

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри,
д-р мед. наук
_____ *А. М. Бондаренко*
« ____ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА
МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

тема:

**«ДОСЛІДЖЕННЯ ГУМУСОВОГО СТАНУ ҐРУНТІВ ТА СУБСТРАТІВ
ТЕХНОГЕННИХ ЛАНДШАФТІВ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ КРИВБАСУ»**

Здобувач:

гр. ЗЕО-20м-прх
Шутенко Антон Сергійович

Керівник:

канд. біол. наук, Долина О.О.

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

ШУТЕНКО АНТОН СЕРГІЙОВИЧ

Тема роботи: «Дослідження гумусового стану ґрунтів та субстратів техногенних ландшафтів центральної частини Кривбасу»

Керівник роботи Долина Олександр Олександрович

Керівник роботи кандидат біологічних наук Долина Олександр Олександрович

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 польового матеріалу	28.10.21	
2	Проведення лабораторних досліджень	05.11.21	
3	Аналіз літературних джерел за темою (Розділ 1)	10.11.21	
4	Опис та інтерпретація отриманих даних (2 розділ)	16.12.21	

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

Здобувач _____ А.С. Шутенко

Керівник роботи _____ О. О. Долина

Реферат

Тема дипломної роботи: Дослідження гумусового стану ґрунтів та субстратів техногенних ландшафтів центральної частини Кривбасу.

Мета роботи: дослідження гумусового стану ґрунтів та субстратів техногенних ландшафтів центральної частини Кривбасу.

Об'єкт: ґрунти та субстрати техногенних ландшафтів Кривого Рогу

Методи дослідження: при написанні кваліфікаційної роботи застосовувалися теоретичні та емпіричні методи дослідження: теоретичні (аналіз та синтез наукової літератури, опис отриманих результатів, систематизація та узагальнення відомостей; емпіричні (польові дослідження (відбір зразків ґрунтів), лабораторні дослідження (визначення вмісту Ca, Mg, рН в зразках ґрунтів).

На сьогодні відомо, що діяльність людини в межах промислових центрів, призводить до суттєвих та часто незворотних змін навколишнього середовища. Це призводить до зниження вмісту гумусу в ґрунті. Недостатня кількість досліджень гумусового стану ґрунтів ділянок, які зазнали антропогенного впливу зумовили вибір дипломної роботи.

В першому розділі дипломної роботи було теоретично проаналізовано та описано фізико-географічну характеристику регіону дослідження. Тобто описано клімат, рельєф, геологічна будова, ґрунтовий покрив, рослинний покрив та гідрографічна сітка Криворіжжя.

В другому розділі я здійснив практичне дослідження вмісту та запасу гумусу в ґрунтах на 4 основних територіях, на яких відібрав зразки ґрунту і потім відповідно методиці розрахував основні показники.

Основний зміст роботи викладений на 59 машинописних сторінках, з яких 55 сторінки основного тексту. Робота містить 5 таблиць, 2 діаграми та 4 малюнки. Список використаної літератури становить 37 джерел, серед яких 3 джерела на англійській мові.

ЗМІСТ

Вступ	4
РОЗДІЛ I ФІЗИКО - ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ	6
ДОСЛІДЖЕННЯ	
1.1. Клімат	6
1.2. Рельєф	9
1.3. Геологічна будова	15
1.4. Ґрунтовий покрив	23
1.5. Рослинний покрив	27
1.6. Гідрографічна сітка	30
Висновки до розділу 1	31
РОЗДІЛ II ВИВЧЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО	33
ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ҐРУНТУ	
2.1. Визначення загального вуглецю ґрунту	33
2.2. Визначення ґрунтового складу гумусу	39
2.3. Визначення окремих складових органічного вмісту гумусу	48
Висновок до розділу 2	51
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54

ВСТУП

Актуальність. На сьогодні відомо, що діяльність людини в межах промислових центрів, призводить до суттєвих та часто незворотних змін навколишнього середовища. Для забудов відводяться досить великі площі, а суміжні території, яка зазнають впливу техногенних факторів, характеризуються зміною напрямку біогеохімічних процесів. Дана тенденція провокує утворення суттєвої деградації, а також повне знищення ґрунтового покриву, видозміну різнорівневих екосистем. В ході впливу антропогенних та техногенних факторів природні процеси утворення ґрунту суттєво трансформуються. Дане явище зумовлюється забрудненням хімічними речовинами, побутовими відходами, будівельними матеріалами та ін. Відомо, що антропогенні фактори переважають над природними чинниками утворення гумусу та швидкості його акумуляції, що призводить до утворення в нових екологічних умовах своєрідних типів ґрунтів [21, 22].

Під впливом техногенного навантаження, показники гумусного стану ґрунту є одним із провідних питань, особливо у вирішенні проблем оптимізації екологічних умов та рекультивації земель в межах промислових центрів підприємств. В сучасних умовах процеси гумусоутворення в природних ґрунтах є достатньо вивченими, а особливостям акумуляції гумусу в ґрунтах об'єктів, які зазнають антропогенного впливу, у літературі приділено досить мало уваги. Переважна кількість напрацювань науковців спрямована на вивчення ґрунтового покриву міст [1, 11, 12, 17].

Особливості утворення частки ґрунтів промислових територій, які на відміну від ґрунтів селітебних зон розташовані під постійним впливом техногенезу, залишаються поза увагою дослідників [4].

Мета роботи полягає у дослідженні гумусового стану ґрунтів та субстратів техногенних ландшафтів центральної частини Кривбасу.

Мета зумовила постановку наступних **завдань**:

1. Проаналізувати сучасні відомості про фізико-географічну характеристику регіону дослідження;

2. Дослідити сучасні методичні підходи до визначення органічної речовини ґрунту.

Об'єкт дослідження: ґрунти та субстрати техногенних ландшафтів Кривого Рогу

Предмет дослідження: гумусовий стан ґрунтів та субстратів техногенних ландшафтів центральної частини Кривбасу.

Методи дослідження: при написанні кваліфікаційної роботи застосовувалися теоретичні та емпіричні методи дослідження: теоретичні (аналіз та синтез наукової літератури, опис отриманих результатів, систематизація та узагальнення відомостей; емпіричні (польові дослідження (відбір зразків ґрунтів), лабораторні дослідження (визначення вмісту Ca, Mg, рН в зразках ґрунтів).

РОЗДІЛ І ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГІОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.

1.1. Клімат

Відповідно схемі кліматичного районування за Б.П. Алісовою (1969 р), Кривий Ріг належить до атлантико-континентальної європейської, мало зволоженої, теплої, посушливої, області помірної кліматичної зони.

