

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології

«Допускається до захисту»

Завідувачка кафедри, д-р мед. наук

_____ А. М. Бондаренко

«___» _____ 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА
МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ТА ЗАПАСІВ ГУМУСУ В АГРОЛАНШАФТАХ»

Магістрант:

гр.ЗЕО-21м , Лисенко О.І.

Керівник:

докт. мед. наук, професор

Бондаренко А.М.

Кривий Ріг

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Криворізький національний університет
Кафедра екології

Заочна форма навчання
Другий (магістерський) рівень
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доктор медичних наук

_____ А .М. Бондаренко

«____» _____ 2022р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Тема роботи: «ДОСЛІДЖЕННЯ ВМІСТУ ТА ЗАПАСІВ ГУМУСУ В АГРОЛАНШАФТАХ»

Керівник роботи докт. мед. наук, професор А .М. Бондаренко

затверджені

наказом Криворізького національного університету від 22.02.2021р. № 187су

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	22.02.21	
2	Аналіз сучасного стану законодавчої нормативної бази України	05.03.21	
3	Аналіз заходів в системі регулювання біологічної безпеки	2.01.2022	
4	Розробка пропозицій вдосконалення нормативно-правового забезпечення	16.06.22	

Засвідчую, що у магістерській роботі запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань не використовуються.

Здобувач _____ О.І. Лисенко

Керівник роботи _____ А .М. Бондаренко

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	5
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	16
2.1 Визначення гумусу за методом І.В. Тюріна	16
2.2 Визначення гумусу за методом І.В. Тюріна у модифікації В.Н. Сімакова	20
3.1 Порівняння вмісту гумусу в різних областях України.....	21
3.2 Порівняння вмісту гумусу на ріллі від цілени.....	27
3.3 Дегуміфікація чорноземів звичайних причини та наслідки	39
3.4 Шляхи відновлення втрачених запасів гумусу в агроценозах.....	41
3.5 Економічна оцінка збитків в агроценозах сільськогосподарських культур викликаних дегуїфікацією в чорноземах звичайних.....	42

ВСТУП

Одним із основних показників родючості ґрунтів є уміст гумусу. Гумус, як інтегральний показник родючості ґрунту, найповніше характеризує його потенційну родючість і займає одне з провідних місць у системі моніторингу ґрунтів України. Це динамічна складова ґрунту, яка піддається кількісним та якісним змінам під впливом ряду факторів, серед яких провідним є господарська діяльність людини.

Сучасні земельно-орендні відносини не сприяють впровадженню заходів з охорони та підвищення родючості ґрунтів і негативно позначилися на їх родючості. У процесі використання ґрунтового покриву ігноруються потреби й вимоги екобалансу, в результаті чого сільськогосподарські угіддя виснажливо експлуатуються. Ґрунти втрачають значну частину гумусу і такі тенденції продовжуються.

Відповідно до мети сформулював ні наступні завдання:

- 1) Порівняти вмісту гумусу в різних областях України
- 2) Порівняти вмісту гумусу на ріллі від цілини
- 3) З'ясувати причини та наслідки дегуміфікації чорноземів звичайних
- 4) Розглянути шляхи відновлення втрачених запасів гумусу в агроценозах
- 5) Оцінити економічні збитків в агроценозах сільськогосподарських культур викликаних дегуїфікацією в чорноземах звичайних

РОЗДІЛ 1 ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1 Гумус ґрунту, як комплекс специфічних органічних речовин

Гумус, або гумусові речовини – це особлива група хімічних речовин, властива ґрунтовому покриву Землі, тобто специфічна лише для ґрунтових утворень. Гумус утворюється із речовин рослинних, тваринних і мікробних залишків із взаємодією із комплексом компонентів навколишнього середовища.

Теорія гумусотворення у світовому ґрунтознавстві розроблена завдяки роботам В.В. Докучаєва, П.А. Костичева, І.В. Тюріна, М.М. Кононовой, С.А. Ваксмана, Л.Н. Александровой, Д.С. Орлова та інших дослідників. Розкрита його велика планетарна роль у біосферних явищах як великого акумулятора сонячної енергії на земній поверхні. Гумус визначають як інтегральний показник родючості ґрунтів. Органічна речовина ґрунтів за своїми функціями різноманітна і складна, з нею пов'язано формування ґрунтової родючості, ріст та розвиток рослин. Але, щоб стати умовою життя пов'язаних з ґрунтом організмів, гумус сам спочатку повинен являтися похідною живої речовини.

Головні продукти гуміфікації, від яких безпосередньо залежить формування різних властивостей ґрунтів і типів ґрунтоутворення, представлені гуміновими і фульвокислотами.

Нажаль, не дивлячись на видатні досягнення хімії, зараз не можна вивести визначену хімічну формулу гумінової кислоти або фульвокислоти, так як це групи хімічних речовин змінного складу. Але вони складаються із однакових структурних елементів, кількість яких в молекулах варіює:

- 1) Ароматичне ядро у гумінових кислот або ароматичні частини у фульвокислот.

- 2) Азот і фосфоровмісні компоненти. При розкладанні гумусових кислот знайдено велика різноманітність складаючи їх амінокислот, у тому

числі і ароматичних. Встановлено, що всі потенціальні запаси азоту зосереджені в органічній речовині. У ній міститься 50% запасів фосфору.

3) Різноманітні функціональні групи з'єднань: карбоксильні, фенольні, спиртові, метоксильні і інші. Водень функціональних груп здатен до реакцій зміщення. Саме завдяки функціональним групам гумусові кислоти можуть обмінно поглинати із навколишнього середовища катіони та утворювати колоїдні комплекси.

4) Карбонові ланцюги.

Молекули гумусових кислот мають, як би рихлу, губчасту будову, з багатьма внутрішніх пор, відрізняються гідрофільністю і високими сорбційними властивостями. Їх елементний склад наведений у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Елементний склад гумусових речовин, % на суху беззольну наважку

Кислоти	С	Н	О	Н
Гумінові	52-62	3-5,5	30-33	3,5-5,0
Фульвокислоти	44-49	3,5-5,0	44-49	2,0-4,0

Гуміфікація здійснюється у визначених умовах навколишнього середовища. У зв'язку з різноманітністю цих умов кінцеві продукти гуміфікації також неоднакові. Звичайно, відмічається різноманітність умов середовища, підкреслюючи наступні фактори гуміфікації: маса рослинних залишків, хімічний склад гуміфікуючих речовин, режим вологості і аерації ґрунту, реакція середовища і окисно-відновлювальні умови, інтенсивність діяльності мікроорганізмів, гранулометричний склад і інші особливості мінеральної частини ґрунту.

Одні й ті самі умови можуть іноді здійснювати протилежний вплив на процес гуміфікації. Наприклад, збагачення ґрунтів кальцієм при сприятливих умовах активізує мікрофлору і прискорює процеси трансформації рослинних

залишків, але одночасно підвищує стійкість органічних сполук за рахунок їх взаємодій з кальцієм, що може знизити темп гуміфікації.

Органічні речовини ґрунту проходять складний шлях перетворення від простого до складного від складного до простого. Кожен рік у верхніх шарах кори вивітрювання протікає синтез свіжих гумусових речовин. Початок цього обумовлено надходженням у ґрунт органічних залишків рослинного і тваринного походження. У ґрунтознавстві дане явище рахується одним із елементарних ґрунтових процесів, яке властиве усім типам ґрунтоутворення.

Встановлена біохімічна суть гуміфікації як специфічного ґрунтового процесу перетворення целюлози, білків, лігніну та інших хімічних сполук рослинних залишків у різноманітні компоненти ґрунтового гумусу. Гуміфікацію можливо розглядати як процес перетворення органічних залишків, що відбувається під впливом як біохімічних, так і чисто хімічних агентів і ведучої до формування найбільш стабільної у конкретних екологічних умовах системи специфічних (власне гумусових) та неспецифічних органічних сполук.

Існують різні підходи до трактування та створенню наукових теорій походження гумусу.

Мікробіологічна концепція утворення ґрунтового гумусу зародилася у минулому столітті працями С.П. Костічева. У подальшому її розвивали ґрунтові мікробіологи – С.Н. Виноградский, Д.М. Новогрудский і та інші. Ця теорія до останнього часу не отримала свого широко визнання. Суть її в тому, що ґрунтові мікроорганізми серед продуктів внутріклітинного мікробного синтезу продукує речовини, подібні за будовою з гуміновими кислотами – темно цвітні хромопротеїди – пігменти меланоїдного типу. Особливо це стосується меланопротеїдів грибів, містячи азот в гетероциклах. Таким чином, згідно цієї теорії, синтез меланопротеїнів порівнюється з внутріклітинним утворенням мікроорганізмами гумінових кислот. Ці речовини завдяки своїй стійкості до мікробного розкладання можуть

накопичуватись у ґрунтах і прямо або шляхом включення у якість основи гумусових речовин сприяють утворенню ґрунтового гумусу.

Найбільш розповсюджені схеми гуміфікації, запропоновані М.М. Кононовой, і Л.Н. Александровой. М.М. Кононова вважає, що специфічної реакції гуміфікації являється конденсація ароматичних сполук фенольного типу з амінокислотами і протеїнами. Джерело структурних одиниць – продукти розпаду лігнінів, танінів, фенольні з'єднання продуктів метаболізму мікроорганізмів, амінокислоти, пептиди частинного розпаду і синтезу білкових сполук.

Л.Н. Александрова підкреслює протяжність і різноманітність окремих ланок гуміфікації. На першій стадії ведучим являється процес кислотоутворення у результаті біохімічного окислення продуктів розкладання органічних залишків. При цьому відбувається фракціонування системи утворення гумусових кислот за ступенем розчинності на групи гумінових кислот і фульвокислот. У ґрунті формується складна система вільних гумінових кислот та їх орґано-мінеральних похідних. Одночасно утворюється і азотна частина гумінових кислот. На другій стадії гуміфікації в гумінових кислотах поетапно зростає ступінь ароматизації у наслідку частинного відщеплення аліфатичних ланцюгів, дезамінування і внутрішньо молекулярних перегрупувань. Ця стадія дуже довга, ускладнююча постійним надходженням знову утворюючих гумусових речовин. Третя стадія трансформація гумусових речовин – їх поступова мінералізація.

Конденсаційна теорія М.М. Кононовой не виключають участь високомолекулярних фрагментів в процесі гуміфікації. Гіпотеза Л.Н. Александровой у свою чергу не виключає реакцій конденсації в процесі гуміфікації. Таким чином, можна вважати, що обидва ці шляхи гуміфікації можливі і реально існують у природі.

У загальному виді взаємозв'язок між процесами мінералізації і гуміфікації, між основними джерелами гумусових речовин і самими гумусовими речовинами можливо представити як постійно відбуваючийся

розпад, доходячий до різних ступенів і одночасно постійно ідучий синтез, починаючийся з любого етапу розкладання.

Д.С. Орлов запропонував кінетичну теорію гуміфікації, підпорядковане рівнянню:

$$H = f(Q, I, t),$$

де H – ступень гуміфікації,

Q – загальний об'єм надходячих у ґрунт рослинних залишків,

I – інтенсивність їх трансформації залежної від швидкості окремих стадій процесу і пропорціональної біохімічної активності ґрунту;

t – час дії ґрунту на надходячи залишки.

Глибину гуміфікації можливо зв'язати з загальним рівнянням біохімічної (або біологічної) активності ґрунту.

