родючість ґрунтів: соціально-економічна та екологічна сутність: монографія / О.А. Корчинська. – К.: ННЦАЕ, 2008. – 238 с.
65. Кривов В.М. Екологічно безпечне землекористування Лісостепу України. Проблеми охорони ґрунтів. – К.: Урожай, 2006. – 304 с.
66. Крохін С.В. Екологічний стан чорноземів Лівобережного Лісостепу та Степу України та його оцінка за показниками гумусового режиму: дис. ... канд. с.-г. наук: 03.00.16/ Крохін Станіслав Васильович. – Дніпропетровськ, 2012. – 221 с.
67. Крупеников И.А. Типизация антропогенных процессов деградации чернозёмов / И.А. Крупеников // Почвоведение. – 2004. – № 12. – С. 1509-1517.
68. Крупский Н.К. О содержании гумуса почв Украины / Н.К. Крупский, В.П. Кузьмичев, Р.Г. Деревянко // Почвоведение. – 1970. – № 6. – С. 5-17.
69. Крупський М.К. Об'ємна характеристика будови чорноземів південних в умовах різного сільськогосподарського використання /

М.К. Крупський, В.В. Медведєв, А.Б. Шур // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1973. – Вип. 22. – С. 18-25.

70. Крупський М.К. Ступінь конденсованості (ароматичності) гумусових речовин основних типів ґрунтів УРСР / М.К. Крупський, О.О. Бацула // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1973. – Вип. 22. – С. 29-33.

71. Лактионов Н.И. Органическая часть почвы в агрономическом аспекте: монография / Н.И. Лактионов / Харьк. гос. аграр. ун-т им.В.В. Докучаева. – Х., 1998. – 122 с.

72. Лактіонов М.І. Гумус – природна дисперсна система / М.І. Лактіонов / Харк. держ. аграр. ун-т ім.В.В. Докучаєва. – Х., 2000. – 74 с.

73. Лактіонов М.І. Проблеми вчення про органічну частину ґрунтів / М.І. Лактіонов // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2001. – Вип. 61. – С. 3-11.

74. Лактіонов М.І. Тривалість антропогенної дії та темпи дегуміфікації чорноземів України / М.І. Лактіонов, В.В. Дегтярьов, С.В. Крохін // Вісню ХДАУ. Сер. «Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство» – 1999. – № 1. – С. 18-21.

75. Маринич А.М. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / А.М. Маринич. – К.: Наукова думка, 1985. – 224 с.

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

77. Медведєв В.В. Гранулометрический состав почв Украины (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В.В. Медведєв, Т.Н. Лактионова. – Х.: Апостроф, 2011. – 292 с.

78. Медведєв В.В. Оптимизация агрофизических свойств чернозёмов / В.В. Медведєв. – М.: Агропромиздат, 1988. – 160 с.

79. Медведєв В.В. Структура почвы (методы, генезис, классификация, эволюция, география, мониторинг, охрана) / В.В. Медведєв. – Х.: 13 типография, 2008. – 406 с.

80. Михайлюк В.І. Особливості дегуміфікації ґрунтів на межі середнього та сухого Степу / В.І. Михайлюк, Г.Б. Мороз, В.О. Ярмак // Аграрний вісник Причорномор'я. Зб. наук. праць: сільськогосподарські, технічні, економічні науки. – 2009. – Вип. 51. – С. 38-43.
81. Мороз Г.Б. Ґрунти середньо-сухостепового педоекотону Північно-Західного Причорномор'я: монографія / Г.Б. Мороз, В.І. Михайлюк. – Львів: ЗУКЦ, 2011. – 184 с.
82. Мотузова Г.В. Природа буферности почв к внешним химическим воздействиям / Г.В. Мотузова // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 46-52.
83. Мотузова Г.В. Экологический мониторинг почв: учебник / Г.В. Мотузова, О.С. Безуглова. – М.: Академический Проект Гаудеамус, 2007. – 237 с.
84. Набоких А.И. Материалы по исследованию почв и ґрунтов Херсонской губернии. – Одесса, 1915. – Вып. 3. – 32 с.
85. Надточий П.П. Екологія ґрунту: монографія / П.П. Надточий, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. – Житомир: ПП Рута, 2010. – 473 с.
86. Надточий П.П. Кислотно-основная буферность почвы – критерий оценки ее качественного состояния / П.П. Надточий // Почвоведение. – 1998. – № 9. – С. 1094-1102.
87. Надточий П.П. Определение кислотно-основной буферности почв / П.П. Надточий // Почвоведение. – 1993. – № 4. – С. 34-39.
88. Назаренко І.І. До питання про гумусовий стан бурувато-підзолистих поверхнево-оглеєних ґрунтів Передкарпаття / І.І. Назаренко, С.М. Польчина, І.С. Смага // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1996. – Вип. 58. – С. 116-122.
89. Назаренко І.І. Екологічні функції гумусу / І.І. Назаренко, М.А. Бербець, В.Р. Черлінка, Б.П. Том'юк // Ґрунтознавство. – 2004. – Т. 5. – № 1-2. – С. 5-15.
90. Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів / Б.С. Носко. –Х.: 13 типографія, 2006. – 239 с.

91. Носко Б.С. Гумусовое состояние почв и пути его регулирования / Б.С. Носко, А.А. Бацула, Г.Я. Чесняк // Почвоведение. – 1992. – № 10. – С. 33-39.

92. Ожован Е.А. Гумусное состояние автоморфных почв Северо-Западного Причерноморья / Е.А. Ожован // XVI Докучаевские молодежные чтения «Законы почвоведения: новые вызовы»: материалы междунар. науч. конф. 3-4 марта 2013 г. – Санкт-Петербург: Изд. дом С.-Петербургского госуд. ун-та, 2013. – С. 86-87.