Широта місцевості (приблизно $\approx 48^\circ$ північної широти): висота сонця над обрієм – від $18,6^\circ$ 22 грудня до $65,4^\circ$ 22 червня, тривалість світового дня – відповідно від 8 годин 07 хвилин до 15 годин 53 хвилин, тривалість сонячного сяяння – 2102 год/рік. Річні показники сумарної сонячної радіації: ≈ 110 ккал/см, радіаційного балансу – 49 ккал/см. Можливість поверхні відбивати промені сонця, на території в межах Кривбасу в середньому високе влітку (30%) та знижене взимку – 35%. Переважна кількість сонячної радіації – 65%, випаровується, 35% енергії спрямовано на теплообмін з атмосферою.

Клімат Кривого Рогу формується внаслідок дії 43 циклонів та 24-43 антициклонів. Антициклоніальний тип циркуляції атмосфери становить 2/3 від загальної кількості днів на рік (229-242 дні).

Середньорічний показник атмосферного тиску становить – 753,7 мм.рт.ст., взимку – 788,1 мм.рт.ст [32].

Провідними баричними центрами, які спричиняють циркуляцію повітряних мас над територією Кривого Рогу: ісландський мінімум з північного-заходу, середземноморська та чорноморська область зниженого атмосферного тиску з півдня та південного-заходу, західний антициклон сибірського максимуму взимку зі сходу, з заходу азорський та з півночі арктичний максимуми, іранський мінімум – влітку (з південного-сходу та заходу).

Формування повітряних мас здійснюється внаслідок впливу баричних центрів та різних особливостей сезонних проявів.

Криворізький залізорудний регіон розташований в глибині континентального простору Євразії, вдалині від Атлантичного океану.

Повітряні маси потрапляють трансформованими – спорожнілими від вологи, сухими, а взимку зі сходу – холодними.

Середня температура (Табл.1.) протягом року становить $+8,5^{\circ}\text{C}$. Середня температура липня становить $+22,2^{\circ}\text{C}$, січня $5,1^{\circ}\text{C}$. Абсолютний максимум температури $+39,3^{\circ}\text{C}$ зафіксовано у 1890 році, абсолютний мінімум $-33,2^{\circ}\text{C}$. у 1940 році [12].

Таблиця 1.1.

Клімат Криворіжжя

Клімат Кривого Рогу													[сховати]
Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, $^{\circ}\text{C}$	13	18,9	23,5	31,8	35,8	36,4	38,6	39,6	32,2	31,7	21,7	15,3	39,6
Середній максимум, $^{\circ}\text{C}$	-0,9	0,1	6,1	15	21,8	25,2	27,8	27,5	21,4	14	5,5	0,4	13,7
Середня температура, $^{\circ}\text{C}$	-3,5	-3,1	1,9	9,6	15,9	19,5	21,8	21,2	15,6	9,1	2,3	-2,1	9
Середній мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-6,3	-6,2	-1,8	4,4	9,8	13,7	15,7	15	10,1	4,7	-0,6	-4,7	4,5
Абсолютний мінімум, $^{\circ}\text{C}$	-27,2	-27,3	-21	-8,9	-1,6	2,8	7,3	5	-3,7	-10	-18,6	-24,5	-27,3
Норма опадів, мм	30	29	24	28	45	62	58	32	38	37	31	28	442
Днів з опадами	17	15	13	13	11	11	10	9	8	9	14	18	148
Днів з дощем	7	6	8	12	11	11	10	9	8	8	10	9	109
Днів зі снігом	13	10	6	1	0	0	0	0	0	1	5	11	47

[26, 31]

Коливання температури протягом 1936 – 2017 року ми можемо спостерігати на рис.1.1.

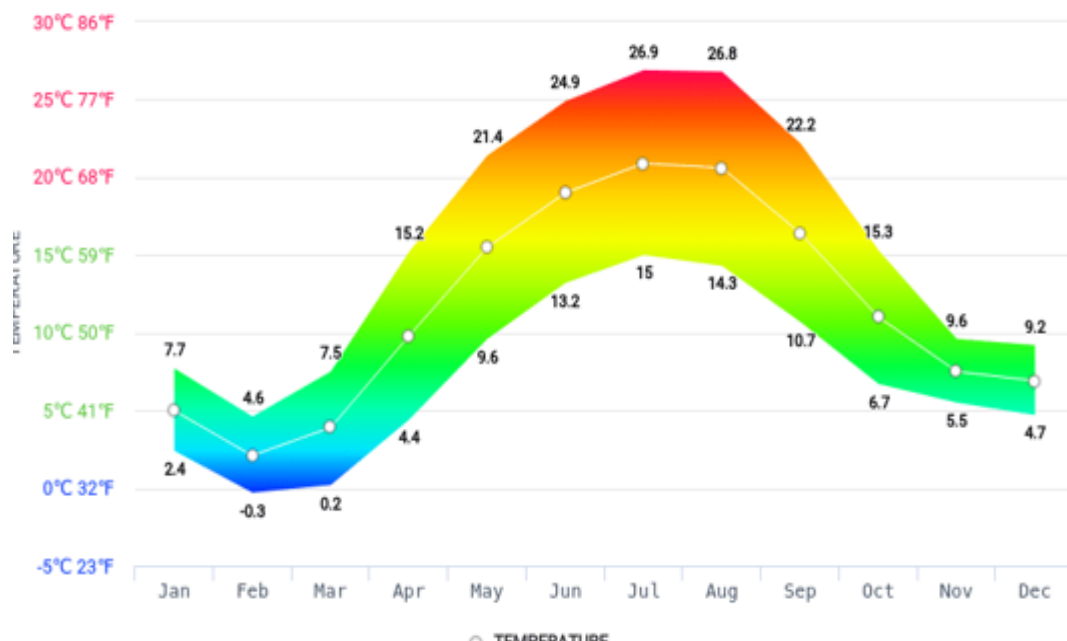


Рис.1.1. Динаміка середньої температури місяців Кривого Рогу за 1936-2017 рік.

Безморозний період становить 175 днів, це створює сприятливі умови для вегетації більшості рослин. Кількість атмосферних опадів ≈ 450 мм/рік (більше

на початку літа). Кривий Ріг належить до посушливих районів України. За останні роки посушливими є кожні 3–4 роки на одне десятиліття. Сильні посухи на Криворіжжі бувають 1 раз на 5–10 років, коли випадає усього 100–150 мм. Опадів [15].

Важливим фактором є вплив метеорологічних умов на стан навколишнього природного середовища. Великий відсоток (64%) повторюваності протягом року штилів та вітрів з малою швидкістю говорить про значення метеорологічних параметрів у підвищенні забруднюючих речовин та розсіювання їх в атмосфері залишається сталим.