Теорія фрагментарного оновлення гумусових речовин А.Д. Фокина оснований на тому, що продукти розкладання органічних речовин можуть не формувати в цілому гумусову молекулу, а включається шляхом конденсації спочатку в периферичні фрагменти уже сформованих молекул, а потім циклічні структури.

Згідно цієї теорії, результатом біохімічної трансформації рослинних залишків і гумусових речовин являється формування системи специфічних (гумусових) і неспецифічних органічних сполук, термодинамічно найбільш стійких в даних умовах. При цьому одне із найбільш загальних властивостей цієї системи – її динамічність. Внутрішньорічна зміна системи гумусових речовин підпорядковується зазначеній циклічності, яка приводить її (систему) в один і той же час до зазначеного стабільного стану.

Аналізуючи характер гуміфікації, зазвичай в першу чергу відмічають інтенсивність гумусотворення, вміст в гумусі азоту, співвідношення гумінових і фульвокислот, не насиченість і насиченість гумусу лугами, лужноземельними елементами і залізо-алюмінієвим комплексом.

Гумінові кислоти (ГК) індефікуються своєю нерозчинністю в кислотах і легкою розчинністю в розчинах лугів, із яких вони осаджуються при

підкислені. ГК мають інтенсивний бурий (бурі лісові ґрунти) або чорний (чорноземи, деревні ґрунти) колір, який надає ґрунтам темне забарвлення навіть при невисокому вмісті гумусу. У сухому стані ГК нерозчинні у воді. Однак свіжоосаджені, тільки що утворені ГК повільно розчиняються у воді. Ця здатність грає важливу роль у русі гумусу чорноземах і в формуванні міцного гумусового профілю у ґрантах під трав'янистими біоценозами.

ГК інтенсивно поглинають кальцій і випадають в осад у вигляді гуматів кальцію. Ця сіль стійка до розчинення і має нейтральну реакцію. Тому такої великої стабільності і характеризуються гумусові профілі чорноземів. Разом з тим ГК активно взаємодіють з катіонами заліза і алюмінію, утворюючи стійкі комплексні сполуки. Ці сполуки володіють кислою реакцією, так як не всі кислотні групи зв'язуються з полуторними окислами. Органомінеральні комплекси ГК стійкі до мікробіологічного розкладання, і це сприяє накопиченню гумусу в ґрунтах. Ненасичені фракції ГК здатні розкладати мінерали, але не насиченість цих речовин – явище рідке у природі. З мінералами монтморillonітової групи ГК утворюють міцні комплекси чорного кольору, надаючи антрацитовий колір великої групи слитоземів, хоч загальна кількість гумусу у цих ґрунтах дуже мала.

Ємність обміну ГК складає 400-500 м.-екв. на 100 г сухої речовини, при цьому головним обмінним катіоном являється кальцій. При насичені ГК обмінним натрієм утворюються золі гуматів натрію, інтенсивно рухомі в таких ґрунтах, як солончаки.

Фульвокислоти (ФК) гумусу відрізняються розчинністю в кислотах і лугах, а також частково у воді. ФК, розчиняючись у воді, можуть давати дуже концентровані кислі розчини. Їх колір – від соломино-жовтого до помаранчевого.

Значима поглинальна здатність ФК. Їх катіона ємність обміну складає 600-800 м. – екв. на 100 г сухої речовини ФК.

З катіонами калію, натрію, амонію, кальцію і магнію ФК утворює водорозчинні солі. В залежності від умов з полуторними окислами ФК

утворює сполуки, які або знаходяться в розчині, або випадають в осад. Чим більше на одиницю полуторних окислов приходитьсЯ ФК тим більше розбавлений розчин, тим більше рухомість сполук. Такі умови спостерігаються у верхній частині підзолистих ґрунтів в елювіальному горизонті А₂. При зростанні концентрації і при значній перевазі у розчинах сполук заліза та алюмінію спостерігається осадження компонентів. Це характерно для ілювіальних горизонтів.

ФК в ненасиченому стані відрізняється значимою агресивністю по відношенню до силікатної та алюмінієвої частинами ґрунтів, руйнуючи мінерали хімічно. З цими властивостями пов'язано їх активна участь у подзолотворюючому процесі. При нейтралізації фульвокислот двохвалентними і трьохвалентними катіонами, що характерно для буроземоутворення, їх агресивність різко падає і підзолисті явища не проявляються.

Гуміни – найстійкіша частина гумусових речовин, не видаляюча із ґрунту лугами навіть при нагріванні. Для них характерні міцні зв'язки з мінеральною частиною ґрунту. Точніше говорити не про органічні сполуки, а про особливі органомінеральні комплекси, ймовірно, практично не піддаються процесам мікробіологічної мінералізації і мають тривале зберігання в ґрунтах і постґрунтових утвореннях (четвертині глини і суглинки).

Географічні закономірності гумусотворення вперше розробив І.В. Тюрін. Сила гумусового горизонту, вміст і запаси гумусу мають зональний характер розподілення. Максимальне гумусонакоплення проявляється у типових чорноземах лісостепу. З півночі на південь показники гумусового стану знижуються.

1.2 Екологічне значення органічних речовин ґрунту

Органічні речовини ґрунту багатогранні за своєю роллю у формуванні ґрунтової родючості, у рості і розвитку рослин. Постійна динаміка гумусу, річний синтез органічної речовини, процеси його розкладання і трансформації, зв'язування у гумусі елементів харчування, їх консервації, навпаки безперервне їх вивільнення і надходження у ґрунтові розчини – все це окремі риси складного і різноманітного життя гумусових речовин ґрунту.

Гумус – поняття не тільки хімічне та біологічне, але і екологічне. Гумусові горизонти формуються як результат безперервної зміни поколінь рослин. У то ж час гумусові горизонти – необхідна основа і засіб отримання рослинами елементів живлення і створення оптимальних екологічних умов у ґрунтовому профілі. Різноманітні групування рослин, наприклад трав'янисті і деревні, різко відрізняються за вимогами до умов навколишнього середовища. Різко різні і умови гуміфікації, визначаючий екологічний оптимум для цих рослин. Лісова підстилка (горизонт A_0), промивний водний режим, фульватний тип гумусу – така екологічна основа існування лісу. А для трав – гуміфікація за гуміновим типом, формування темнозабарвленої гумусової товщини, акумуляція у ній елементів живлення, – і все це в умовах відносно недостатньої вологості.

Як наслідок, у процесі еволюції життя при ґрунтотворені виникло складна доцільна єдність рослин і ґрунтових умов, а у більш вузькому змісті – рослин і гумусу, з якими нерозривно пов'язані багато властивостей і явищ у ґрунтах.

Природно-екологічна значимість органічної речовини ґрунтів визначається наступним:

1. Мінералізація органічних речовин – першорядне джерело надходження у ґрунти доступних рослинами елементів біофілів в концентраціях, близьких до екологічних потреб організмів. При мінералізації складних органічних сполук за участі різних груп мікроорганізмів

перетворюються у прості хімічні речовини – воду, вуглекислий газ, солі різноманітних аніонів і катіонів. У процесі мінералізації приймає участь велика частка органічних залишків: до 80-90. Продукти мінералізації потрапляють в ґрунтові розчини і в значному ступені становляться об'єктом живлення рослин тобто знову включаються у біологічний кругообіг. Мінералізації піддаються і гумусові речовини, але значно повільніше, що забезпечує регулярність і стабільність мінерального азотного і фосфорного живлення живих організмів ґрунту.

2. Гумусові речовини ґрунтів варто розглядати як консерванти сонячної енергії, яка була накопичена за рахунок процесів фотосинтезу зеленими рослинами в без рахунковій множенні неспецифічних органічних сполук, а потім трансформована у речовини ґрунтового гумусу. Поступово її вивільнення здійснюється енергетичне забезпечення багатьох ґрунтових процесів, включаючи родючість ґрунтів. Отже, ґрунтовий гумус має конкретну калорійну енергетичну значимість.

3. Гумусові речовини володіють фізіологічною активністю. Фульвокислоти і гумат натрію, виділені із різних ґрунтів, діють неоднаково. Стимулююча роль гумітів широко використовується у практиці вирощування черенково-саженців кущів. У присутності гумітів вони на багато швидше дають ріст коренів.

4. Гумус оптимізує фізичний стан ґрунту. При оцінці екологічної ролі гумусу завжди підкреслюється його позитивне значення зв'язку з утворенням агрономічноцінної структури, яка в кінцевому результаті створює для рослин сприятливі водно-повітряні властивості. Головну структуроутворюючу роль виконують гумати кальцію і заліза. Це дуже водостійкі структуроутворювачі з високими клеючими властивостями. Вони забезпечують формування у ґрунтах зернистої і пористої структури, стійкої до руйнівної дії води.

Гумусові речовини оптимізують для рослин багато фізичних характеристик ґрунтів. Чим вище вміст у ґрунтах органічних речовин, тим ширше діапазон фізичної стиглості, тобто ґрунти можуть оброблятися у

більш широкому інтервалі вологи. Багатого-гумусні ґрунти легко оброблюються, менш піддатливі до ущільнення. Ніколи не зустрічаються злиті ґрунти з високим вмістом органічної речовини.

Ґрунтовий гумус відрізняється типовими характеристиками гідрофільних колоїдів. Він збільшує водоутримуючу здатність ґрунтів, так як здатен поглинати значну кількість води.

5. Гумусовий стан ґрунтів – важливий показник кількісної оцінки родючості. Це визвано тим, що гумус виступає як інтегральний показник родючості, об'єднуючий в собі ряд властивостей ґрунтів. З гумусовими речовинами пов'язані багато умов життя рослин, які відображаються у властивостях ґрунтового профілю: міцність і багатство гумусового профілю, придатність до сільськогосподарського використання, реакція середовища, фізичний стан ґрунтової маси, її біохімічна активність та ін. Тому оцінюючи гумус ґрунтів, ми оцінюємо зразу багато ґрунтових характеристик.

В.В. Докучаєв писав, що міцність і особливість вмісту перегною, являється виразом загального комплексу усіх ґрунтоутворювачів, в тому числі і підґрунту. Єдність цих показників підтверджується їх високим зв'язком з урожайністю, спостерігаємо для різних ґрунтів. Міцність гумусових горизонтів і їх гумус вірніше розглядати в одному цілому, нерозривно зв'язуючи їх один з одним. Величина $A + AB$ представляє об'єм основної кореневмісної маси ґрунту, у якій відбувається гумусонакопичення. Вміст і запаси гумусу відображають якісні властивості кореневмісного шару. У цілому ж міцність гумусових горизонтів і запасів в них гумусу складають кількісну і якісну єдність, характеризуючи родючість ґрунтів.

6. Вплив гумусового вмісту на родючість ґрунту неоднозначно. Не для всіх рослин дотримується закономірність: великий вміст гумусу відповідає високому рівню родючості. Деякі культури байдужі до гумусового вмісту ґрунтів. Це картопля, гречиха, кавун. Вони прекрасно ростуть як на багатогумусних ґрунтах, так і на низькогумусних. А у виноградної лози та табаку на ґрунтах з високим вмістом органічної речовини різко знижується

якість врожаю. Виноградники на ґрунтах, багатих гумусом, дають продукцію з високою кислотністю і низьким вмістом цукру, а табак незадовільно ароматизований. Багаті ґрунти зазвичай рахуються незадовільними для цих рослин. Екологічний оптимум вмісту гумусу у ґрунтах для різних рослин варіює (Додаток А)[Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Поведение: Учебник для вузов., Москва: ИКЦ «МарТ», 2006. 496 с.].