93. Ожован Е.А. Гумусное состояние и буферные свойства чернозёмов юго-запада Украины / Е.А. Ожован // Почвоведение и агрохимия: научн. журн. – Минск, 2013. – № 2 (51). – С. 102-114.

94. Ожован О.О. Визначення буферних властивостей автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я / О.О. Ожован // Географічні та геоecологічні проблеми дослідження в Україні та суміжних територіях: зб. наук. ст. – Сімферополь: ДІАЙПІ, 2013. – Т. 1. – С. 79-81.

95. Ожован О.О. Енергія органічної речовини автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я / О.О. Ожован // Генеза, географія та екологія ґрунтів. Зб. наук. пр. міжнар. наук. конф. «Актуальні проблеми генетичного, географічного, історичного та екологічного ґрунтознавства» 19-21 вересня 2013 р. – Львів: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – Вип. 4. – С. 302-308.

96. Ожован О.О. Кислотно-основна буферність автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я / О.О. Ожован // Агрохімія і ґрунтознавство. Міжвідомч. тематич. наук. зб. – Харків, 2013. – Вип. 79. – С. 94-98.

97. Ожован О.О. Оптична щільність гумінових кислот автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я / О.О. Ожован // Ґрунтознавство: наук. журн. – 2013. – Т. 14. – № 1-2. – С. 23-28.

98. Ожован О.О. Особливості гранулометричного складу та процесу гумусонакопичення в автоморфних ґрунтах Північно-Західного Причорномор'я

/ О.О. Ожован // Наук. вісн. Чернівецького ун-ту. Біологія (Біологічні системи): наук. журн. – Чернівці, 2012. – Т. 4. – Вип. 2. – С. 240-242.

99. Ожован О.О. Особливості гранулометричного складу та процесу гумусонакопичення в автоморфних ґрунтах / О.О. Ожован // Сучасні проблеми і тенденції розвитку ґрунтознавства: матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. 19-21 квітня 2012 р. – Чернівці: ЧНУ, 2012. – С. 33-34.

100. Ожован О.О. Структурно-агрегатний стан автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я / О.О. Ожован // Аграрний вісник Причорномор'я. Сільськогосподарські та біологічні науки: зб. наук. пр. – 2012. – Вип. 61.– С. 18-22.

101. Ожован О.О. Структурно-агрегатний стан автоморфних ґрунтів північно-західного Причорномор'я / О.О. Ожован // Формування стратегії науково-технічного, екологічного і соціально-економічного розвитку суспільства: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. 6-7 грудня 2012 р. – Тернопіль: Крок, 2012. – Ч. 1. – С. 87-89.

102. Орлов Д.С. Биосфера: загрязнение, деградация, охрана / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова, С.Я. Трофимов. – М.: Высшая школа, 2003. – 125 с.

103. Орлов Д.С. Вопросы идентификации и номенклатуры гумусовых веществ / Д.С. Орлов // Почвоведение. – 1975. – № 2. – С. 48-60.

104. Орлов Д.С. Гуминовые вещества в биосфере / Д.С. Орлов. – М.: Наука, 1993. – 237 с.

105. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв / Д.С. Орлов. – М.: МГУ, 1974. – 333 с.

106. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: МГУ, 1990. – 325 с.

107. Орлов Д.С. Дополнительные показатели гумусового состояния почв и их генетических горизонтов / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – № 8. – С. 918-926.



108. Орлов Д.С. Методика по изучению содержания и состава гумуса в почвах (инструкция) / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: МГУ, 1968. – 84 с.
109. Орлов Д.С. Методические указания по обработке и интерпретации результатов химического анализа почв / Д.С. Орлов, Т.В. Мотузова, М.С. Малинина. – М.: МГУ, 1986. – 109 с.
110. Орлов Д.С. Органическое вещество почвы и органические удобрения / Д.С. Орлов, И.Н. Лозановская, П.Д. Попов. – М.: МГУ, 1985. – 97 с.
111. Орлов Д.С. Практикум по химии гумуса / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: МГУ, 1981. – 272 с.
112. Орлов Д.С. Реальные и кажущиеся потери органического вещества почвами Российской Федерации / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова // Почвоведение. – 1996. – № 2. – С. 197-207.
113. Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов – М.: МГУ, 1985. – 376 с.
114. Орлов О. Енергоємність гумусу як критерій гумусового стану ґрунтів / О. Орлов // Вісн. Львів. ун-ту. Серія біологічна. – 2002. – Вип. 2. – С. 111-115.
115. Орошение на Одессине. Почвенно-экологические и агротехнические аспекты / [И.Н. Гоголев, Р.А. Баер, А.Г. Кулибабин и др.]. – Одесса: Элита, 1992. – 436 с.
116. Павлюк Н. Деградаційні процеси в сірих лісових ґрунтах Опілля / Н. Павлюк // Вісн. Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 295-300.
117. Палієнко В.П. Загальне геоморфологічне районування території України / [В.П. Палієнко, Н.Е. Борщевський, С.Ю. Бортник та ін.] // Український географічний журнал. – 2004. – № 1. – С. 3-11.
118. Пильгунова М.Ю. Особенности гумусового состояния орошаемых южных чернозёмов / М.Ю. Пильгунова., Е.Е. Григорьева // Почвоведение. – 1983. – № 1. – С. 22-29.
119. Підвальна Г. Оптична щільність гумінових кислот опідзолених ґрунтів Пасмового Побужжя / Г. Підвальна // Генеза, географія та екологія

ґрунтів. Зб. наук. праць. – Л.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2003. – С. 298-301.