На території Кривого Рогу переважають вітри північних румбів, а також східні вітри. Літом найбільш частими є північні та північно-східні вітри, а протягом інших сезонів – північно-східні, північні та східні вітри. В регіоні сформувався специфічний мікроклімат «острова тепла». В порівнянні з прилеглими навколо міста територіями, в Кривому Розі тепліше приблизно на 1,8°C. Також в місті підвищений рівень опадів та туманів. Досить часто, з низьких хмар та пило-газових викидів підприємств і автомобілів взимку формуються смоги та зменшуються дози сонячної радіації.

Важливо зауважити, що станом на 2021 рік відходи та викиди в атмосферне повітря підприємств, а саме парникових газів (вуглекислий газ, метан, діазоту оксид), суттєво впливають на стан природного середовища міста. Їхні викиди спричинили глобальне потепління та зміну клімату. Провідним елементом впливу на зміну клімату є вуглекислий газ, частка якого поміж усіх викидів є найбільш високою та становить 99,9% від загального обсягу викидів парникових газів [18, 23].

Отже, Криворіжжя розташоване у зоні, яка характеризується вологим континентальним кліматом, що має досить жарке літо. Більшість опадів випадає частіше з квітня до жовтня – 268 мм. Сильні посухи на території Кривбасу бувають раз на 5-10 років. Грози характерні для травня та серпня.

Кількість днів зі сніжним покривом до 69. Стійкого снігового покриву практично не буває [24].

1.2. Рельєф

Територія Кривбасу розташована в межах Східно-Європейської полігенної рівнини (морфоструктура I-го порядку), поява якої спровокована великою тектонічною структурою – Східно-Європейською платформою. Північна частина Криворіжжя (від горизонталі +100 м та вище) належить Придніпровсько-Приазовській геоморфологічній частині регіону цокольних пластово-денудаційних височин (Азово-Придніпровська височина – морфоструктура II – го порядку) і її зниженій частині – Інгуло-Інгулецькій лесовій акумулятивній розчленованій рівнині.

Південь Кривбасу (від горизонталі +100 м та нижче) входить до числа Причорноморської геоморфологічної області пластово-акумулятивних та пластово-денудаційних рівнин (морфоструктура II-го порядку), Північно-Причорноморської рівнини (морфоструктура III-го порядку). Морфоструктури II-порядку утворені відповідно крупним тектонічним утворенням – Українського кристалічного щита та Причорноморської западини.

Морфоструктури III та IV порядку – тектонічними блоками, меншими за розмірами, площа яких змінюється від кількох десятків тисяч кілометрів до декількох десятків кілометрів. Відповідно типу розчленування, Л.М. Булава (1990 р) виокремлює 7 геоморфологічних мікрорайонів (морфоструктури IV порядку). Фундаментом морфоструктурного рельєфу є вододільні лесові плато та їх схили, які витягнуті з півночі та північного-сходу на південь, мають загальний похил на південну територію, в сторону Чорного моря, а також в бік річкових долин та балок. Плато вододільного походження є поверхнями вирівнювання різного віку – від залишково-пізньосарматської на півночі до понтичної на півдні. Абсолютні відмітки вододільного плато +169-173 м на півночі та +75 м на півдні. Зменшення висоти вододілів з півночі на південь дорівнює 0,69 м/км. Крутизна вододільних плато становить від 0 до 1,5°, на схилах до 3-6°. Середня густина горизонтального розчленування частини Криворіжжя ерозійною сіткою висока – від 0,8 до 1,6 км/км. Вріз річкових долин відносно вододілів становить 70-90 м, глибина врізу балок 20-40 м [17].



Рис.1.2. Типи рельєфу території Кривбасу

Морфоскульптурний рельєф (Рис.1.2.) – тип рельєфу, що утворився внаслідок дії екзогенних геоморфологічних процесів. Провідними серед них є флювіальні (глибина та бокова водна ерозія постійних та тимчасових водостоків, площинний змив, рух твердих насосів та їх акумуляція на дні річкових долин та балок, у конусах виносу), гравітаційні (поява зсувів, обвалення і осипання гірських порід, утворення денудаційних форм), карстові (корозія – розчинення карбонатних порід, механічна ерозія рухливою водою), суфозійні (механічне вимивання підземними водами дрібної фракції геологічних відкладів: глини, піску, суглинків), еолові (розвіювання алювіальних пісків I-ї надзапальної тераси річки Інгулець), антропогенні (видобуток корисних копалин, складування побічних відходів). На ділянці Кривбасу розвинені декілька генетичних типів морфоскульптурного рельєфу – флювіальний, карстовий, суфозійний, гравітаційний, еоловий, антропогенний [18].

Флювіальний рельєф являється провідним поміж морфоскульптурного рельєфу території. Форми даного типу рельєфу представлені річковими долинами (утворені постійними водотоками) та формами, які сформовані тимчасовими водотоками – балками, ярами, рівчаками, борознами, вибоїнами, улоговинами та лощинами. Річкові долини Інгульця та Саксагані досить давні, добре розроблені, мають асиметричну будову на всьому простягання – праві борти вищі та більш круті ніж ліві, глибоко вриваються у товщину корінних

порід, нахил рік регулюється нахилом поверхні кристалічного фундаменту; є чергування вузьких територій, де ріка прорізує кристалічні породи та області розширення долини, в яких русла рік блукають по дні долин, формуючи багаточисельні меандри. Ширина таких русел становить 15-30 м, глибини на перекатах 0,2-0,6 м, на плесах – до 5 м. За формою річкові долини скринеподібні. В долині річки Інгулець утворилася заплава (висока та низька) та 4 надзаплавні тераси, річкова долина Саксагані представлена заплавною та трьома надзаплавними терасами.

Терасова система розвинута фрагментами за обома бортами долин. Ширина долин становить від 0,5 до 4,5 км, в середньому 1,5 м. Балочно-яружна сітка на ділянці Кривбасу сягає великих розмірів. На території Кривбасу булки розвинені поздовжньо долин річок, безпосередньо впадаючи в них або у крупні балки. На ділянці Криворіжжя по долині річки Саксагань – 50 балок, річка Інгулець більш ніж 20 балок. Довжина балок коливається від 1 до 25-30 км. Середня густота долинно-балочної сітки в межах Причорноморської низовини становить 0,3-0,5 км/км, відрогів Придніпровської височини 2,3-3,5 км/км. Яри приурочені до дна балок (донні яри) та схилів білок та річкових долин – бокові або схилів яри. Вони поширені по всій поверхні Кривбасу. В межах Кривого Рогу нараховується біля 349 ярів. Переважаючими є бокові яри, невеликі за розміром (довжина до 200 м) і глибини – найбільше до 20-25 м. Середня густота яружної сітки невелика – 0, 04 км/км, на схилах річкових долин підвищується до 0,1 км/км. Яри повинні закріплюватися, тому що є відмінними каналами для розмиву та стоку родючих чорноземних ґрунтів [18].