1.3 Взаємодія гумусових речовин з мінеральними компонентами ґрунтів, сільськогосподарськими хімікатами та забруднювачами

Взаємодія з мінеральними компонентами. Наявність багато чисельних функціональних груп обумовлює різноманітні взаємодії гумусових речовин практично з усіма компонентами ґрунтів. У природному ґрунтоутворенні гумусові речовини активно взаємодіють з мінеральними з'єднаннями ґрунту, що надає відому стабільність гумусу і сприяє формуванню специфічних ґрунтових акумуляцій гумусу, макро- і мікроелементів мінерального живлення, у ряді випадків призводить до характерного агрегатоутворення. Інші типи взаємодії, навпаки, збільшують лабільність мінеральних компонентів, сприяючи їх виносу за межі профілю.

В умовах сільськогосподарського використання ґрунтів і різноманітного роду антропогенних впливів на агроєкосистеми і природні ґрунти виключне значення набувають взаємодія гумусових речовин з агрохімікатами і забруднювачами. Є дані, показуючи, що гумусові речовини активно впливають на поведінку у ґрунтах поживних елементів мінеральних добрив, а також різноманітних забруднювачів.

Розглянемо основні типи взаємодії гумусових речовин з компонентами мінеральної частини ґрунту, приводячи до утворення органо-мінеральних сполук.

1) Сорбція гумусових речовин мінеральними сполуками твердої фази ґрунту може відбуватися за участі різноманітних механізмів: іонного обміну,

хемосорбції, комплексоутворювальної сорбції, інтерміцелярного (точніше інтерламелярного) поглинання органічних речовин з не дуже високою молекулярною масою глинястими мінералами з розбухаючою кристалічною решіткою. Показана принципіальна можливість утворення водневих зв'язків і мостів через полівалентні катіони при сорбційній взаємодії глиняних мінералів з гумусовими речовинами. Продукти взаємодії, які утворилися називають сорбційними комплексами, глиногумусовими комплексами, мінералоорганічними сполуками. Перераховані назви можна розглядати, як синоніми. Сорбційні взаємодії грають важливу роль у формуванні мпецефічних орґано-мінеральних сполук твердої фази ґрунтів і гумусово-акумулятивних горизонтів, в стабілізації характерного гумусового профілю, в утворенні водоміцних агрегатів і мікроагрегатів. Даний тип взаємодії слід розглядати насамперед як фактор стабілізації багато чисельних хімічних, фізико-хімічних, фізичних властивостей ґрунту.

2)

РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Визначення гумусу за методом І.В. Тюріна

Існуючі методики дозволяють визначати як окремі групи гумусових речовин, так і сумарний їх вміст.

При визначенні сумарного вмісту гумусу враховують усі форми органічної речовини ґрунту. Тому при підготовці її до аналізу ретельно відбирають коріння і всі видимі органічні рештки, для того щоб по можливості виключити органічні речовини не гумусової природи.

Класичний метод визначення гумусу ґрунту розроблений російським вченим Г.Г. Густавсоном. Цей метод базується на сухому згоранні гумусу до вуглекислого газу при прокалюванні ґрунту.

Багато років і сьогодні у лабораторній практиці для визначення гумусу мінеральних ґрунтах застосовують метод Кнопа-Сабанина і метод Тюріна, оснований на згоранні органічної речовини мокрим методом. Для обчислення кількості органічної речовини у торф'яних ґрунтах визначають втрати при прокалюванні [Практикум по почвоведенью/Під. Ред. И.С. Кауричева – 3-е узд., перераб. и доп., Москва: Колос, 1980, 272 с.].

Метод І.В. Тюріна відрізняється простотою, точністю, і швидкістю визначення гумусу. Його широко застосовують при масових аналізах ґрунтів.

Метод базується на окисненні гумусу ґрунту 0,4 н. розчином калію дихромовокислого у сульфатній кислоті з подальшим фотоколометричним визначенням трьохвалентного хрому, еквівалентного вмісту гумусу.

Цим методом неможна визначать гумус у ґрунтах, сильно засолених хлоридами, а також що містять закисне залізо і велику кількість марганцю. Карбонати у ґрунті не заважають визначенню гумусу.

Хід аналізу. 1. Із підготовленого для аналізу ґрунту беруть наважку на аналітичних або торсійних вагах. Величина її залежить від вмісту гумусу в аналізуємому ґрунті: чим більше в ній гумусу, тим менше наважка

Вміст гумусу (в %)	Наважка (в г)
>10	0,1
10-5	0,2
5-1	0,3
1-0,5	0,4
<0,5	0,5

При зважуванні на аналітичних вагах наважку ґрунту варто брати в зважену суху пробірку.

2. Наважку ґрунту висипають повільно, не розпилюючи, на дно конічної колби об'ємом 100 мл.

3. Приливають в колбу з ґрунтом із бюретки точно 10 мл 0, 4н. розчину дихромовокислого калію, розчиненого у сірчаній кислоті і вміст повільно перемішують круговим рухом колби.

4. У горло колби вставляють маленьку воронку, яка слугує холодильником, ставлять колбу на азбестову сітку і нагрівають рідину на слабкому полум'ї газової горілки (або на електроплиті). По мірі нагрівання із рідини виділяються мілкі пухирі CO_2 , які при закипанні рідини (що спостерігається через 3-5 хв.) будуть більш крупними. Відмічають час початку закипання та помірно кипіння продовжують 5 хвилин. Слідкують за колбою і не допускають бурного кипіння, супроводжувачого виділенням парів через воронку. При сильному і довготривалому кип'ятінні збільшується концентрація сірчаної кислоти, що може привести до розкладання хромової кислоти, а звідси і невірним результатам аналізу.

5. Після кипіння колбі дають вичахнути, і її вміст переносять у колбу ємністю 500 мл. Спочатку обмивають і виймають воронку, а потім наливають у колбу на 100 мл дистильованої води і вміст переливають у велику колбу на 500 мл, куди попередньо наливають біля 100 мл дистильованої води.

Після цього маленьку колбу декілька разів ополіскують водою, виливаючи її кожен раз у велику колбу, поки в ній не набереться 300 мл розчину.

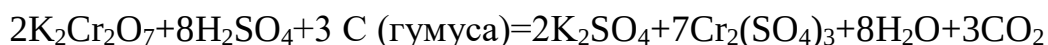
6. До отриманого у великій колбі розчину додають 10 крапель 85% фосфорної кислоти і 8 крапель дифеніламіну, все ретельно перемішують і титрують залишок хромовоокислого калію (хромової кислоти), 0,2 н. розчином солі Мора до переходу кольору розчину із бурого в зелений.

Спочатку титрована рідина набуває темно-красно-фіолетове (буре) забарвлення, яка перед кінцем титрування переходить у інтенсивно-синю, а у кінці титрування – сірувато-зеленувату. При невеликому надлишку солі Мора рідина набуває ярко-зелене забарвлення. До переходу бурого забарвлення у синю сіль Мора потрібно приливати невеликими порціями, а після появи синього забарвлення і до її переходу в зелену – по краплям, ретельно перемішуючи розчин у тому і іншому випадку.

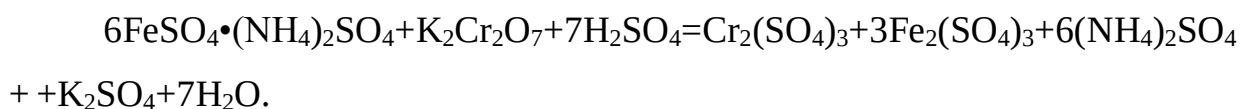
7. Дифеніламін додають, як індикатор, а фосфорна кислота, знешкоджує вплив іонів окисного заліза, обумовлює різкий перехід синього забарвлення в зелене.

По закінченню титрування відмічається і записують число мілітрів Солі Мора, що йде на титрування залишку хромового кислого калію.

При нагріванні хромовокислого калію у сірчаній кислоті у присутності гумусу ґрунту відбувається окислення останнього до CO_2 :



При титруванні сіллю Мора надлишку хромовокислого калію (не використаного на окислення гумусу) відбувається реакція:



8. Встановлюють, скільки солі Мора іде на титрування 10 мл розчину хромовокислого калію в сірчаній кислоті (холосте визначення).

Вміст гумусу розраховують за формулою:

$$A = \frac{(a - b) \cdot K_M \cdot 100 \cdot 0,0010362 \cdot K_{\text{H}_2\text{O}}}{C}$$

де А – вміст гумусу (в % маси сухого ґрунту);

a – кількість солі Мора, яке пішло на холосте титрування 10 мл хромовокислого калію;

b – кількість солі Мора, яке пішло на титрування залишку хромовокислого калію;

K_M – поправка до титру моля Мора;

0,0010362 – коефіцієнт перерахунку на гумус, так як 1 мл 0,2 н. солі Мора відповідає вказаній кількості гумусу;

$K_{\text{H}_2\text{O}}$ – коефіцієнт гігроскопічності для перерахунку на сухий ґрунт;

C – наважка повітряно-сухого ґрунту (в г).

2.2 Визначення гумусу за методом І.В. Тюріна у модифікації В.Н. Сімакова

У модифікації В.Н. Сімакова визначення гумусу спочатку і до моменту закінчення п'ятихвилинного кип'ятіння відбувається аналогічно як і за Тюріним (пункти 1, 2, 3, 4) Після кип'ятіння колбі дають вичахнути. Із промивалки обмивають дистильованою водою воронку і стінки колби, доводячи у ній об'єм до 30-40 мл. Додають в колбу 4-5 крапель 0,2%-го розчину фенилантранилової кислоти і титрують, 2 н. розчином солі Мора. Кінець титрування визначають переходом вишнево-фіолетового забарвлення в зелений. Розраховують результати аналізу і холостого титрування так же, як і за Тюріном.

3.1 Порівняння вмісту гумусу в різних областях України

Сучасна динаміка хімічних властивостей ґрунту може бути, оцінена по даним вмісту гумусу, рухомих сполук фосфору та калію. Ці дані визначаються масово для кожного поля пашни 1 раз на 5 років, починаючи з 1966 р. Крім того, такі дані були отримані ще раніше під час крупномаштабного ґрунтового обстеження. Потім подібні виміри здійснені, по крайній мірі, ще раз під час корегувальних робіт 60-80-ті роки. У результаті отриманий великий матеріал [Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция. Итоги. Задачи (2-ое пересмотренное и дополненное издание). Харьков: КП «Городская типография», 2012. 536с.]

За вказаний період вміст гумусу у ґрунтах України зменшився. При цьому у перші 20 років (1961-1980 р.), коли середньорічна норма органічних добрив в Україні складала 5,8 т/га кожен рік втрати гумусу складали 0,25 т/га (Додаток Б). За період 1981-1990 р., коли норма органічних добрив складала 8,6 т/га втрати гумусу зменшилися до 0,1 т/га. Ця закономірність спостерігалась і в окремих ґрунтово-кліматичних зонах (Степ, Лісостеп, Полісся).

З 1991 до 1995 р. об'єм внесення органічних добрив знов зменшився у середньому за рік до 5, 8 т/га, що обумовило зростання втрати гумусу до 0, 25 т/га. У наступні роки внесення навозу продовжувало залишатися на низькому рівні, внаслідок чого постійно від'ємним був баланс гумусу (табл. 3.1.). Це означає, що всі інші властивості і в загальній родючості в останні роки погіршилась.