120. Плотникова Т.А. Содержание и состав гумуса в южных чернозёмах и темно-каштановых почвах Кустанайской области / Т.А. Плотникова // Почвоведение. – 1969. – № 12. – С. 29-39.

121. Плотникова Т.А. Упрощённый вариант метода определения оптической плотности гумусовых веществ с одним светофильтром / Т.А. Плотникова, В.В. Пономарева // Почвоведение. – 1967. – № 7. – С. 73-85.

122. Позняк С.П. Деградація ґрунтів і проблеми консервації земель у басейні Верхнього Дністра / С.П. Позняк, М.Г. Кіт, І.М. Шпаківська // Вісн. Харк. держ. агр. ун-ту. ім. В.В. Докучаєва. – 2001. – № 3. – С. 101-105.

123. Позняк С.П. Орошаемые чернозёмы юго-запада Украины / С.П. Позняк. – Львов: ВНТЛ, 1997. – 240 с.

124. Полевой определитель почв / Под ред. Н.И. Полупана, Б.С. Носко, В.П. Кузмичева. – К.: Урожай, 1981. – 320 с.

125. Полупан М.І. Кількісні та якісні зміни вмісту гумусу в ґрунтах півдня України в умовах інтенсивного землеробства / М.І. Полупан // Вісник сільськогосподарської науки. – 1980. – № 11. – С. 9-15.

126. Полупан М.І. Класифікація ґрунтів України / М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко. – К.: Аграрна наука, 2005. – 300 с.

127. Полупан М.І. Проблема класифікації чорноземів України / М.І. Полупан, В.Д. Кисіль, Н.М. Бреус, Д.І. Ковалишин // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1978. – Вип. 36. – С. 12-19.

128. Полупан М.І. Теоретичні основи нагромадження гумусу в природних умовах, його еволюція та управління ним в агроценозах / М.І. Полупан, В.Г. Ковальов // Вісник аграрної науки. – 1997. – № 9. – С. 21-26.

129. Полупан Н.И. Почвы Украины и повышение их плодородия. Т.1. Экология, режимы и процессы, классификация и генетико-производственные аспекты / Н.И. Полупан. – К.: Урожай, 1988. – 296 с.

130. Пономарева В.В. Гумус и почвообразование / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова. – Л.: Наука, 1980. – 221 с.
131. Пономарева В.В. К характеристике гумусового состояния пахотных почв Карельского перешейка / В.В. Пономарева // Почвоведение. – 1954. – № 9. – С. 12-22.
132. Практикум з фізики ґрунту. Ч. 1. Фізика твердої фази ґрунту / Під ред. С. Позняка. – Л.: Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка. – 2000. – 96 с.
133. Природа Северо-Западного Причерноморья / Под ред. Т.Г. Черная. – Одесса: Од. обл. натуралист. центр уч. молодежи, Одесская государственная академия Холода, 1977. – 44 с.
134. Природа Украинской ССР. Климат / [В.Н. Бабиченко, М.Б. Барабаш, К.Т. Логвинов и др.]. – К.: Наукова думка, 1984. – 323 с.
135. Природа Украинской ССР. Почвы / [Н.Б. Вернандер, И.Н. Гоголев, Д.И. Ковалишин и др.]. – К.: Наукова думка, 1986. – 216 с.
136. Природа Украинской ССР. Растительный мир / [Т.Л. Андреевко, О.Б. Блюм, С.П. Вассер и др.]. – К.: Наукова думка, 1985. – 208 с.
137. Растительный и животный мир Юга Украинской ССР и Северного Крыма / [Д.Я. Афанасьев, Г.И. Билык, А.Б. Кистяковский, М.И. Котов]. – К.: АН Украинской ССР, 1952. – 87 с.
138. Ревут И.Б. Физика почв / И.Б. Ревут. – Ленинград: Колос, 1964. – 320 с.
139. Рекомендации для исследования баланса и трансформации органического вещества при сельскохозяйственном использовании и интенсивном окультуривании почв / Всесоюз. произв.-науч. объединение «Союзсельхозхимия», ВАСХНИЛ, почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М.: Почв. ин-т, 1984. – 96 с.
140. Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде. – Новосибирск: Наука, 1971. – 92 с.

141. Розанов А.Б. Экологические последствия антропогенных изменений почв / А.Б. Розанов, Б.Г. Розанов // Итоги науки и техники. Серия «Почвоведение и агрохимия». – 1990. – Том. 7. – С. 6-9.
142. Рослий И.М. Геоморфология Украинской ССР / И.М. Рослий, Ю.А. Колик, Э.Т. Палиенко. – К.: Вища школа. – 1990. – 287 с.
143. Руденко Ф.А. Гідрогеологія Української РСР / Ф.А. Руденко. – К.: Вища школа, 1972. – 176 с.
144. Русский чернозём – 100 лет после Докучаева. – М.: Наука, 1983. – 304 с.
145. Рябинин Б.Н. Изменение серых лесных почв после обработки препаратом 2,4-Д / Б.Н. Рябинин, Л.А. Рябинина // Восстановление и мелиорация лесов северо-запада РСФСР. Сб. научн. трудов. – Ленинград, 1980. – С. 118-120.
146. Сич В.А. Концепція ґрунтово-екологічної експертизи земель / В.А. Сич // Вісн. ОНУ (Географічні науки). – 2001. – Том 6. – Вип. 9. – С.59-65.
147. Сич В.А. Оцінка ступеня деградації ґрунтів південного заходу України / В.А. Сич // Вісник ОНУ (Географічні науки). – 2003. – Т. 8. – Вип. 5. – С. 84-91.
148. Скрильник Є.В. Вплив різних форм факторів на процеси трансформації органічних речовин під час створення комплексних органо-мінеральних добрив / Є.В. Скрильник, О.О. Бацула, В.В. Зіменко // Вісн. ХНАУ. – 2004. – № 6. – С. 45-50.
149. Смага І.С. Еколого-генетична оцінка профільно-диференційованих ґрунтів Передкарпаття: дис. ... докт. б. наук: 03.00.18 / Смага Іван Степанович. – Чернівці, 2010. – 441 с.
150. Соколова Т.А. Химические основы буферности почв / Т.А. Соколова, Г.В. Мотузова, М.С. Малинина. – М.: МГУ, 1991. – 108 с.
151. Соколовский А.Н. Избранные труды / А.Н. Соколовский. – К.: Урожай, 1971. – 366 с.