Еоловий рельєф – тип рельєфу, що був сформований за допомогою вітру. Еоловий рельєф приурочений до еолових піщаних відкладів І-ї надзапальної тераси річки Інгулець, які були перевіяні вітром та зібрані в окремі горби (кучугури), слабко задерновані трав'янистими рослинами і чагарниками. Зустрічаються на північний – захід від смт. Широкого та нижче по течії річки. Горби не мають ніякої типової форми, а нагадують горбисті піски. Їх потужність становить 8 м [18].

Гравітаційний рельєф – це рельєф, який утворений внаслідок сили тяжіння Землі, за допомогою обвалів, зсувів, осипання, відсідання гірських порід. На ділянці Кривбасу має обмежене поширення. Відзначаються поодинокі та невеликі циркоподібні зсуви на бортах річкових долин, балок та ярів, відвалів, провальних лійок, а також опливання ґрунту на крутосхилах під виглядом мікрозсувів. Зсуви обумовлені активізацією тектонічних піднять та виклинюванням червоно-бурих глин по схилу. Також поширені осипання і обвалення гірських порід в місцях відслонення неогенових вапняків, суглинків, глин та мергелів, кристалічних порід і гранітів, на бортах кар'єрів, відвалів та провалів. На таких територіях виникли обриви, конуси осипання і обвалення. По схилам долин рік Інгульця (над Карачунівським водосховищем) та Жовтої трапляються незначні згладжені виступи та гривки корінних порід (шириною до 3-5 м), які активно руйнуються, внаслідок процесів вивітрювання та водної ерозії [18].

Суфозійний рельєф – тип рельєфу, який утворюється за допомогою суфозії – винесення підземними водами дрібних частинок ґрунту без їх розчинення у більш глибокі шари земної кори. У результаті земна поверхня прогинається та утворюються округлі западини – степові блюдця і поди. Суфозійний рельєф набув розповсюдження на Інгулецько-Висунському межиріччі (на південний – схід від м. Інгульця) та на Інгулецько-Кам'янківському вододільному плато (на схід від смт. Широке) [18].

Карстовий рельєф – тип рельєфу, який утворюється внаслідок розчинення карбонатних, сульфатних та соленосних порід водою. Карст області належить до покритого та задернованого, за відношенням до денної поверхні розвинутий поверхневий та підземний карст, за характером орографії – рівнинний. Розвитку процесів закарстування та ділянці Криворіжжя сприяють: широке розповсюдження карбонатних порід – мармуру, доломітів, вапняків, мергелів, роговиків, карбонатизованих кварцитів, наявність тріщин в породах, присутність циркулюючої води. За морфогенетичними ознаками карст і карстовий рельєф може бути розділено на два самостійні регіони. Криворізький карстовий район розвинений, покритий, глибинний (до 500 м) карбонатний

карст. Основні породи карсту – доломіти, мармур, роговики, карбонатизовані кварцити. Глибинні карстові форми розкриті буровими свердловинами та підземними гірничими виробками. Карстовий рельєф представлений лунковими кавернами і печерами (довжиною до 1,5 км). Вони зустрічаються по правобережжю річки Саксагань від Сухої Балки до річки Інгулець. Південну частку Криворіжжя займає Нижньо-придніпровський карстовий район. Карстові процеси здійснюються в осадових карбонатних породах осадового чохла кристалічного фундаменту – вапняках та мергелях, які мають понтичний, сарматський та меотичний вік. Карст набув повного розвинення в місцях присутності малопотужних шарів вапняків субгоризонтального залягання. Карстовий рельєф досить різноманітніший від інших, він представлений не тільки підземними але і поверхневими формами. Поверхневі форми представлені карстовими лійками, валами, понорами, улоговинами і сліпими ярами. Загальна площа поверхневого карстопрояву 0,05 км. Поміж підземних форм розвинена печера Кобильна, довжиною біля 152 м. Вона має декілька галерей із проходами та залами, лабіринтову структуру, обводнена, з озерами і сифоном [32].

Антропогенний рельєф – тип рельєфу, утворений в результаті людської діяльності (добування корисних копалин, їх переробки та складування відходів). На частині Кривбасу видобуток корисних копалин відомий давно, але більш широкого поширення антропогенний рельєф набув з 1881 року – після початку широкомасштабного добування залізних руд. Головними факторами антропогенного рельєфу є кар'єри, відвали та провали. Кар'єри бувають:

- За будовою (прості та складні, терасовані);
- За глибиною (неглибокі – до 50 м , середні – 50-100 м, глибокі – 150-250 м, надглибокі – більш ніж 250 м;
- За формою – округлі, видовжені, серцеподібні, яйцеподібні, овальні, неправильні;
- За місце розташуванням – рівнинні, схиліві, вододільні, вододільно-схиліві, присхиліві;
- За замкненістю – замкнені та відкриті;

- За добувною сировиною – залізнорудні (найбільші), гранітні, піщані, глинисті, суглинкові, вапнякові.

Найбільш довгим є Ганнівський кар'єр – 4,32 км, і №1 ЦГЗК – 4, 03, найбільш глибокий Першотравневий – 365 м, найбільш широким Першотравневий – 2,47 та ПівдГЗК – 2, 38 км. Провальний рельєф утворився на місці верхніх підземних горизонтів шахт рудників. Представлений 2-ма зонами – провалля та зрушення. Основу провальних зон складають провальні поля та ділянки, які їх розділяють. Провальні поля містять у своєму складі лійки, улоговини, каньйони, схили, яких укладені зсувними, обривистими, обвальними та осипними схилами. У зоні зрушення (поширені на захід від провалля) розвинуті тріщини та тераси відсідання. Відвали – горби, які утворюються внаслідок супутніх добувних порід і відходів переробки залізних руд.

- За будовою різняться простими (гребеневидно-пасмові, терикони, притулені засипні, одноярусні платоподібні) та складними (багатоярусні платоподібні, сегменто-ярусні платоподібні);
- За висотою (низькі – до 20 м, середні – 20-50 м, високі – 50-100 м, надвисокі – більш ніж 100 м) відвали;
- За розмірами (дуже маленькі – S=менше 50 га, малі – S=50-100 га, середні – S=100-300 га, великі – S=300-800 га, надвеликі – S=більш ніж 800 га);
- За об'ємом (дуже маленькі – до 50 млн. закладованої речовини, маленькі – 50-100 млн. м., середні – 100-200 млн.м., великі – 200-400 млн.м., надвеликі – більш ніж 400 млн.м.);
- За формою плану (видовжені, округлі, грушоподібні, лопатеві, неправильні, деревоподібні, квадратоподібні);
- За гідрологічними умовами (сухопородні та гідровідвали);
- За місцем розташування (вододільні, схиліві, балочні, провальні, кар'єрні, долинні);
- За закладованою сировиною – (скельні, піщані, глинисті, змішаного характеру);

- За морфометрією – аналоги гір.