Таблиця 3.1

Вміст і баланс гумусу в пахотних ґрунтах України 2005 р.

Зона	Вміст гумусу, %	Внесення навозу, т/га	Баланс гумусу, т/га
Україна	3,15	0,8	-0,419

Спостереження за вмістом гумусу в ґрунтах Київської обл. здійснюються фахівцями ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» починаючи з V туру агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (1986–1990 рр.). Інформація, накопичена у процесі обстеження сільськогосподарських угідь, дає змогу простежувати зміни вмісту гумусу, що відбулися впродовж V–X турів (1986–2015 рр.) у ґрунтах області (рис. 1).

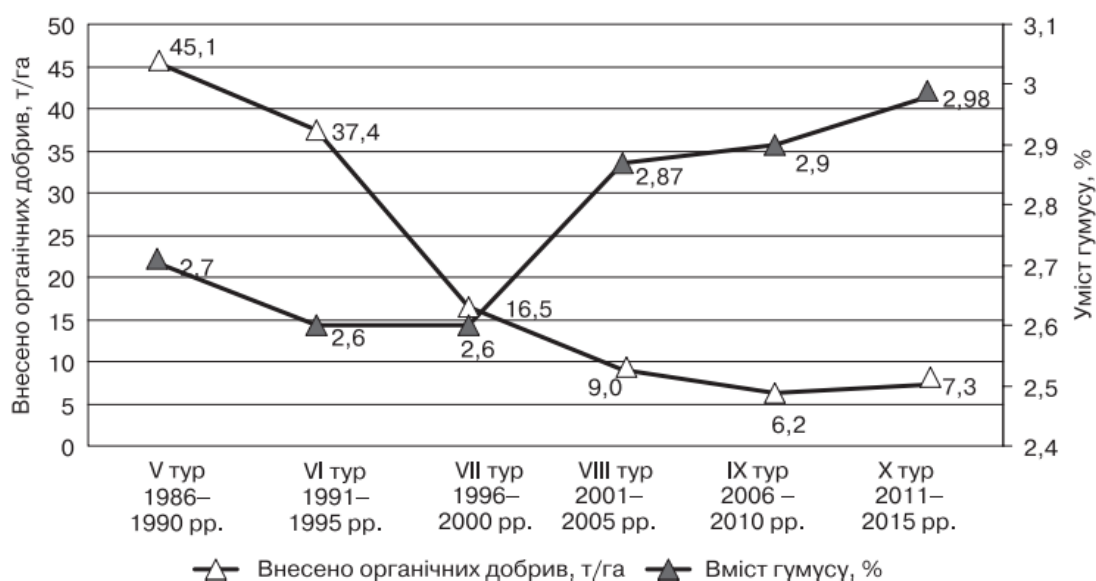


Рис. 3.1. Динаміка умісту гумусу і внесення органічних добрив за турами обстежень

Упродовж цього періоду показник вмісту гумусу істотно змінювався. Під час обстеження у V турі середньозважений уміст гумусу в ґрунтах області становив 2,7%, що відповідає середньому рівню забезпечення. Зменшення обсягів внесення органічних добрив у VI турі агрохімічної паспортизації (на 7,7 т/га порівняно з V туром) не зумовило істотного зниження вмісту гумусу. Середньозважений показник у вказаному турі становив 2,6%. За подальшого доволі різкого зменшення внесення органіки (на 20,9 т/га порівняно з VI туром) у VII турі вміст гумусу залишився на рівні попереднього туру.

Упродовж наступних трьох турів (VIII–X) відзначалося різке підвищення вмісту гумусу в ґрунтах області на фоні не менш різкого

зменшення норм внесення органіки. Так, за останніх 15 років уміст гумусу в ґрунтах Київської обл. зріс на 0,38%, а саме: з 2,6% у VI турі до 2,98% — у X. Проте, згідно із групуванням ґрунтів за ступенем забезпеченості, показник не перевищив межі градації V туру (середній уміст)

Результатами моніторингу динаміки показників «уміст гумусу» та «внесення органічних добрив» за турами обстежень встановлено, що лише зниження вмісту гумусу в VI турі агрохімічної паспортизації може бути зумовлено зниженням кількості внесених органічних добрив. Слід зауважити, що подальша стабілізація та інтенсивне зростання вмісту гумусу в ґрунтах області не залежить від рівня застосування органічних добрив.

Оскільки взаємозв'язок між зростанням вмісту гумусу та внесенням органічних добрив не встановлено, проаналізовано показник «уміст гумусу» з іншим, не менш важливим чинником — «обстежена площа», за турами агрохімічної паспортизації (рис.3. 2).

За результатами досліджень встановлено, що підвищення вмісту гумусу в ґрунтах області, починаючи з VIII туру агрохімічної паспортизації, корелює з виведенням з обробітку еродованих, малопродуктивних земель з низьким умістом гумусу та, у підсумку, доволі значним зменшенням обстеженої площі: з 1094,8 — у V до 761,4 тис. га у X турі. Обстежена у X турі площа порівняно з V туром зменшилася на 333,4 тис. га (30,5%), що еквівалентно відповідному показнику шести середніх за площею адміністративних районів Київської обл.

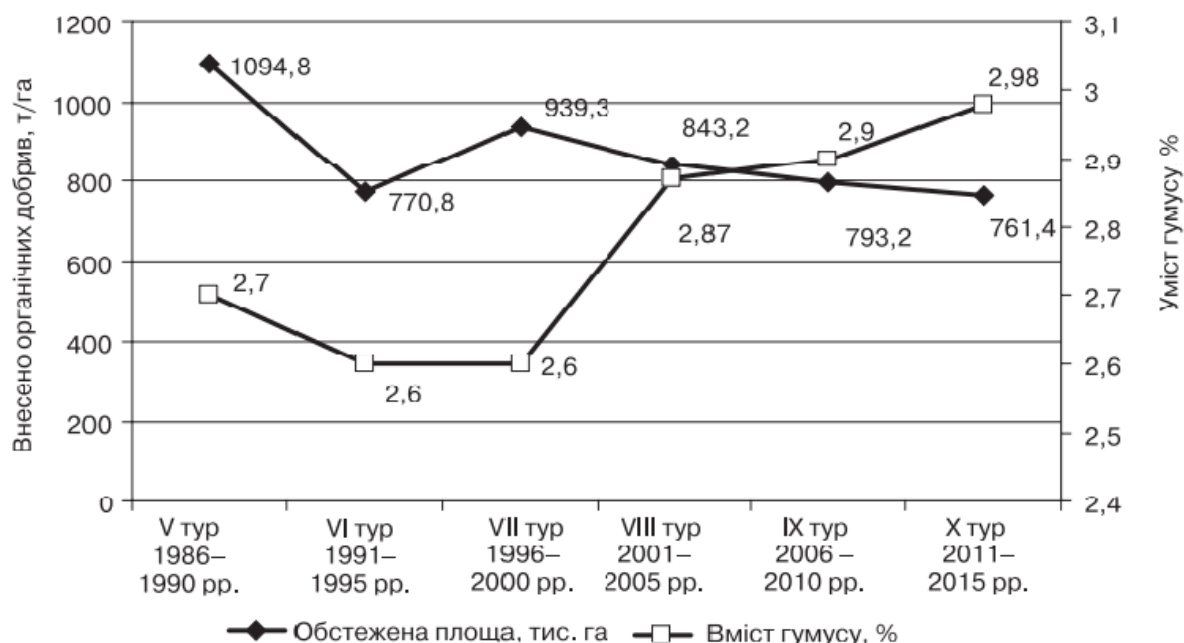


Рис. 3.2. Уміст гумусу і обстежені площі за турами агрохімічної паспортизації земель

Результатами кореляційного аналізу встановлено обернено пропорційний зв'язок середньої сили ($r = -0,44$) між показ- $= -0,44$) між показниками «обстежена площа» та «уміст гумусу».

За результатами X туру агрохімічної паспортизації, 11 районів Київської обл. характеризуються підвищеним умістом гумусу, 11 — середнім і лише три — низьким (Додаток В.). У 12 районах уміст гумусу на 0,05–0,71% перевищує середньозважений показник у області. Найвищий уміст гумусу зафіксовано у Ставищенському (3,69%), Білоцерківському (3,54) та Яготинському (3,52) районах, найнижчий — у Макарівському (1,88%).

Аналізуючи динаміку вмісту гумусу за 29 років досліджень встановлено, що з 25 районів області рівень його вмісту збільшився у 19 районах. Збільшення показника варіює у межах 0,03–0,99%. У 17 районах спостерігається істотне скорочення обстежених площ (3,4–43,2 тис. га) та лише у Бориспільському та Ставищенському районах зафіксовано підвищення вмісту гумусу на фоні деякого зростання обстежених площ (4,7 та 8,7 тис. га відповідно). Більшість районів, де виявлено значне збільшення

вмісту гумусу, відносяться до перехідної та поліської зон Київської обл. Землі цих районів дедалі частіше виводяться з обробітку через еродованість, малопродуктивність та низький уміст гумусу. Тому різке зростання вмісту гумусу в Іванківському (0,80%), Бородянському (0,76), Поліському, Яготинському (0,52%) та інших районах поліської та перехідної зон може бути обумовлено виведенням з обробітку низькопродуктивних земель, тобто зменшенням обсягів обстежуваних площ.

Водночас у п'яти районах області (Рокитнянський, Кагарлицький, Обухівський, Миронівський, Переяслав-Хмельницький) спостерігається тенденція до зниження вмісту гумусу в ґрунтах (0,01–0,59%). Проте лише у Переяслав-Хмельницькому р-ні, де зниження вмісту становить 0,59%, ґрунти за ступенем забезпеченості перейшли до нижчої градації (з підвищеного до середнього вмісту). Однак не лише активне виведення з обробітку малопродуктивних земель позначилося на зростанні показника вмісту гумусу в ґрунтах Київської обл. Основним джерелом поповнення ґрунтів органічною речовиною є побічна продукція та рослинні рештки сільськогосподарських культур, кількість яких з кожним роком збільшується. Так, обсяги приорування соломи за 2011–2015 рр. становлять 4525,2 тис. т (8380,2 тис. т/га у перерахунку на еквівалент гною), що порівняно з 2006–2010 рр. більше у 4,4 раза.

Порівняно з V туром (1986–1990 рр.) агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, у X турі зафіксовано значне зростання вмісту гумусу в ґрунтах Київській обл. як у більшості районів, так і загалом. Унесення післяжнивних решток, виведення з обробітку малородючих ґрунтів, особливо поліської зони, та, у підсумку, зменшення обстежених площ є основним поясненням підвищення середньозваженого показника вмісту гумусу в ґрунтах Київській обл.

Гумусний стан земель сільськогосподарського призначення Вінницької області досліджено Вінницькою філією інституту «Укрземпроект» та

Вінницькою філією ДУ «Держґрунтохорона» за останні тури агрохімічного обстеження.