152. Соколовський О.Н. Курс сільськогосподарського ґрунтознавства / О.Н. Соколовський. – К.: Держ. вид-во с.-г. літ-ри УРСР, 1954. – 216 с.
153. Сулимов И.Н. Геология Украинского Черноморья / И.Н. Сулимов. – Киев, Одесса: Вища школа. Головное изд-во, 1984. – 128 с.
154. Сульдин В.А. Геологическое строение и полезные ископаемые Одесской области / В.А. Сульдин. – Одесса: ОГУ им. Мечникова, 1995. – 26 с.
155. Тараріко Ю.О. Енергетична ефективність аграрного виробництва і вдосконалення його галузевої структури / Ю.О. Тараріко, Д.Т. Вінничук, В.А. Величко // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 4. – С. 27-33.
156. Тейт П, Р. Органическое вещество почв: биологические и экологические аспекты / Р. Тейт. – М.: Мир, 1991. – 399 с.
157. Трускавецький Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції / Р.С. Трускавецький. – Харків: Нове слово, 2003. – 225 с.
158. Тюрин И.В. Органическое вещество почвы и его роль в плодородии / И.В. Тюрин. – М.: Наука, 1965. – 320 с.
159. Фокин А.Д. Идеи В.В. Докучаева и проблема органического вещества почв / А.Д. Фокин // Почвоведение. – 1996. – № 2. – С. 187-196.
160. Фокин А.Д. О роли органического вещества почв в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем / А.Д. Фокин // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 40-45.
161. Фокин А.Д. Почва, биосфера и жизнь на Земле / А.Д. Фокин. – М.: Наука, 1986. – 176 с.
162. Хан Д.В. Органо-минеральные соединения и структура почвы / Д.В. Хан. – М.: Наука, 1969. – 162 с.
163. Хлесткова Е.А. Использование некоторых показателей гумусового состояния почв в целях диагностики / Е.А. Хлесткова // Почвоведение. – 1991. – №6. – С. 38-46.
164. Цись П.М. Геоморфологія УРСР / П.М. Цись. – Львів: вид-во Львів. ун-ту, 1962. – 224 с.
165. Черноземы СССР (Украина). – М.: Колос, 1981. – 256 с.

166. Чесняк Г.Я. Закономірності зміни вмісту гумусу і шляхи забезпечення його бездефіцитного балансу в чорноземах типових при інтенсифікації землеробства / Г.Я. Чесняк // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1982. – Вип. 43. – С. 18-23.

167. Швєбс Г.И. Природа Одесской области. Ресурсы, их рациональное использование и охрана / Г.И. Швєбс, Ю.А. Амброз. – Киев-Одесса: Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 144 с.

168. Шмук А.А. К вопросу о химической природе органических веществ почвы / А.А. Шмук // Бюллетени почвовєда. – 1930. – № 5-7.

169. Юркевич Е.А. Подготовка почвы под посев озимой пшеницы в условиях юга Украины: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Юркевич Евгений Александрович. – Одесса, 1986. – 229 с.

170. Ярмак В.О. Географічні особливості дегуміфікації ґрунтів Південно-стєпової підзони України / В.О. Ярмак, С.В. Поліщук // Вісн. Львів. ун-ту. Серія географічна. – 2007. – Вип. 34. – С. 309-312.

171. James Bruce R. pH buffering in forest soils organic horizons: relevance to acid precipitation / James Bruce R., Riha Susan J. // J. Environ Qual. – 1986. – V.5. – № 3.

172. Mann K.L. A regional comparison of carbon in cultivated and incultivated altisoils and moltsols in the Central United States / K.L. Mann // Geoderma. – 1985. – № 3-4. – P. 241-253.

173. Mann K.L. Changes in soil carbon storage after cultivation / K.L. Mann // Soil Sci. – 1986. – № 5. – P. 279-288.

174. Medvedev V.V. Conservation tillage in the Ukraine. «Conservation tillage: viable option for Sustainable Agriculture in Eurasia». – Almaty. Kazakhstan. – 2001. – P. 158-160.

175. Oden S. Kolloid. Chem. Beihefle // S. Oden. – 1919. – B. 11. – P. 3-9.

176. Oden S. Zur Kenntnis der Humussaure d. Sphanumtorfes / S. Oden // Ber. Deutsch. chem. Ges., Bd. 35. – 1912. – 651 p.

177. Scheffer F. und Ulrirsch B. Humusdungung. – Struttgart, 1960.

178. Ulrich B. Soil acidity and it's relation to acid deposition / B. Ulrich, G. Pankrath // Effect of accumulation of air pollutant in forest ecosystems. – 1983. – № 4. – P. 127-146.