До форм антропогенного рельєфу відносять траншеї, виїмки, канали, кургани, насипні поверхні, ями під фундаменти будівель та ін. [18].

1.3. Геологічна будова

Криворізький регіон знаходиться в центральній частині Українського щита, який є основним геоструктурним елементом південного заходу Східно-Європейської платформи. В будові району, як і щита в цілому, бере участь два структурних поверхи: кристалічний фундамент, складений метаморфізованими вулканогенно-осадовими та гранітоїдними утвореннями докембрію і осадовий чохол, розріз якого представлений відкладами кайнозою.

Район займає цікаву геологічну позицію в структурі щита. Він приурочений до межі двох різновікових геоблоків першого порядку: Кіровоградського, розташованого західніше м. Кривого Рогу, та Придніпровського, який охоплює території Дніпропетровської, Запорізької та Херсонської адміністративних областей. Границею між блоками служить так званий Криворізько-Кременчуцький глибинний розлом мантийного закладення, який в межах району простягається з південного-заходу на північний схід по лінії, що відповідає напрямку Інгулець - Жовті Води [18].

Кіровоградський геоблок, розташований на захід від розлому, він складається з порід нижнього протерозою. В геологічній будові Придніпровського геоблока домінують гранітоїди середнього архею. Винятком є протерозойська залізовмісна структура приурочена безпосередньо до Криворізько – Кременчуцького розлому зі сходу. Основна є Криворізька, вона займає центральну частину однойменного адміністративного району.

Глеєватська частина, довжина якої становить понад 2500 м, завершує розріз докембрійських утворень Кривбасу. В її будові беруть участь поліміктові метаконгломерати, метапісковики, а також сланці біотитового, кварц-біотитового, деколи з гранатом та амфіболом, складу. Джерелом теригенного матеріалі в ході нагромадження порід слугували частини криворізької та

фрунзенської серії, так і поширені на захід від структури плагіангранітоїди Інгулецької брили, а також розвинені на схід від Кривбасу плагіограніти Саксаганського комплексу. При цьому, матеріал в басейн накопичення осаду надходив тимчасовими потоками води із гірських схилів Саксаганського масиву, тобто зі сходу на захід, і з піднятої частини Інгулецької брили – із заходу на схід. Грубоуламкові відклади, які представлені, на сьогодні, метаконгломератами, накопичувалися в прибережній частині басейну під виглядом специфічних конусів виносу, а більш тонкий матеріал (матпісковики, сланці) належали до відкритої частки басейну. Мінералогічний та хімічний склад порід демонструє те, що під час її утворення на території панував гумідний клімат з ознаками аридизації [18].

Породи глеєватської серії, так як і відклади фрунзенської заховані під покривом осадового чохла.

Період докембрію в геологічному розвитку Кривбасу закінчився вкоріненням в Ганнівському районі невеликих лінзоподібних тіл апліто-пегматоїдних гранітів, які проривають породи глеєватської світи. В ході даного процесу, геологічні дії на території Криворізького басейну, як і Українського щита загалом, обмежувалися тільки проявами процесів вивітрювання та денудації теригенного матеріалу водами поверхневого стоку в північно-східному напрямку (в сторону Дніпровсько-Донецької западини). Такий геологічний процес в районі тривав біля 500 млн. років протягом палеозойської та мезозойської ер. Винятком є середина палеозою (350-400 млн. років тому) коли Український щит піддавався метеоритному бомбардуванню і один із них упав і на території Криворіжжя. Сліди даного метеориту було знайдено на північно-західній частині селища Терни в районі Первомайського родовища – залізисті кварцити. Удар метеорита зумовив формування Тернівської астропроблеми. В ході метеоритного удару породи криворізької серії зазнали перетворень ударного метаморфізму, що спровокувало формування таких порід як імпакти, алогенні брекчії, тагаміти, зюміти та багато інших, а також гіпербаричні мінерали – тридиміт, коусит, стишовіт, муасаніт та імпактний алмаз.

Відносно новий період в історії геологічного розвитку басейну Криворіжжя, який започаткувався у розрізі кайнозойських покладів осадового чохла, почався приблизно 55-50 млн. р. назад. Початок поетапного та тривалого опускання частини Кривбасу поклала так звана бучацька трансгресія (табл.1.1). Морські води проникали в район Кривого Рогу з півдня від Причорноморської западини по досить широких долинах в кристалічному фундаменті, приурочених до ділянок розвитку Західно- та Східно-Криворізької депресій. В період бучацького часу, який належить до I половини середнього еоцену палеогенового періоду (біля 50 млн. років тому) в межах Кривбасу нагромаджувалися піщано-глинисті поклади з прошарками вуглистих порід, які характерні для середньої частини бучацького розрізу. Накопичення осаду здійснювалося в умовах неглибокого моря, температура води в якому не зменшувалася нижче від +20°C. Дані умови спричинили розвиток двостулкових та червононогих молюсків, коралів, нумулів, брахіопод, губок та морських їжаків, які населяли водну площину бучацького моря [34].

Короткотривала регресія, яка настала в кінці бучацького періоду (Табл.1.1) спричинила розширення частини суші та інтенсивному розвитку субтропічних лісів, представниками яких були верба, береза, дуб, каштан, сосна, ялина, рідше пальми і мирти. Після континентальної перерви та під кінець I половини середнього еоцену Кривбас потерпав від київської трансгресії. Даний період накопичення осаду характеризувався не лише порівняно тривалим опусканням кристалічного фундаменту, але і частки короткими підніманнями дна київського моря, що призвело до його обміління і, в результаті, утворення поміж товщі алевротолітів, аргілітів, глин та вапняку малопотужних прошарків піщано-гравійно-галечникових покладів. В київському морі існували гарні умови для розвитку та формування різноманітної фауни, поміж якої домінуюча роль належала молюскам, форамініферам, моховаткам, губкам, коралам та морським їжакам.

Зміни, які були описані вище відбувалися протягом 7 млн. років. В результаті київської трансгресії настала чергова континентальна перерва, яка

тривала понад 10 млн.р. і в свою чергу, змінилася ранньо-лігоценною борисфенською трансгресією.

Борисфенське море було відносно мілким, що дало змогу накопичити лише тригенні та вапнякові черепашникові відклади. Переважними мешканцями моря були молюски та форамініфери, скелети яких і слугували матеріалом для утворення черепашникових вапняків, а також різні риби, акули та кити.