Вміст гумусу в ґрунтах області підпорядкований певній зональності і зумовлений особливостями генезису ґрунтів. Найбільш поширеними ґрунтами в області є опідзолені ґрунти, з яких приблизно – 90 % орні землі. Середній вміст гумусу в ясно-сірих опідзолених ґрунтах – 1,85 %, темно-сірих опідзолених – 2,77 % і чорноземах опідзолених – 3,39 %, чорноземах типових – 4,01 %. За даними Вінницького філіалу інституту «Укрземпроект» середній вміст гумусу в ґрунтах області – 2,76 %. Найвищий вміст його мають ґрунти Липовецького (4,02 %), Хмельницького (4,08 %), Калинівського (3,48 %), Козятинського (3,67 %) районів, найнижчий у Барському (1,83 %), Жмеринському (1,72 %), Тиврівському (1,88 %) і МурованоКуриловецькому (1,94 %) та Шаргородському (1,97 %) районах. За результатами останніх агрохімічних обстежень філіалу «Держґрунтохорони» встановлено, що порівняно з попереднім туром обстеження середньозважений показник вмісту гумусу підвищився в усіх обстежених районах і був на рівні 2,77 %. Так, відповідно вміст гумусу підвищився в Крижопільському з 2,66 до 2,88 %, Немирівському – з 2,18 до 2,47 %, Піщанському – з 2,88 до 3,12 %, Тульчинському – з 2,18 до 2,28 %, Чечельницькому – з 3,00 до 3,16 % та Ямпільському – з 3,05 до 3,13 %. Проте ці незначні зміни по вмісту органіки в ґрунтах в цілому не змінюють загального досить низького вмісту гумусу по області. Отже, за результатами вищевикладеного матеріалу доведено, що ґрунтовий покрив Вінницької області вже сьогодні викликає серйозне занепокоєння. Так як середній вміст гумусу в ґрунтах області дорівнює 2,77 % при можливому вмісті 4,00 % і більше. Сучасні шляхи відновлення запасів гумусу, насамперед, пов'язані з біологізацією землеробства, тобто зменшенні норм мінеральних добрив зі збільшенням у сівозмінах частки багаторічних бобових трав та застосування ґрунтозахисних технологій із безполицевими системами обробітку ґрунту.

Серед областей України найвищий вміст гумусу мають ґрунти Харківської (4,1 %), Дніпропетровської (3,77) Донецької (3,8 %) і Кіровоградської (4,11 %), Луганської (3,91 %), Одеської (3,77 %), Сумської (3,5 %) областей, а найнижчий – Волинської (1,56 %) і Житомирської (1,92 %) (додаток Б, табл. Б.1, рис. Б.1).

Порівнюючи з попереднім туром обстеження, спостерігається підвищення вмісту гумусу в ґрунтах Івано-Франківської, Львівської, Одеської, Рівненської та Чернівецької областей, де середньозважений показник збільшився на 0,18 %, 0,19 %, 0,42 %, 0,12 % та 0,3 % відповідно.

Найбільші втрати гумусу відбулися в ґрунтах Донецької (0,37 %), Запорізької (0,12 %) та Хмельницької (0,12 %) областей. Значне зменшення цього показника в Донецькій області пов'язане з малою обстеженою площею.

За результатами агрохімічної паспортизації ґрунти з дуже низьким вмістом гумусу займають 1 % від обстеженої площі, що становить 240,4 тис. га, низьким – 14 % (2646,2 тис. га), середнім – 27 % (5158,7 тис. га), підвищеним – 35% (6485,2 тис. га), високим – 20% (3714,3 тис. га) та дуже високим – 3 % (579,9 тис. га) (рис. 3.3).

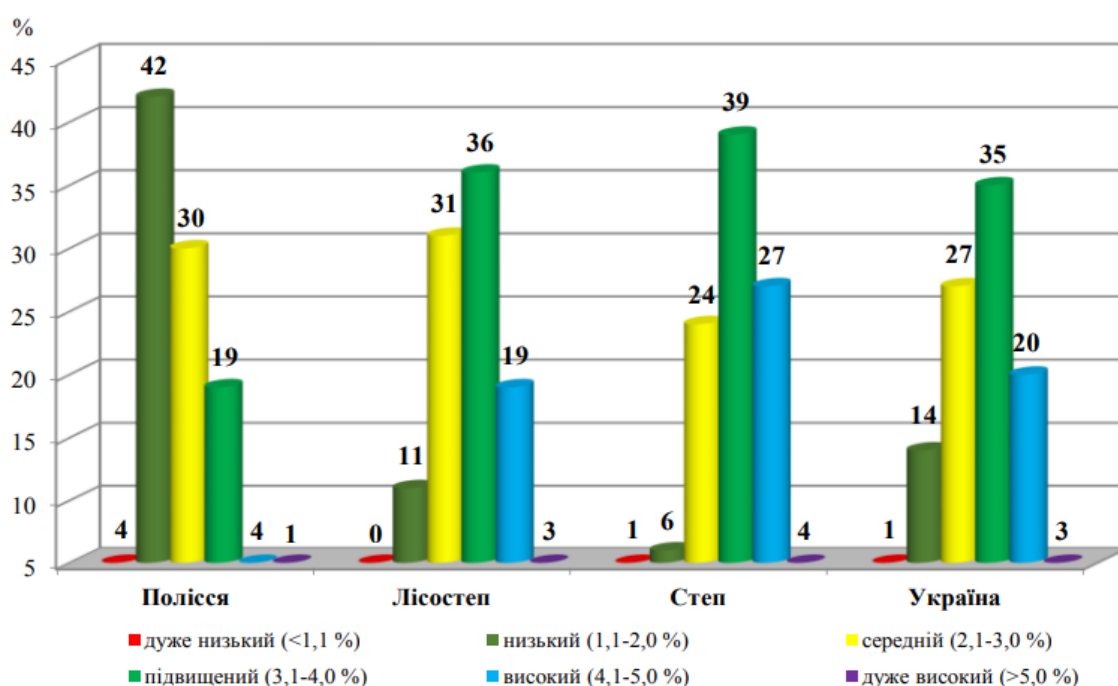


Рис. 3.3. Розподіл площ сільськогосподарських угідь України за вмістом гумусу

Переважна більшість обстежених ґрунтів (62 %) характеризується середнім та підвищеним вмістом гумусу і становить 11643,9 тис. га, з яких 14 % (1617,4 тис. га) зосереджені в Поліссі, 41 % (4724,8 тис. га) – Лісостепу та 45 % (5302,3 тис. га) – Степу України.

Площі ґрунтів, які мають низький та дуже низький вміст гумусу зосереджені, в основному, в поліській зоні – 53 % (1530,4 тис. га), де переважають легкі малогумусні ґрунти. У лісостеповій та степовій зонах ці площі становлять 27 % (770,3 тис. га) та 20 % (585,9 тис. га) відповідно.

Площі земель сільськогосподарського призначення за вмістом гумусу в розрізі ґрунтово-кліматичних зон розподілились нерівномірно. У зоні Полісся значну частину становлять ґрунти з низьким та середнім вмістом гумусу, які займають 2374,6 тис. га, що становить 71 % від обстеженої площі, в зоні Лісостепу – з середнім та підвищеним його вмістом – 4724,2 тис. га (67 %), а зоні Степу – з середнім, підвищеним та високим вмістом цього показника – 7547,4 тис. га (89 %).

Найбільший відсоток ґрунтів з дуже високим вмістом гумусу знаходиться в Донецькій, Кіровоградській, Одеській та Харківській областях, де ці ґрунти займають 18 %, 9 %, 11 % та 13 % відповідно. Площі з високим його вмістом виявлено в Кіровоградській (49 %), Луганській (52 %) та Харківській (54 %) областях (див. Додаток Б, табл. Б.1., рис. Б.1)

Найбільший відсоток площ ґрунтів з низьким вмістом гумусу, залежно від обстеженої площі, зосереджений в регіонах поліської зони (крім ІваноФранківської області).

Площі з найбільшим відсотком ґрунтів, які мають дуже низький вміст цього показника, знаходяться у Волинській області і становлять 18 % від обстеженої площі.

Проведені наукові дослідження свідчать про незначні зміни в структурі площ сільськогосподарських угідь протягом останнього туру. Порівнюючи з IX туром обстеження, площі земель сільськогосподарського призначення з середнім вмістом гумусу зменшилися на 2 %, натомість ґрунти з підвищеним,

високим та дуже високим вмістом збільшилися на 1 %. Відсоток площі з дуже низьким та низьким його вмістом залишилися на рівні попереднього туру (рис. 3.4)

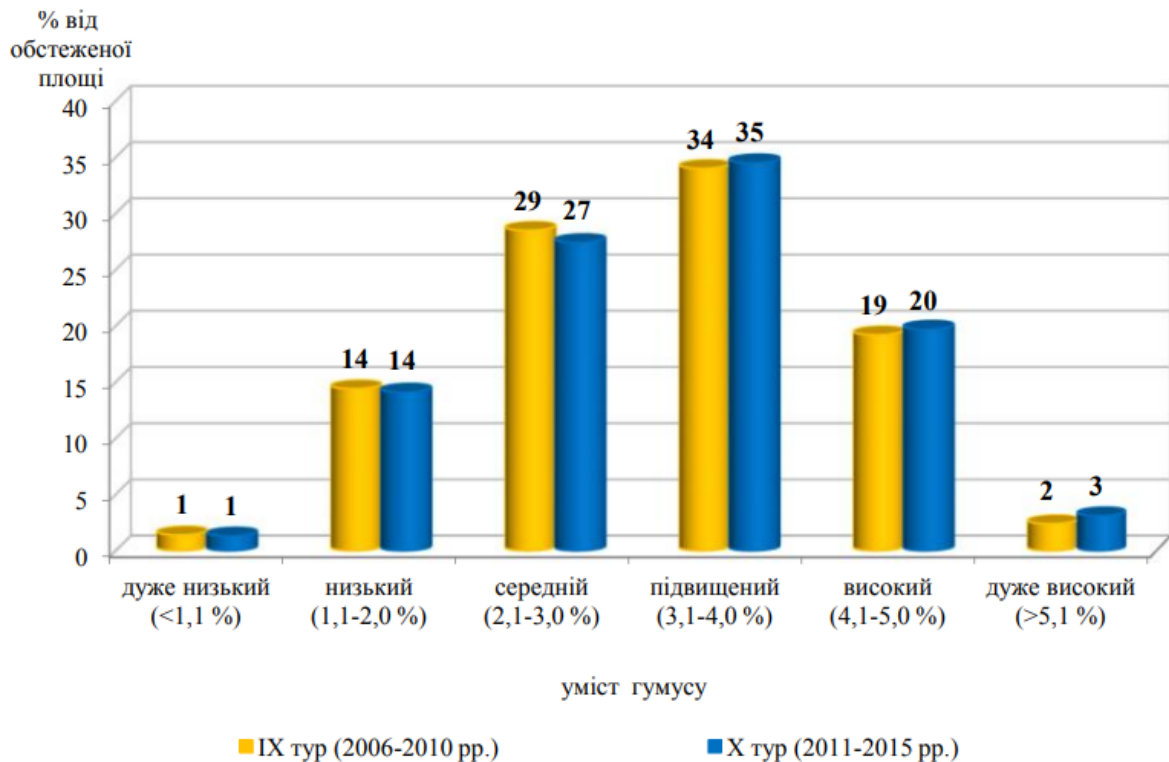


Рис. 3.4. Динаміка площ ґрунтів України за вмістом гумусу

Згідно з результатами обстеження в зоні Полісся на 1 % зменшилися площі земель з дуже низьким та низьким вмістом гумусу, а на 2 % збільшилися площі з середнім вмістом. Відсоток сільськогосподарських угідь з підвищеним, високим та дуже високим вмістом показника відповідно до обстеженої площі не змінився.