179. Zubelz M.V., Golovko A.M., Medvedev V.V., Bogdanov G.O., Prisler B.S., Kovalenko P.I. Environmental protection in the Ukraine. Agroekosystems in technogenesis conditions. Proc. of Meeting of the Union of European Agrarian Academies. – Kyiv: Agrarna nauka, 2007. – P. 9-58.

## **ДОДАТКИ**



Розріз № 6 розміщений поблизу с. Отрадово Роздільнянського району.

- Н орн. – гумусово-аккумулятивний, темно-сірий з буруватим  
0-33 см відтінком, свіжий, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкувато-дрібзернистий, злегка ущільнений, велика кількість коренів рослин, копролітів, перехід ясний за щільністю;
- НР – перехідний, сірий з бурим відтінком, свіжий,  
33-66 см важкосуглинковий, безкарбонатний, горіхувато-грудкуватий, ущільнений, ходи безхребетних, копроліти, перехід ясний;
- Phk – перехідний, палево-бурий з сірувато-бурими плямами,  
66-85 см важкосуглинковий, карбонатний, призматично-горіхуватий, злегка ущільнений, зустрічаються корені рослин, ходи безхребетних, перехід ясний;
- Рк – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий  
85-110 см карбонатний лесовидний суглинок.

Розріз № 7 розміщений поблизу с. Іллічівка Комінтернівського району.

- Н орн. – гумусово-аккумулятивний, темно-сірий з буруватим  
0-24 см відтінком, свіжий, важкосуглинковий, безкарбонатний, грудкуватий, пухкий, велика кількість коренів рослин, копролітів, перехід поступовий;
- НР – перехідний, темно-сірий з бурим відтінком, плямистий,  
24-31 см свіжий, важкосуглинковий, безкарбонатний, горіхуватий, злегка ущільнений, перехід ясний;
- Phk – перехідний, палево-бурий з сірувато-бурими плямами,  
31-58 см важкосуглинковий, карбонатний, грудкувато-горіхуватий, злегка ущільнений, зустрічаються корені рослин, ходи безхребетних, перехід поступовий;
- Рк – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий

58-100 см карбонатний лес.

Розріз № 8 розміщений поблизу с. Фонтанка Комінтернівського району.

Н орн. – гумусово-акумулятивний, темно-сірий з буруватим  
0-38 см відтінком, свіжий, важкосуглинковий, безкарбонатний, дрібнобрилувато-грудкуватий, злегка ущільнений, велика кількість коренів рослин, копролітів, перехід ясний за кольором;

НР – перехідний, сірий з бурим відтінком, свіжий,  
38-51 см важкосуглинковий, безкарбонатний, горіхувато-дрібнобрилуватий, ущільнений, перехід поступовий;

Phk – перехідний, бурий з сірими плямами, гумусові патьоки,  
51-76 см важкосуглинковий, карбонатний, горіхувато-призматичний, ущільнений, зустрічаються корені рослин, ходи безхребетних, перехід ясний;

Рк – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий  
76-90 см карбонатний лесовидний суглинок.

Розріз № 9 розміщений поблизу с. Красносілка Комінтернівського району.

Н орн. – гумусово-акумулятивний, орний, темно-сірий, сухий,  
0-13 см середньосуглинковий, безкарбонатний, дрібнобрилувато-грудкуватий, пухкий, велика кількість коренів рослин, перехід поступовий за кольором, різкий за щільністю;

Н – гумусово-акумулятивний, підорний, темно-сірий з буруватим  
13-22 см відтінком, безкарбонатний, середньосуглинковий, грубобрилуватий, ущільнений, велика кількість коренів рослин, копролітів, ходів черв'яків, перехід поступовий за кольором та щільністю;

НРк – перехідний, темно-сірий, свіжий, середньосуглинковий,  
22-55 см карбонатний, грудкувато-горіхуватий, дуже ущільнений, дрібні корені, ходи безхребетних, перехід поступовий за щільністю;

Phk – перехідний, бурий, плямистий, свіжий, середньосуглинковий, 55-69 см карбонатний, грудкувато-стовпчастий, ущільнений, рідко зустрічаються дрібні корені, ходи безхребетних, перехід поступовий;

Pk – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий 65-110 см карбонатний лесовидний суглинок.

Розріз № 10 розміщений поблизу с. Таїрово Овідіопольського району.

Н орн. – гумусово-акумулятивний, орний, темно-сірий з буруватим 0-7 см відтінком, сухий з поверхні, з глибини 3 см – свіжий, важкосуглинковий, безкарбонатний, дрібнобрилувато-грудкуватий, пухкий, велика кількість коренів рослин, перехід ясний;

Н – гумусово-акумулятивний, підорний, темно-сірий, 7-32 см безкарбонатний, важкосуглинковий, горіхувато-дрібнобрилистий, ущільнений, велика кількість коренів рослин, копролітів, ходів черв'яків, перехід ясний;

НР – перехідний, бурувато-сірий, плямистий, свіжий, 32-46 см важкосуглинковий, безкарбонатний, горіхувато-стовпчастий, ущільнений, більше за попередній, багато коренів рослин, ходів безхребетних, перехід ясний;

Ph – перехідний, бурувато-сірий, важкосуглинковий, 46-69 см безкарбонатний, горіхувато-призматичний, ущільнений, зустрічаються дрібні корені, ходи безхребетних, перехід різкий за появою карбонатів;

Pk – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий 69-110 см карбонатний лесовидний суглинок.