В часи пізнього сармату борисфенське море дуже зменшилося, але не залишило території Криворіжжя. Його берегова лінія проходила приблизно на широті міста Кривого Рогу. Воно стало досить мілким, внаслідок чого накопилися переважно тирогенні уламкові поклади (пісків) і збіднів органічний світ. В ньому мешкали лише молюски, представниками яких були переважно мактри [33].

Важливою геологічною подією на початок меотичного періоду неогену (приблизно 14 млн. р. тому) було зменшення площі морського басейну, проте воно ні на крок не відступило від території Кривбасу, яка знову була покрита морем в II пол. меота.

Меотичний басейн був мілким (25 м) і у ньому накопичувалися теригенні та карбонатні осади. Серед тваринного світу переважали молюски, форамініфери, моховатки, остракоди, риби та тюлені.

З пліоценовим періодом, тривалість якого біля 4 млн. років тому на території Криворіжжя, пов'язана понтська трансгресія. Понтське море вкривало всю частину Кривбасу. Воно було достатньо мілким, солоним та теплим (+18-20°C). Його мешканцями були молюски, тюлені, черепахи, соми, осетри, окуні та інші представники рибного світу. В частині прибережжя накопичувалися лише теригенні породи, а у відкритому морі відбулося утворення карбонатних осадів.

Понтська трансгресія була останньою в історії геологічного розвитку Криворізького басейну. В результаті трансгресії, територія видозмінилася на сушу, яка існує до сьогодні [33].

Таблиця 1.3.

Схема стратиграфічного розчленування кайнозойських відкладів Кривбасу

Система	Відділ	Горизонт характеристика його розрізу	Потужність
Четвертинна		Червоно-бурі суглинки, глини, піски, супіски	До 25 м
Неогенова	Пліоцен	Понтичний Сірувато-жовті, сірі оолітові вапняки, сірі, сірувато-зелені піски, глини	До 10 м
	Міоцен	Меотичний Сірі піски, зеленувато-бурі піщанисті глини, вапняки, доломіти	До 6 м
		Сарматський Сірі доломіти, вапняки, сіро-зелені піски, глини	До 15 м
		Сірі доломіти, вапняки, глини, піски, іноді вуглист	До 15 м
		Сіро-зелені глини, піски вуглисті, вапняки	До 8 м
Палеогенова	Олігоцен	Борисфенський Зеленувато-сірі глини, піски з прошарками та лінзами марганцевих руд	До 20 м
	Еоцен	Київський Сірувато-зелені алеврито-піщано- глинисті породи, піски, алеврити, алевроліти, глини, вторинні каоліни	До 40 м
		Бучацький Сірі та чорні вуглисті глини, піски з лінзами бурого вугілля, вторинні каоліни	До 32 м

Криворізький район це найцікавіший геологічний об'єкт Українського щита. В їх надрах локалізується унікальний запас залізних руд. Своєрідна геологічна будова та історія геологічного розвитку регіону, яка відображає основні етапи формування Українського щита [18].

Значні поклади залізних руд, сприяли історико-геологічному вивченню Криворізького залізорудного басейну. Історія вивчення почалася з кінця 18 ст., коли російський академік В.Ф. Зуєв у 1781 р. виявив і описав на берегах ріки Саксагані «залізний шифер». Академік охарактеризував Кривий Ріг: «Он весь каменный, и состоит из железного шифера, который так тверд, что даёт из себя искры. Он лежит слоями, от NW до SO, представляет собой не одинакового цвета: черного, серого, полосатого и красного цвета. Поверхность покрыта красной глиной, там нередко попадаются другие горные породы камня» (Зуєв, 1787).

Після відкриття В.Ф. Зуєвим Криворізьких залізних руд тільки через 100 років (1875) О.М. Поль розпочав видобуток залізних руд. Він засновник гірничо-видобувної промисловості в районі. А також поклав початок у послідовному геологічному вивченню Кривбаса.

Перша інформація про геологічну будову, мінералогію та залізорудні родовища регіону пов'язані з іменами таких видатних дослідників 19 ст., як М.П. Барбот-де Марні, В.А. Домгер, С.О. Конткевич, П.П. Пятницький та інші. Значний вклад в розвиток геології Кривбасу було зроблено в часи індустріального розвитку Криворіжжя в довоєнні (1930) та післявоєнні (1940 - 1960) роки. Колективами виробничих і науково-дослідних геологічних організацій під керівництвом Я.М. Белєвцева, Ю.Г. Гершойга, Г.І. Каляєва, М.І. Світальського не тільки було введено в експлуатацію значку кількість родовищ Криворіжжя. Але і написано і опубліковано багато наукових монографій, що не втратили своєї актуальності і в наш час [23].

Криворізька геологічна структура представлена складною побудовою в складі якої наявні породи верхнього архею, нижнього, середнього та верхнього протерозою, та кайнозою. Включеннями є гранітоїди середнього та верхнього архею.

Закладення структури відбулося у пізньому археї близько 3150 млн. років тому. Причиною тому послужило розтріскування в межах Українського щита і Придніпровського блока зокрема в середньому археї (3400-3200 млн. років) первинної протокори з утворенням серії глибинних розломів по яких відбувалося опускання окремих ділянок території і формування рифтоподібних структур, розділених граніто-гнейсовими куполами. Релікти цієї протокори на сьогодні представлені у вигляді гранітоїдів Дніпропетровського комплексу. В Криворізькому районі вони складають Інгулецьку брилу, яка розташована західніше Кривого Рогу. Граніти відслонюються по берегах ріки Інгулець в районі сіл Олександрівка, Лозуватка, Чкалівка. Це світло-сірі, зернисті породи складені плагіоклазом, кварцом, біотитом і рідко амфіболами. За природою дані гранітоїди належать до ультраметаморфічних утворень, які утворилися в результаті плавлення вулканогенно-осадових порід аульської серії нижнього архею під впливом ультраметаморфічних процесів. Також ці породи поширені на схід від Кривбасу де складають близько 60-65% території Придніпровського блока [18].

Цей період називають рифтогенною стадією розвитку Кривбасу, він тривав на протязі вікового діапазону від 3150 до 2000 млн. років і поділявся на 2 етапи: 1. Проторифтовий; 2. Рифтовий. Протягом проторифтового етапу (3150 – 2600 млн. років) відбувалося закладення в межах Кривбасу Криворізько – Кременчуцького та Східно – Ганнівського глибинних розломів і опускання розташованої між ними ділянки земної кори з утворенням протокриворізького пізньоархейського басейну осадконакопичення. Одночасно глибинні розломи служили каналами по яким відбувалося піднімання магматичних розплавів та виверження вулканів тріщинного типу. Так розпочиналося формування метавулканогенно – осадової товщі Криворізької структури. [18]

Відносно складна етимологія геологічного розвитку Кривбасу в докембрії та кайнозої зумовила утворення широкого кола різноманітних корисних копалин, близько 50 видів металевих та неметалевих. Корисні копалини характеризуються якісними та кількісними показниками та мають практичне

значення. На сьогоднішній день, діючі родовища покладів зумовлюють появу потужних промислових концентрацій на території Криворіжжя.