У зоні Лісостепу, порівнюючи з попереднім туром, змінилися лише площі з низьким (зменшилися на 1 %) та високим (збільшилися на 2 %) вмістом гумусу, а площі з дуже низьким, середнім, підвищеним та дуже високим його вмістом залишилися на рівні IX туру обстеження.

Також зазнали змін землі сільськогосподарського призначення в зоні Степу: площі ґрунтів із середнім вмістом гумусу зменшилися на 3 %, а з високим та дуже високим вмістом збільшилися на 1 %.

натомість площі з підвищеним його вмістом збільшилися на 2 %, а з високим і дуже високим – на 1 %. Площі сільськогосподарських угідь з дуже низьким та низьким вмістом цього показника, порівнюючи з попереднім туром обстеження, залишилися незмінними

3.2 Порівняння вмісту гумусу на ріллі від цілини

Вивчення направленості трансформації і динаміки органічної речовини ґрунтів Степу здійснювали на підставі узагальнення показників вмісту та запасів гумусу залежно від особливостей та інтенсивності їх сільськогосподарського використання. Для виконання поставленої мети залучали результати стаціонарного дослідження лабораторії родючості ґрунтів (Дослідне господарство „Дніпро” Інституту зернового господарства), де протягом тривалого часу (25 років) вивчали ефективність систематичного внесення добрив. Штучно створений агроценоз представляв 6-ти пільну сівозміну з наступним чергуванням культур: чорний пар, озима пшениця, озима пшениця, кукурудза на зерно, ячмінь, суданська трава. Природним еталоном умов цілини слугувала ділянка 55-річного перелугу, а інтенсивно оброблюваної ріллі – поряд розташоване поле. Знаходяться ці землі в межах землекористування Ерастівської дослідної станції Інституту зернового господарства.

За агроґрунтовим районуванням України [Кисіль В.Д. Агроґрунтові райони степової чорноземної зони / В.Д. Кисіль // Агрохімія і ґрунтознавство. – 1969. – Вип. 12. – С. 109–142.] території дослідних станцій належать до провінції Степу північного Правобережно-Дніпровського. Ґрунтовий покрив – чорнозем звичайний малоґумусний важкосуглинковий на лесі. Вміст гумусу становить 4,0–4,4%, загального азоту – 0,21–0,23%, фосфору – 0,11–0,13%, калію – 2,0–2,2%. Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної (рН 6,5–6,9). Забезпеченість рухомими формами елементів живлення на рівні: мінерального азоту – 30,0–35, 5 мг/кг, P_2O_5 і K_2O (за Чириковим) – 105–125 і 120–145 мг/кг відповідно. Клімат помірно континентальний з

середньобогаторічною температурою за рік 8,2–8,5 °С, сумою опадів – 510–514 мм.

Ґрунтові зразки відбирали по горизонтах профілю: у досліді – в заключному полі сівозміни, на ділянках перелогу і ріллі – в травні – червні. Попередню підготовку зразків до аналізу проводили згідно з ДСТУ ISO 11464:2001 [Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:1994, IDT): ДСТУ ISO 11464:2001. – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспожив-стандарт України, 2003. – IV, 13 с. – (Національний стандарт України)]. В зразках визначали вміст органічної речовини за ДСТУ 4289:2004 [Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 13 с. – (Національний стандарт України)]. Статистичну обробку експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим з використанням пакету програм Excel.

Відомо, що ґрунт як самостійне природне тіло і компонент екосистеми являє собою складну систему, де постійно триває обмін речовини та енергії з навколишнім середовищем, а вміст гумусу визначається інтенсивністю надходження органічної речовини та величиною її біологічних втрат внаслідок процесів мінералізації, ерозії тощо [Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів / Б.С. Носко. – Х.: Вид-во. 13 типографія, 2006. – 239 с.]. Це положення підтверджують отримані результати.

Співставлення аналітичних даних свідчить про суттєву різницю між вмістом і запасами органічної речовини залежно від типу утримання і використання ґрунту (табл. 3.2). Так, вміст гумусу в орному шарі перелогу класифікується як високий (6,41%), а ріллі – як середній (4,17%). На обох ділянках спостерігали характерне кількісне його зменшення по профілю. Однак абсолютні значення варіювали в досить широких межах. На ділянці перелогу вміст гумусу поступово знижувався – з 7,20% (0–10 см) до 1,26% (90–100 см), а на ріллі – відповідно з 4,20 до 1,10%. Найбільші відмінності за

даним показником притаманні шару 0–20 см. Якщо вміст гумусу у ґрунті перелугу становить 6,41%, то на постійно оброблюваній ділянці він обмежувався лише 4,17%, або 65% від еталону, при 58% у шарі 0–10 см. Різниця в абсолютних показниках сягала 2,24%. Можна припустити, що втрати органічної речовини знаходились в межах 0,041% за рік. Суттєве підвищення вмісту гумусу забезпечувалось за рахунок горизонту 0–10 см у зв'язку зі значним надходженням рослинних решток і їх гуміфікацією. В даному випадку відмічені і найбільші втрати гумусу – 0,054%. Але вже у наступному шарі (10–20 см) обсяги втрат зменшуються вдвічі (0,027%), а в 20–40 см – знаходяться на рівні 0,016–0,009%. У нижніх горизонтах розбіжності щодо вмісту гумусу поступово зменшуються і коливаються від 0,14 до 0,51 %. Статистична обробка експериментальних даних свідчить, що для основного кореневмісного шару ґрунту (0–40 см) зміни щодо вмісту гумусу між двома ділянками достовірні, а глибше (40–100 см) – не суттєві і математично не доведені.

Таблиця 3.2

Вміст і запаси гумусу в чорноземі звичайному залежно від способу сільськогосподарського використання (2001-200 5pp.)

Шар ґрунту, см	Переліг	Рілля	НІР ₀₅	Переліг	Рілля
	%			т/га	
0-10	7,20	4,20	0,46-1,17	68	45
10-20	5,62	4,14	0,20-1,06	72	48
20-30	4,84	3,94	0,37-0,60	62	45
30-40	4,11	3,60	0,24-0,64	50	44
40-50	3,41	3,07	F _ф <F ₀₅	44	40
50-60	2,89	2,45	F _ф <F ₀₅	39	33
60-70	2,22	1,97	F _ф <F ₀₅	31	28
70-80	1,83	1,65	F _ф <F ₀₅	26	23
80-90	1,51	1,37	F _ф <F ₀₅	21	19
90-100	1,24	1,10	F _ф <F ₀₅	17	15
0-20	6,41	4,17	-	140	93
0-100	-	-	-	430	340

Відповідно до вмісту гумусу в ґрунті змінювались і його запаси (табл. 3.2). Встановлено, що при інтенсивному сільськогосподарському використанні ґрунту загальні втрати гумусу в орному шарі становили 47 т/га, а в метровому – 90 т/га. В даному випадку і за цим показником спостерігалось перегрупування ґрунтів за рівнем забезпечення. Згідно зі шкалою оцінки гумусного стану шару 0–20 см (Гришина Л. А., Орлов Д. С., 1978) ґрунт староорної ділянки має низький рівень (93 т/га), переліг – середній (140 т/га), а 0-100-сантиметровий шар відповідно середній (340 т/га) і високий (430 т/га). Отже, під впливом антропогенного навантаження основний показник потенційної родючості ґрунту зазнав значних змін. Вміст гумусу відносно еталону зменшився на 35%, а його запаси – на 21–34%.

Суттєва перевага ділянки перелогу за вмістом органічної речовини пояснюється тим, що за тривалий період (55 років) сформувався природний біогеоценоз, в якому домінує різнотравно-злакова рослинність, з відповідними взаємозв'язками між рослинами і ґрунтом. Це сприяло формуванню відносно рівноважної системи, здатної до саморегулювання речовинно-енергетичних процесів, з перевищенням надходження органічної речовини над втратами при її розкладанні. І навпаки, в агроценозі стійкість системи рослина – ґрунт порушується внаслідок заміни природної рослинності сільськогосподарськими культурами з різкими змінами цих характеристик. При цьому функціонування агроєкосистеми супроводжується змінами режиму ґрунту – водного, повітряного та поживного, мобілізацією ґрунтових ресурсів, надходженням біофільних елементів з добривами, відчуженням товарної частини врожаю та зменшенням обсягів повернення речовин тощо і в кінцевому результаті проявляється від'ємна динаміка вмісту гумусу.

Про це переконливо свідчить порівняльна оцінка показників біологічної продуктивності та кругообігу речовин досліджуваних ділянок (табл. 3.3). Продукція надземної фітомаси у природному біогеоценозі значно поступалася агроценозу і становила тільки 72–56%. Чорнозем звичайний, при

розгортанні зерно-парової сівозміни з 50% насиченням зерновими культурами суцільної сівби (озима пшениця, ячмінь), у варіанті без добрив забезпечив формування загальної фітомаси на рівні 59,4 ц/га, а при внесенні добрив – 74,8-76,3 ц/га, або в 1,4-1,8 рази більше. В той же час обсяги сформованої підземної фітомаси, при утриманні ґрунту як перелугу, досягають 114,0 ц/га, що у 3,6-4,1 рази перевищує агроєкосистему (27,6-32,6 ц/га). В цілому за рахунок формування значно меншого об'єму кореневих систем культурними рослинами їх загальна фітомаса поступається природному біогеоценозу (156,7 та 87,0-108,9 ц/га).

Таблиця 3.3

Біопродуктивність чорнозему звичайного залежно від типу утримання та використання, ц/га

Система удобрення	Фітомаса (середньорічний приріст)			Вихід з 1 га	
	надземна	підземна	всього	Кормові одиниці	Перетравний протеїн
Біогеоценоз (переліг)					
-	42,7	114,0	156,7	17,9	2,4
Агроценоз (зерно-парова сівозміна)					
Без добрив	59,4	27,6	87,0	38,9	3,1
Мінеральна (N ₂₂ P ₂₂ K ₁₅)	74,8	32,0	106,8	48,5	3,8
Органо- мінеральна (6,3 т/га + N ₂₂ P ₂₂ K ₁₅)	76,3	32,6	108,9	49,6	3,9

Також слід відзначити що існують певні відмінності між якістю біологічної маси, сформованої природним і культурним ценозами. Агроценоз за показниками виходу кормових одиниць і перетравного протеїну має суттєву перевагу. Продуктивність 1 га ріллі зерно-парової сівозміни за рахунок потенційної родючості ґрунту (варіант без добрив) становить 38,9 ц/га кормові одиниці і 3,1 ц/га перетравного протеїну, порівняно з 17,9 і 2,4 ц/га в умовах перелугу, що відповідно у 1,3-2,2 рази більше. Застосування

мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення сприяло підвищенню виходу кормових одиниць – у 2,7-2,8 рази та досягало рівня 48,5-49,6 ц/га, а перетравного протеїну було на 3,8-3,9 ц/га, або на 58-62% більше.

На підставі отриманих даних біологічного кругообігу надземної і підземної фітомаси біогеоценозу та показників інтенсивності мінералізації, для встановлення кількісної і якісної характеристик у процесі гумусоутворення органічної речовини нами проведені відповідні розрахунки (табл. 3.4). Отримані дані свідчать, що в разі стаціонарного стану, який властивий цілиним територіям, можливе річне надходження органічної речовини у ґрунт (за рахунок фітомаси і її участі в процесах гуміфікації) становить 2,14 т/га. При цьому необхідно відзначити, що майже 80% від її загальної кількості припадає на кореневі системи різнотравно-злакової рослинності.