Розріз № 11 розміщений поблизу с. Молодіжне Овідіопольського району.

Н орн. – гумусово-акумулятивний, орний, свіжий, важкосуглинковий,

- 0-12 см безкарбонатний, дрібногрудкуватий, пухкий, велика кількість коренів рослин, перехід поступовий за кольором, різкий за щільністю;
- Н – гумусово-акумулятивний, підорний, темно-сірий з буруватим  
12-35 см відтінком, безкарбонатний, важкосуглинковий, горіхувато-дрібнобрилистий, ущільнений, велика кількість коренів рослин, копролітів, ходів черв'яків, перехід ясний;
- НРк – перехідний, сіро-бурий, свіжий, важкосуглинковий,  
35-60 см карбонатний, грудкувато-горіхуватий, ущільнений, більше за попередній, зустрічаються дрібні корені, ходи безхребетних, перехід поступовий;
- Рhk – перехідний, сіро-бурий, плямистий, важкосуглинковий,  
60-80 см карбонатний, горіхувато-призматичний, ущільнений, зустрічаються дрібні корені, ходи безхребетних, перехід різкий за кольором та появою карбонатів;
- Рк – материнська порода, палево-бурий, важкосуглинковий  
80-100 см карбонатний лес.

Розріз № 12 розміщений поблизу с. Василівка Кілійського району.

- Н орн. – гумусово-акумулятивний, орний, буро-сірий, свіжий,  
0-5 см середньосуглинковий, безкарбонатний, порохувато-дрібногрудкуватий, пухкий, велика кількість коренів рослин, перехід поступовий за кольором, різкий за щільністю;
- Н – гумусово-акумулятивний, підорний, буро-сірий, темніше за  
5-31 см попередній, свіжий, безкарбонатний, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, ущільнений, кількість коренів рослин менша за попередній, велика кількість копролітів, ходів черв'яків, закипає на глибині 31 см, перехід різкий за лінією закипання;
- НРк – перехідний, сіро-бурий, свіжий, середньосуглинковий,

- 31-48 см карбонатний, горіхувато-грудкуватий, ущільнений, зустрічаються дрібні корені, але менше за попередній, ходи безхребетних, перехід поступовий за кольором;
- Phk – перехідний, бурий з сіруватим відтінком, плямистий, свіжий,
- 48-63 см середньосуглинковий, карбонатний, грудкувато-дрібнобрилуватий, ущільнений, корені рослин, перехід поступовий;
- Pk – материнська порода, палево-бурий, середньосуглинковий
- 63-75 см карбонатний лес.

Розріз № 13 розміщений поблизу с. Фурманівка Кілійського району.

Н орн. 0-5 см	– гумусово-акумулятивний, орний, сірий, сухий, середньосуглинковий, безкарбонатний, порохувато-грудкуватий, пухкий, велика кількість коренів рослин, перехід поступовий за кольором, різкий за щільністю;
Н 5-28 см	– гумусово-акумулятивний, підорний, буро-сірий, безкарбонатний, середньосуглинковий, зернисто-грудкуватий, ущільнений, кількість коренів рослин менша за попередній, велика кількість копролітів, ходів черв'яків, перехід поступовий за кольором та щільністю;
НРк 28-46 см	– перехідний, сіро-бурий, свіжий, середньосуглинковий, карбонатний, грудкувато-горіхуватий, дуже ущільнений, більше за попередній, зустрічаються дрібні корені, ходи безхребетних, перехід різкий за кольором та щільністю;
Phk 46-58 см	– перехідний, сіро-бурий, гумусові патьоки, свіжий, середньосуглинковий, карбонатний, горіхувато-призматичний, ущільнений, зустрічаються дрібні корені, ходи безхребетних, перехід різкий за кольором та появою карбонатів;

## Гранулометричний склад автоморфних ґрунтів Північно-Західного Причорномор'я

Глибина, см	Гігроскопічна волога, %	Розмір гранулометричних елементів, мм, та їх вміст, %						Сума частинок менше 0,01 мм, %	Назва ґрунту за гранулометричним складом
		Фізичний пісок			Фізична глина				
		Пісок		Пил		Мул			
		1-0,25мм	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний									
0-11	2,79	0,38	24,53	39,36	6,63	9,95	19,15	35,73	середньосуглинковий
11-24	2,77	0,28	25,30	38,79	5,05	10,61	19,97	35,63	«»
24-37	2,76	0,26	25,81	37,73	4,49	13,12	18,59	36,20	«»
37-45	2,74	0,42	26,23	35,02	5,34	8,59	24,40	38,33	«»
45-56	2,51	0,72	21,24	40,56	3,13	9,95	24,40	37,48	«»
56-72	2,31	0,35	23,49	40,82	5,77	9,04	20,53	35,34	«»
72-90	2,40	0,42	25,42	36,88	7,61	9,59	20,08	37,28	«»
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (рілля)									
0-4	3,23	0,19	22,46	35,03	7,21	8,55	26,56	42,32	середньосуглинковий