До групи металевих корисних копалин відносять: залізо, золото, германій, скандій, ітрій, лантаніди, цирконій, берилій, літій, титан, хром, ванадій, нікель, платина та платиноїди.

Залізо є найбільш поширеним та цінним багатством регіону. Залізні руди в басейні видобувають більш ніж 100 років. Протягом даного часу було вилучено понад 2 млрд. т. руди. На сьогодні, в Кривому Розі працює 12 рудних та 5 гірничо-збагачувальних комбінатів.

Золото утворює точки мінералізації, рудопроявлення та промислові концентрації в метаконгломератах скелеватської світи, на контактах сланцевих та залізистих горизонтів саксаганської, в зонах розривних порушень з широким розвитком кварцевих, карбонат-кварцевих, карбонат-кварцево-сульфідних прожилків та жил, в рудах контакту криворізької та фрунзенської серій, а також в алювіальних покладах річки Інгулець.

Германій наявний в породах та рудах продуктивної товщі Ганнівського, Первомайського та Інгулецького родовища. Вміст германію в рудах коливається від 10-15 до 50-60 г/т.

Скандій наявний у промислових зосередженнях талькових сланців інгулецької світи та натрієвих метасоматитах саксаганської світи Ганнівського та Первомайського родовища.

Ванадій виявлено у промислових кількостях в метавулканітах конкської серії верхнього архею, домінуючими мінералами є магнетит, титаномagnetит та ільменіт.

Ітрій є постійним супутником скандію та натрію в метасоматитах Ганнівського та Первомайського родовища, його вміст складає 500 г/т.

Лантаніди являються постійними супутниками скандію та ванадію в метасоматитах Ганнівського та Первомайського родовищах, його вміст складає 2000-2500 г/т.

Цирконій утворює промислові зосередження в породах конкської серії Північного району, його вміст складає 2000 г/т.

Берилій та літій знайдено в пегматитах, які проривають метаморфічні породи в Північному районі.

Титан, хром, нікель створюють стійкий парагенезис у талькових сланцях інгулецької світи.

Платина та платиноїди наявні у метабазитах інгулецької світи, де зумовлюють концентрацію до 2 г/т.

До неметалевих корисних копалин, які також мають практичне значення в регіоні, відносять алмаз, тальк, хлоритові сланці, філіти та аспідні сланці, гранат, мусковіт-біотитові сланці, мармури, амфіболіти, діабазы, граніти та інші. Їх утворення відбулося внаслідок порід кристалічного щита та відкладів осадового чохла [18].

1.4. Ґрунтовий покрив

Ґрунтовий покрив є одним з основних компонентів довкілля, що виконує життєво важливу біосферну функцію.

Криворізький регіон відноситься до Дніпропетровського району степової зони, де ґрунт представлений мало гумусними чорноземами потужністю від 45 до 65 см, що сформувалися під впливом багатьох факторів: посушливого клімату, живих організмів, складу та будови материнських порід, рельєфу місцевості. В ґрунті містяться найвищі запаси гумусу (> 5%), тобто характеризуються найвищим енергетичним потенціалом, який здатні засвоювати рослини (Дідух, 2007).

В степах за умовою дефіциту зволоження виділяються 3 типи ґрунтів:

1. чорноземи;
2. дерново - степові;
3. лучно - чорноземні ґрунти (Рис. 1.4).

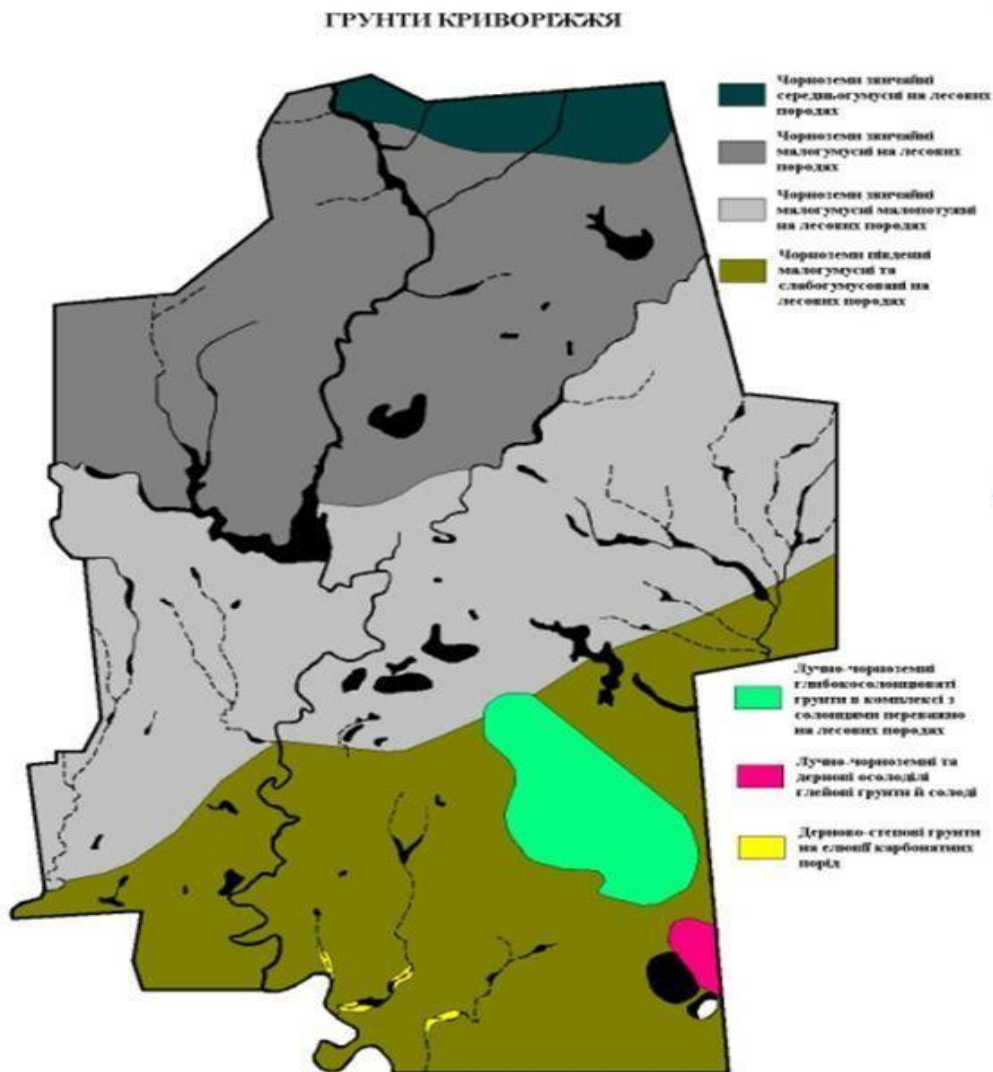


Рис. 1.4. Види ґрунтів м. Кривий ріг

В районі півночі процес появи ґрунтів зумовлено дерновим гумусо-аккумулятивним процесом внаслідок дії рослин трав'яного походження.