Таблиця 3.4

Надходження органічної речовини у ґрунт при утриманні чорнозему звичайного як перелугу т/га

Фітомаса	Продуктивність	Обсяг надходження органічної речовини з урахуванням її гуміфікації	Можлива кількість органічної речовини для участі у процесі гумусоутворення
Надземна	4,27	0,43	2,14
Підземна	11,4	1,71	

В землеробстві основою для оцінки умов гумусонакопичення є балансові розрахунки. Вони дають можливість контролювати і прогнозувати зміни гумусного стану та регулювати процеси трансформації органічної речовини ґрунту. Результати розрахунків балансу гумусу для чорнозему звичайного за умов різної інтенсивності використання наведені у таблиці 3.5. При утриманні ґрунту як перелугу, надходження органічної речовини за

рахунок рослинних і корневих решток, порівняно з агроценозом, знаходиться на дуже високому рівні (2,14 т/га) і майже вдвічі перевищує обсяги мінералізації. Це забезпечує формування позитивного балансу гумусу при компенсації його втрат 194 %.

При залученні таких ділянок до агровиробничого використання дана рівновага порушується і вміст гумусу у ґрунті знижується. Особливої інтенсивності цей процес набуває в перші роки після освоєння цілинних площ. Це пояснюється тим, що за умов поліпшення аерації швидкість розкладу органічної речовини ґрунту і детриту підвищується, а кількісне надходження рослинних решток не забезпечує підтримання бездефіцитного балансу гумусу. При тривалому сільськогосподарському використанні ґрунт знову набуває стану динамічної рівноваги, а вміст гумусу стабілізується на більш низькому рівні порівняно з цілинним аналогом. При цьому його вміст визначається кількістю органічної речовини, що надходить, та умовами і обсягами її мінералізації. Це підтверджують результати досліджень у стаціонарному досліді (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Вміст і баланс гумусу залежно від типу утримання та інтенсивності використання чорнозему звичайного

Система удобрєння	Вміст гумусу (0-20 см), %	Втрати гумусу на мінералізацію, т/га	Поповнення гумусу за рахунок рослинно- корневих решток і гною, т/га	Баланс гумусу ± т/га	Компен- сація втрат гумусу, %
Біогеоценоз (переліг)					
-	6,41	1,10	2,14	+1,04	194
Агроценоз (зерно-парова сівозміна)					
	4,26*	-			
Без добрив	4,16**	1,14	0,71	-0,43	62

Мінеральна (N ₂₂ P ₂₂ K ₁₅)	4,17	1,14	0,88	-0,26	77
Органо- мінеральна (6,3 т/га + N ₂₂ P ₂₂ K ₁₅)	4,41	1,14	1,27	+0,13	111

* Перед закладанням дослідів.

** В кінці IV ротації сівозміни.

При співставленні даних щодо вмісту гумусу в орному шарі ґрунту перед закладанням дослідів (4,26%) і в неудобреному варіанті, після завершення четвертої ротації шестипільної сівозміни, відмічається його зниження (4,16%). У даному випадку баланс гумусу формується різко від'ємним (-0,433 т/га), а рівень компенсації його втрат за рахунок пожнивно-коренових решток становить 62%. Використання помірних доз мінеральних добрив (N₂₂P₂₅K₁₅) майже не впливало на вміст гумусу (4,17%), що пояснюється суттєвим підвищенням продуктивності культур та відповідно збільшенням рівня використання елементів живлення з ґрунту. Але відносно початкового вмісту простежується тенденція до його зниження – на 0,09%. При цьому в 1,6 рази зменшується дефіцит балансу (-0,265 т/га) за рахунок додаткового надходження пожнивно-коренових решток, а компенсація втрат гумусу становить 77%. Підвищення вмісту гумусу в ґрунті (4,41%) мало місце по органо-мінеральній системі удобрення при насиченні сівозмінної площі добривами в межах 6,3 т/га + N₂₂P₂₅K₁₅. В даному випадку баланс гумусу був позитивний (0,129 т/га) при компенсації його втрат за рахунок надходження органічної речовини з гноєм та рослинно-кореновими залишками в межах 111%.

На основі результатів стаціонарного дослідів ми здійснили спробу щодо моделювання процесів мінералізації і гуміфікації органічної речовини ґрунту. У світовій практиці для прогнозу інтенсивності її мінералізації використовують кінетичні рівняння першого порядку []. Якщо припустити,

що у ґрунті існує єдиний фонд гумусу C_0 , то процес його мінералізації триває відповідно до кінетики першого порядку і описується рівнянням:

$$\ln(C_0 - C_t) = \ln C_0 - \beta t \quad (1)$$

де, $C_0 - C_t$ – вміст потенційно мінералізованого гумусу в кінці інтервалу часу t ; β – константа швидкості мінералізації, тобто частка C_0 , що мінералізується за одиницю часу (рік⁻¹).

Знаючи C_t для шару 0–20 см і $C_0 = 4,26\%$, отримуємо $\beta = 0,001$ рік⁻¹. Тобто, можна припустити, що через 100 років вміст гумусу в варіанті без добрив (контроль) становитиме біля 3,8%.

Скористуємось для прогнозу вмісту гумусу при використанні органо-мінеральної системи удобрення нелінійним рівнянням миттєвого балансу, яке враховує не тільки процес мінералізації гумусу (витратна частина), а й гуміфікації поживно-коренових решток і органічних добрив (прибуткова частина). Воно має вигляд динамічного співвідношення:

$$\frac{dC}{dt} = \alpha C - \beta C^2 \quad (2)$$

де $\frac{dC}{dt}$ – вихідна концентрації у часі; α – константа швидкості гуміфікації. $dtdC$

За нашими даними $\alpha = 0,0044$ рік⁻¹, $\beta = 0,001$ рік⁻¹. Вирішення рівняння (2) показує, що при $t \rightarrow \infty$ вміст гумусу прямує до набуття постійного значення, яке дорівнює: $C_t = \frac{\alpha}{\beta} = 4,4\%$.

На основі отриманих експериментальних даних можна зробити наступні висновки:

1. Інтенсивне агровиробниче використання ґрунту призводить до суттєвих змін кількісних показників органічної речовини ґрунту. Вміст гумусу відносно перелогу знизився на 35% (з 6,41 до 4,17%), а його запаси – на 21–34%. Спостерігається перерозподіл рівня забезпечення чорнозему звичайного за даними параметрами. Це є наслідком незворотних змін порушення зрівноваженої системи речовинно-енергетичних процесів, які

властиві ґрунту за умов утримання як перелугу, де надходження органічної речовини у 1,94 раза перевищує втрати при мінералізації.

2. У подальшому гумусний стан чорнозему звичайного залежатиме від наявності в системі агротехнічних заходів гумусозбережних технологій. Застосування органо-мінеральної системи удобрення ($6,3 \text{ т/га} + \text{N}_{22}\text{P}_{25}\text{K}_{15}$) сприяє надходженню необхідної кількості органічної речовини для формування позитивного балансу гумусу ($0,129 \text{ т/га}$) і створенню умов для його збереження.

3. Прогнозування вмісту гумусу свідчить, що при рівні компенсації втрат органічної речовини 62% (контроль) простежуватиметься від'ємна динаміка його вмісту; через 100 років він досягне позначки 3,8%. В той же час органо-мінеральна система удобрення є складовою гумусозбережної технології і забезпечує його вміст на рівні 4,4 %.

3.3 Дегуміфікація чорноземів звичайних причини та наслідки

Проблема дегуміфікації ґрунтів набуває потенційно небезпечного характеру та відображається в багатьох наукових працях, які описують зміни як кількісних, так і якісних показників різних типів ґрунтів. Результати досліджень дають змогу контролювати вміст гумусу в ґрунті, а також вирішувати питання збереження та підвищення родючості ґрунтів.

Найбільші втрати гумусу відбулися в 60–80 роки минулого століття, що зумовлено інтенсифікацією сільськогосподарського виробництва за рахунок збільшення площ просапних культур, перш за все цукрових буряків і кукурудзи. У цей період щорічні втрати гумусу сягали $0,55\text{--}0,60 \text{ т/га}$.

На зменшення вмісту гумусу у ґрунті впливають такі фактори:

високий рівень розораності території України і сільськогосподарських угідь;

катастрофічне зменшення кількості надходження до ґрунту органічних добрив; незбалансоване використання мінеральних добрив: їх відсутність або

занадто низькі чи високі норми. Довготривале внесення високих норм мінеральних добрив у необґрунтованих обсягах значно посилює лабільність (рухомість) органічної речовини;

порушення структури посівних площ у бік переваги просапних культур над культурами суцільного способу посіву, вирощування монокультури, зменшенню площ посіву багаторічних трав та зернобобових культур;

висока інтенсивність обробітку ґрунту;

зміщена рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини ґрунту на користь мінералізації під впливом більш сприятливих для цього процесу умов.

Процеси дегуміфікації ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення продовжуються. За результатами агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення протягом останніх 6 турів (1986–2015 роки) середньозважений показник вмісту гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,03 % (з 3,19 % у VII турі до 3,16 % у X турі). (рис. 3.5).

У розрізі ґрунтово-кліматичних зон зниження вмісту гумусу відбулося в ґрунтах степової (на 0,02 %) та лісостепової зони (на 0,01 %), натомість в поліській зоні цей показник збільшився на 0,11 % (рис. 3.5).

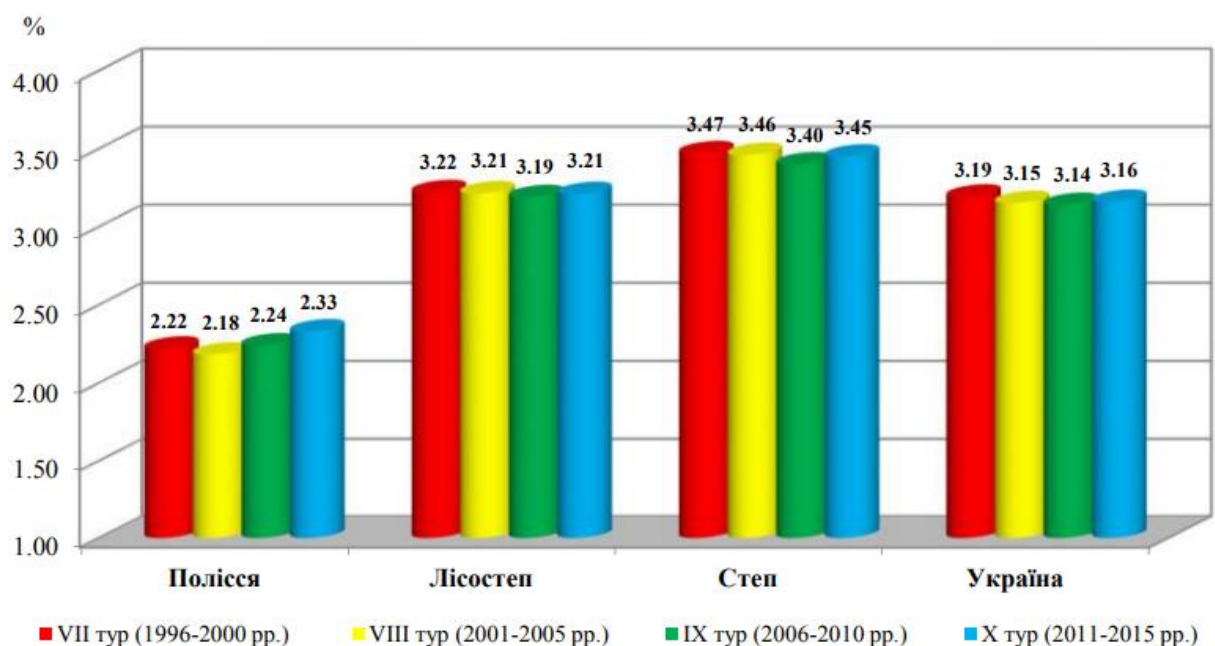


Рис. 3.5. Динаміка вмісту гумусу в ґрунтах України

Умовні збитки від втрати такої кількості гумусу сягають близько 450 млрд. гривнів. Крім того, за даними науковців, для створення 1 см родючого шару ґрунту природі необхідно щонайменше 100 років.