Продовження додатку Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
4-34	3,86	0,32	21,76	34,09	6,09	10,96	26,78	43,84	«»
34-47	3,86	0,27	22,45	34,03	5,82	11,54	25,89	43,25	«»
47-64	3,55	0,49	22,06	35,06	4,89	10,05	27,45	42,38	«»
64-74	3,54	0,28	22,81	33,66	5,93	10,75	26,57	43,25	«»
74-91	3,29	0,46	20,40	33,22	6,90	10,75	28,27	45,93	важкосуглинковий
91-130	3,47	0,24	17,37	30,71	6,37	11,74	33,57	51,68	«»
К.д. «Глибоке», чорнозем південний (постзрошуваний)									
0-10	4,28	0,26	23,22	30,20	7,95	9,57	28,80	46,31	важкосуглинковий
10-20	3,90	0,25	22,61	30,41	8,05	9,88	28,80	46,73	«»
20-30	4,30	0,28	21,68	32,46	6,09	10,21	29,28	45,58	«»
30-40	4,24	0,20	20,01	33,77	7,76	9,57	28,69	46,02	«»
40-50	4,04	0,34	18,37	34,55	8,65	10,23	27,86	46,75	«»
50-60	3,87	0,31	19,02	33,36	6,91	10,67	29,73	47,31	«»
60-70	3,44	0,33	19,59	32,28	7,70	11,78	28,32	47,80	«»
70-100	3,78	0,77	21,51	29,06	8,11	13,00	27,55	48,66	«»

Продовження додатку Б

К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний									
0-15	4,73	1,25	23,80	26,45	4,75	11,42	32,33	48,50	важкосуглинковий
15-25	4,76	1,41	24,37	27,48	5,17	10,42	31,15	46,74	«»
25-35	5,21	1,05	29,03	21,32	4,93	9,51	34,16	48,60	«»
35-45	4,90	1,26	27,12	22,34	5,40	10,92	32,96	49,28	«»
45-55	4,31	0,90	25,76	22,16	7,20	12,98	31,00	51,18	«»
55-65	4,98	0,68	27,34	22,54	5,25	13,44	30,75	49,44	«»
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний									
0-10	5,17	0,44	23,69	23,80	7,56	13,06	31,45	52,07	важкосуглинковий
10-20	4,98	0,45	25,01	22,01	7,92	12,03	32,58	52,53	«»
20-30	5,30	0,26	25,22	27,17	7,29	12,79	27,27	47,34	«»
30-40	5,62	0,45	19,29	27,27	6,25	12,19	34,55	52,99	«»
40-56	5,27	0,30	24,22	25,05	6,15	11,80	32,48	50,43	«»
56-64	4,93	0,10	21,53	26,72	5,99	13,65	32,01	51,65	«»
64-74	4,55	0,53	20,67	24,21	7,85	11,74	35,00	54,59	«»
74-110	4,30	0,49	20,52	23,65	7,47	11,48	36,39	55,34	«»



Структурно-агрегатний склад автоморфних ґрунтів Північно-Західного  
Причорномор'я

Горизонт, глибина, см	Розміри агрегатів, мм/вміст, %							Сума водостійких агрегатів > 0,25 мм	Показники структурного стану	
	>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,25	<0,25		коефіцієнт структурності	показник водостійкості, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний										
Н <sub>орн.</sub> 0-11	18,4	15,2	10,2 2,6	7,2 1,2	15,9 1,3	22,7 19,9	10,3 75,1	25,0	2,5	35,1
Н 11-37	37,4	18,1	11,4 2,1	7,1 3,8	10,3 5,2	11,4 21,5	5,0 67,5	32,5	1,4	55,8
Н <sub>p</sub> 37-49	30,8	12,9	14,4 3,4	10,2 5,2	13,2 7,6	11,9 28,1	6,4 55,7	44,3	1,7	70,8
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (рілля)										
Н <sub>орн.</sub> 0-4	20,6	11,8	8,0 0,7	7,5 1,1	17,4 3,3	26,6 49,4	8,0 45,5	54,5	2,5	76,4
Н 4-34	42,8	16,5	10,3 0,3	6,5 0,9	10,9 2,8	10,1 41,9	2,9 54,1	45,9	1,2	84,5
Н <sub>p</sub> 34-47	40,6	19,1	12,2 0,4	6,3 8,6	8,3 10,4	9,1 34,0	4,2 46,6	53,4	1,2	97,1
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (переліг)										
Н 0-10	27,3	18,4	14,4 23,9	9,6 4,4	11,2 14,0	11,0 21,0	8,0 36,6	63,3	1,8	98,0
Н 10-20	35,6	17,7	13,4 7,8	8,1 3,9	11,4 11,1	10,9 29,9	2,8 47,3	52,7	1,6	85,7
Н 20-30	35,7	18,3	12,0 6,3	7,0 3,3	10,0 10,2	12,6 30,3	4,5 50,0	50,1	1,5	83,6
К.д. «Глибоке», чорнозем південний (постзрошуваний)										
Н <sub>орн.</sub> 0-10	42,7	8,4	4,1 0,6	3,4 0,3	11,2 5,3	23,2 45,4	6,9 48,5	51,6	1,0	102,2
Н 10-44	30,5	21,9	13,8 2,0	7,9 3,0	11,1 11,3	11,6 40,0	3,3 45,2	56,2	2,0	84,8
Н <sub>p</sub> 44-52	37,7	20,5	12,5 2,3	7,1 9,2	9,0 11,8	9,5 33,1	3,7 43,7	56,4	1,4	96,2

Продовження додатку В

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний										
Н <sub>орн.</sub> 0-15	31,0	25,4	14,1	7,0	10,3	9,5	2,7	44,6	2,0	67,3
			3,1	1,5	3,2	36,8	55,4			
Н 15-40	35,9	24,6	15,9	8,1	9,4	5,1	1,1	63,5	1,7	100,9
			6,8	5,8	18,1	32,9	36,6			
Н <sub>р</sub> 40-61	44,4	21,1	13,7	6,9	7,5	4,9	1,3	61,2	1,2	113,1
			2,3	5,3	16,8	36,8	38,8			
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний										
Н <sub>орн.</sub> 0-10	15,9	11,7	9,4	6,7	18,4	31,2	6,6	54,9	3,4	70,9
			0,9	1,9	9,1	43,0	45,1			
Н 10-34	37,9	27,5	13,4	6,5	7,6	5,8	1,3	66,7	1,5	109,8
			6,3	10,6	18,8	31,1	33,4			
Н <sub>р</sub> 34-56	40,1	26,1	14,7	6,4	6,5	4,8	1,5	70,8	1,4	121,3
			5,1	8,8	22,4	34,6	29,2			