Порівнюючи з IX туром обстеження, вміст гумусу в ґрунтах підвищився на 0,02 % (див. рис. 3.1). Та незважаючи на деяке підвищення цього показника, продовжується процес дегуміфікації ґрунтів, про що свідчать від’ємні показники балансу гумусу. У зоні Полісся середньозважений показник вмісту гумусу в ґрунтах, порівнюючи з попереднім туром обстеження, зріс на 0,09 %, Лісостепу – 0,02 % та Степу – 0,05 %

3.4 Шляхи відновлення втрачених запасів гумусу в агроценозах

Аналізуючи інтенсивність зменшення вмісту гумусу за турами, можна зробити висновок, що в 1996–2015 роках темпи дегуміфікації дещо уповільнилися, оскільки останніми роками побічна продукція після збирання озимих та ярих зернових, кукурудзи на зерно, соняшнику, ріпаку залишається у полі, а не відчужується.

Для відтворення вмісту гумусу у кризових умовах потрібно зменшувати у польових сівоzmінах частку просапних культур; за можливістю застосовувати мінімізацію обробітку ґрунту; вносити, як органічні добрива, побічну продукцію сільськогосподарських культур; вирощувати сидерати з подальшим їх приорюванням; підвищувати ефективність дії гною, як добрива та гумусоутворювача.

Також необхідно створювати умови для більш ефективної гуміфікації органічних матеріалів, що надходять до ґрунту: зменшення мінералізації органічної речовини та збільшення питомої ваги процесів гуміфікації завдяки

глибокому заорюванню органічних добрив; внесення гною та рослинних решток разом з мінеральними добривами в рекомендованих дозах.

Важливим фактором відтворення родючості ґрунтів є вдосконалення нормативно-правового, інформаційного та організаційного забезпечення. Для створення системи моніторингового контролю за вмістом гумусу в ґрунтах слід створити чіткі нормативні документи, призначені для: запровадження статистичної звітності землекористувачами всіх форм власності; запровадження і ведення сівозмін; проведення та здійснення контролю за станом та якістю гумусу; встановлення нормативів стосовно термінів проведення моніторингових досліджень.

Виважений зональний науково-методичний підхід до врегулювання гумусного стану сприятиме відтворенню та збереженню родючості ґрунтів України, раціональному природокористуванню та охороні довкілля.

[Періодичну доповідь підготовлено на основі матеріалів 9 туру (2006–2010 роки) агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення].

3.5 Економічна оцінка збитків в агроценозах сільськогосподарських культур викликаних деґуїфікацією в чорноземах звичайних

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Додаток А

**Групування сільськогосподарських рослин по відношенню до вмісту
органічних речовин у ґрунті**

Дуже вимогливі	Вимогливі	Помірно вимогливі	Маловимо- гливі	Байдужі	Багато гумусу знижує якість продукції
Зернові культури					
	Пшениця, ячмінь, кукурудза	Овес, просо, рис	Рож, сорго	Гречка	Гречка
Зернові бобові культури					
Горох	Горох, соняшник, клещевина, арахіс	Квасоля, арахіс	Соя, нут		
Цукрові та крохмальні культури					
	Цукровий бурак, картопля	Картопля	Цукровий тросник, батат, ямс		
Прядильні культури					
Конопля		Льон	Хлопчатник, льон	Хлопчатник	
Бахчеві культури					
		Диня, гарбуз	Диня, гарбуз	Кавун	
Табак, махорка					
Махорка	Махорка				Табак
Кормові культури					
		Віка, костер безостий, суданська трава	Ледвенец рогатий, віка, тимовієвка лугова, овсяниця лугова, житняк, єжа	Ледвенец рогатий, тимофіївка лугова, овсяниця лугова, житняк, єжа	

			збірна, костер безостий, суданська трава, люцерна, клівер, еспарцет, доніник	сборная, люцерна, клівер, еспарцет, донник	
Оріхоплодні культури					
		Волоський горіх	Волоський горіх, фундук	фундук	
Виноград, чай, субтропічні плодови					
		Апельсин, мандарин, інжир, хурма	Виноград, яй, апельсин, мандарин, гранат		Виноград
Овочеві культури					
Томат, огірок, морква	Томат, огірок, морква, салат, буряк, пастернак, петрушка				
Плодові культури					
		Яблуна, груша, черешня, слива, вишня, абрикос, айва	Абрикос, айва		

Додаток Б

Динаміка вмісту гумусу і його баланс в пахотних ґрунтах України (1961-2001)

Зона	Уміст гумусу по рокам				Середньо-річні втрати гумусу на не удобрених ґрунтах, т/га	Внесено органічних добрив в середньому за 1 рік по періодам, т/га				Баланс гумусу по періодам, т/ га			
	1961	1981	1990	2001		1961 - 1980	1981 - 1990	1990-1995	2001	1961-1980	1981-1990	1990-1995	2001
Степ	3,8	3,6	3,5	3,5	0,59	4,1	6,6	4,4	0,5	-0,26	-0,12	-0,24	-0,47
Лісостеп	3,8	3,5	3,3	3,3	0,68	6,6	9,4	6,2	2,1	-0,21	-0,08	-0,25	-0,48
Полісся	2,5	2,0	1,9	1,9	0,80	8,8	11,8	7,8	2,3	-0,23	0,10	-0,27	-0,50

Додаток В

Уміст гумусу в ґрунтах Київської області за турами обстеження (1986–2015 рр.)

Назва району	V			VI		VII		VIII		IX		X			Обстежена площа (± до V туру), тис. га	Середньозважений уміст гумусу (± до V туру), %
	Обстежена площа, тис. га	Уміст гумусу, %	Рівень забезпе-ченості	Обстежена площа, тис. га	Уміст гумусу, %	Обстежена площа, тис. га	Уміст гумусу, %	Обстежена площа, тис. га	Уміст гумусу, %	Обстежена площа, тис. га	Уміст гумусу, %	Рівень забезпе-ченості				
Баришівський	47,6	2,6	середній	31,9	2,7	44,8	2,6	33	2,6	38,6	2,53	36	2,6	середній	-11,7	-
Білоцерківський	76,4	3,5	підвищений	78,5	3,2	70,8	3,3	81,3	3,3	62,9	3,45	56	3,54	підвищений	-20,6	0,04
Богуславський	38,2	2,0	низький	24,1	2,4	35,3	2,6	29,5	2,4	30	2,49	27	2,46	середній	-11,2	0,46
Бориспільський	30,3	2	низький	53,5	2,02	8	2,03	54,9	2,2	38,1	2,28	35	2,09	середній	4,7	0,09
Бородянський	22,7	1,4	низький	11,3	1,6	18	1,6	19,8	2	9,1	2	10	2,16	середній	-12,6	0,76
Броварський	34	1,8	низький	35,4	1,5	19,2	1,59	21,5	1,4	21,9	1,77	16	2,21	середній	-17,7	0,41
Васильківський	58,8	3,2	підвищений	27	2,8	58,1	2,9	51,2	3,5	40,7	3,31	45	3,36	підвищений	-13,9	0,16
Вишгородський	18,6	1,6	низький	15,2	1,5	15,6	1,6	7,5	1,7	3,6	1,59	2,8	1,88	низький	-5,8	0,1
Володарський	45,6	3	середній	13,1	3	41,7	3,1	31,6	3,4	29,9	2,98	40	3,1	підвищений	-5,8	0,1
Згурівський	45,2	3,1	підвищений	37,2	3,6	43,6	3,1	40,5	3,2	38,8	3,19	38	3,19	підвищений	-0,71	0,09
Продовження таблиці																

Іванківський	35,5	1,5	низький	15,3	1,8	14,5	1,86	15,6	1,9	12,8	1,84	17	2,3	середній	-18,8	0,8
Києво -Святош.	26,8	1,5	низький	9,6	1,8	18,9	1,8	14,6	1,9	9,8	1,71	7,8	1,7	низький	-19	0,2
Кагарлицький	61,3	3,4	підвищений	31,8	3,4	57,6	3,4	41,3	3,75	46,8	3,55	38,6	3,34	підвищений	-22,7	-0,06
Макарівський	66,9	1,6	низький	41,5	1,6	54,4	1,8	36,3	1,69	20,5	2,52	24,6	1,89	низький	-42,3	+0,29
Миронівський	47,8	3,3	підвищений	35,1	3,3	43,0	3,05	36,9	2,54	41,9	2,54	32,2	3,12	підвищений	-15,6	-0,18
Обухівський	30,9	2,9	середній	15,1	2,9	29,5	2,8	23,9	3,18	24,5	2,83	23,2	2,75	середній	-7,7	-0,15
Переяслав-Хмельн.	63,0	3,2	підвищений	47,6	3,0	62,5	3,0	40,0	2,85	46,4	2,66	47,9	2,61	середній	-15,1	-0,59
Поліський	34,6	1,54	низький	9,1	1,4	17,4	1,7	12,8	1,8	19,4	1,79	9,0	2,06	середній	-25,6	+0,52
Рокитянський	37,2	3,5	підвищений	21,8	3,8	35,3	3,2	30,8	3,22	26,1	3,25	24,5	3,49	підвищений	-12,7	-0,01
Сквирський	69,6	3,0	середній	40,5	2,9	60,4	3,0	50,1	3,18	51,0	3,16	51,7	3,03	середній	-17,9	+0,03
Ставищенський	28,5	2,7	середній	35,1	2,8	36,1	2,9	32,4	3,39	36,9	3,29	37,2	3,69	підвищений	+8,7	+0,99
Таращанський	41,6	2,9	середній	30,5	2,9	37,8	2,91	31,4	2,91	33,3	3,25	28,4	3,37	підвищений	-13,2	+0,47
Тетіївський	44,4	3,0	середній	35,3	3,3	46,0	3,3	39,8	3,3	39,3	3,12	38,7	3,26	підвищений	-5,7	+0,26
Фастівський	37,0	2,5	середній	31,6	2,5	42,4	2,7	33,8	3,0	32,9	2,93	33,6	2,82	середній	-3,4	+0,32
Яготинський	52,3	3,0	середній	43,7	3,0	28,4	3,2	32,6	3,62	38,1	3,37	41,7	3,52	підвищений	-10,6	+0,52
Загалом	1094,8	2,7	середній	770,8	2,6	939,3	2,6	843,2	2,87	793,2	2,9	761,4	2,98	середній	-333,4	+0,28