Примітка: чисельник – сухе просіювання, %; знаменник – мокре просіювання, %

Показники оптичних властивостей гумінових кислот автоморфних ґрунтів  
Північно-Західного Причорномор'я

Глибина, см	Загальний С, %	E440	E540	E750	E4:6	E <sub>465</sub> <sup>0,001% ГК</sup> <sub>нм,1см</sub>	K <sub>ст</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8
К.д. «Ізмаїл», чорнозем південний карбонатний							
0-11	1,25	20,8	10,0	3,0	3,2	0,177	12,08
11-24	1,18	21,7	11,0	3,5	3,0	0,185	11,20
24-37	1,23	28,0	13,9	4,7	3,0	0,239	6,05
37-45	1,16	31,7	16,6	4,2	3,1	0,273	5,10
45-56	1,17	18,1	10,2	2,1	3,1	0,159	4,60
56-72	1,09	21,9	11,8	3,2	3,0	0,190	5,23
72-90	0,51	17,9	8,9	2,4	3,2	0,153	3,29
90-112	0,55	13,9	7,6	1,5	3,2	0,121	1,40
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (рілля)							
0-4	1,52	26,2	12,7	4,9	2,8	0,223	21,23
4-34	1,68	27,7	13,8	5,0	2,9	0,236	20,52
34-47	1,63	31,0	15,0	5,0	3,1	0,263	11,32
47-64	1,58	16,0	8,4	2,5	3,0	0,138	6,23
64-74	1,07	22,6	12,4	2,9	3,1	0,197	3,14
К.д. «Молодіжне», чорнозем південний (переліг)							
0-10	2,41	22,1	10,1	3,6	3,2	0,186	18,13
10-20	2,16	20,6	10,9	3,9	2,7	0,177	15,10
20-30	2,11	31,2	15,2	5,5	2,9	0,264	16,63
К.д. «Глибоке», чорнозем південний (постзрошуваний)							
0-10	1,41	25,0	13,0	4,5	2,9	0,223	14,86
10-20	1,49	20,5	10,0	3,6	2,9	0,174	11,86
20-30	1,39	21,9	12,3	4,2	2,6	0,191	12,50
30-40	1,37	25,0	12,3	4,4	3,0	0,221	14,47
40-50	0,92	19,9	10,8	3,2	2,9	0,172	9,35
50-60	0,86	18,6	9,4	3,2	2,9	0,159	8,99
60-70	0,70	18,2	9,5	2,9	2,9	0,156	7,50
К.д. «Малоярославець», чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний							
0-15	2,11	27,8	12,0	4,5	3,0	0,195	17,07
15-25	1,94	23,2	11,5	4,2	2,9	0,199	16,65
25-35	1,91	28,6	14,1	4,7	3,0	0,244	19,33
35-45	1,91	25,0	11,9	4,4	3,0	0,211	17,24
45-55	1,80	27,2	14,1	5,3	2,8	0,234	19,96
55-65	1,58	20,1	9,9	3,5	3,0	0,171	14,26
65-90	1,17	20,4	10,3	3,4	3,0	0,175	13,36

1	2	3	4	5	6	7	8
К.д. «Роздільна», чорнозем звичайний							
0-10	2,24	32,2	16,2	6,0	2,9	0,275	19,75
10-20	2,08	29,4	14,5	5,5	2,9	0,250	22,40
20-30	2,12	29,6	15,0	5,1	3,0	0,248	20,11
30-40	2,07	29,0	14,0	4,9	3,1	0,246	19,20
40-50	1,51	28,6	13,9	5,1	3,0	0,242	19,51
56-64	1,33	18,4	8,8	3,5	2,9	0,156	11,45
64-74	1,01	29,1	15,4	5,7	2,7	0,252	6,13

*Примітка:*  $E$  – коефіцієнти оптичної щільності при довжинах хвиль 440, 540 та 750 нм, мг/мл;  $E_4:E_6$  – коефіцієнт забарвленості;  $E_{465 \text{ нм}, 1 \text{ см}}^{0,001\% \text{ гк}}$  – коефіцієнт оптичної щільності при довжині хвилі 465 нм і концентрації розчину 1 мг/100 мл, при довжині кювети 1 см;  $K_{\text{ст}}$  – коефіцієнт якості та стабільності гумусу

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ОЖОВАН** Олена Олександрівна  
**МИХАЙЛЮК** Віктор Іванович

**ГУМУСОВИЙ СТАН**  
**АВТОМОРФНИХ ҐРУНТІВ**  
**ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я**  
*Монографія*

Редактор *Михайлюк В.І.*

Обкладинка *Михайлюк В.І.*

---

Підписано до друку 20.10.2017. Формат 60×84/16. Папір офсетний.  
Друк різнографічний. Ум. друк. арк. 7,73. Тираж 100 пр. Зам. № 155.

Видавець та виготовлвач ТОВ «Фірма «ІНТЕРПРИНТ»

(Свідоцтво ДК №2997 від 11.10.2007)

65012, м. Одеса, вул. Пантелеймонівська, 15-А, тел. 777-08-84