В умовах північних степів процес виникнення ґрунтів зумовлений дерновим гумусо-аккумулятивним процесом під дією трав'янистої рослинності, яка утворилася в помірно сухому кліматі, більшою мірою на лесоподібних суглинках-рихли-карбонатних гірських породах. Умови, завдяки яким здійснюється даний процес – це непримивний режим з виникненням ілювіального карбонатного горизонту та закріпленням ґрунтових колоїдів, глини і гумусу, утворюючи водостійку зернисто-грудкувату структуру.

Особливістю чорноземних ґрунтів є їх родючість та накопичення обмінних лугів та біогенних зольних елементів у верхній частині ґрунтового профілю. Чорноземи звичайні маломусні становлять приблизно 67,5% площі Криворізького природно-господарського району. На північній частині

домінують важко-суглинисті, а на півдні Кривбасу – легкоглинисті малопотужні ґрунти, вміст гумусу яких становить 3,4 – 5,2% (з коливанням від 2 до 6%). Для легкоглинистих ґрунтів вміст гумусу дорівнює 381 – 426 т/га, у важкоглинистих – 334 – 396 т/га. Внаслідок діяльності людини запаси гумусу постійно знижуються. У південній частині даного роду ґрунтів очевидні деякі риси, що характерні для чорноземів південних (грудкувато-горіхова структура, потужні ущільненість горизонту). Процес ґрунтоутворення у II половині голоцену спрямований від темно-каштанових ґрунтів до південних, а з часом і до звичайних чорноземів з приростом 4,1 мм на кожні 100 років. Вказані риси чорноземів Кривбасу є успадкованими. Внаслідок пом'якшення клімату, на початку I тисячоліття до н.е., зумовило підвищення зволоження та зменшення континентальності, відбулося глибинне вимивання до горизонту автохтонних карбонатних відслонень, зниження (до 3,5 – 4 м) глибини гіпсоносного горизонту та збільшення до 12-15 % складу глинистих фракцій у верхніх горизонтах ґрунтів. Із цього часу необхідно відраховувати вік сучасних ґрунтів регіону. Північно – західну частину регіону займають чорноземи звичайні середньогумусні (потужні і вилужені), які утворилися за умови глибокого стояння вод під різнотравно – типчаково – ковиловою рослинністю. Вологозабезпеченість на протязі вегетаційного періоду вища. Середній вміст гумусу дорівнює 6%. В результаті значної розчленованості території переважають слабозмиті різновидності ґрунтів. Цей рід ґрунтів займає 5% площі регіону [16].

Південніше лінії Миколаївка – Широке – Радужне, де зменшується рівень зволоження, поширені чорноземи південні малопотужні малогумусні (20,3% площі регіону). Вони сформувались під типчаково – ковиловою рослинністю. В заплавах річок, а також у комплексі з південними чорноземами. В подах і мікрозападинах поширені ґрунти напівгідроморфного ряду – лучно – чорноземні. Вони займають 4,3% площі регіону. Ці ґрунти характеризуються великим запасом мінеральних елементів живлення і глибоким гумусованим горизонтом потужністю 60 – 70 см. Лучно – чорноземні ґрунти, як правило, глибокосолонцюваті (слабо, середньо і сильно солонцюваті) і осолоділі.

На більш знижених і зволжених ділянках зустрічаються солонці лучностепові і осолоділі. На днищах балок і подів зустрічаються лучні засолені ґрунти (1,2% площі регіону) та чорноземно – лучні, глибоко – слабосолонцюваті та слабосолончакуваті ґрунти, які насичені лугами. Вони характеризуються великою кількістю мінеральних елементів живлення і мають вміст гумусу 3,4 – 5,4%. Їх потужність досягає 60 см.

Чорноземи на алювії низьких терас (переважно піщаного складу) займають 0,4% площі; на алювії кристалічних порід - 0,6%; на алювії вапняків та щебнистих карбонатах - 0,5%.

Ґрунти із різним ступенем еродованості займають 37% площі регіону. За даними І.А. Добровольського та Є.Д. Ющука (1982, 1983, 1987, 1979) під впливом викидів гірничо – металургічного комплексу Криворіжжя в ґрунтах спостерігається зменшення вмісту гумусу на 8,2 – 13,9%, підвищення лінії скипання, що зумовлено їх залуженням. Спостерігаються, також техногенні аномалії деяких хімічних елементів у ґрунтах. Біля металургічних комбінатів це сірка, марганець, кальцій. Біля гірничих комбінатів – залізо, кремній [10].

На порушених землях формуються примітивні, фрагментарні, коротко- та неповнопрофільні ґрунти. На насипних шарах чорнозему з суглинками розвиваються педоземи, де процес ґрунтоутворення інтенсивний ніж на чистих субстратах. [18, 32]

1.5. Рослинний покрив

Рослинність Кривбасу сформувалася за допомогою складної взаємодії кліматичних зональних факторів, специфічних гірських порід та різних видів людського впливу. В регіоні відмічається більш ніж 1260 видів вищих рослин.

Території Криворізького регіону характерна спрямованість ландшафтогенезу, степового типу, пристосованого до дефіциту вологи. Формування даного типу рослинності зумовлено комплексом компонентів: сухістю клімату, карбонатністю та засоленістю ґрунтів, дефіцитом ґрунтового й атмосферного зволоження. Просторову диференціацію рослинності даного

регіону визначають переважно умови ґрунтового зволоження, оскільки вони найбільш впливають на розвиток рослин.

Рослинний світ представлений ділянками флори кам'янистих відслонень. Домінуючим типом рослинності є саме різнотравно – типчаково – ковилові степи завдяки більшій пристосованості до дефіциту вологи [18].

Характерними видами для північної частини регіону є: ковила Лессінга (*Stipa lessingiana*), ковила волосиста (*Stipa capillata*), костриця валіська (*Festuca valesiaca*), тонконіг вузьколистий (*Poa angustifolia*), келерія гребінчаста (*Koeleria cristata*). Із бобових зустрічається: люцерна румунська (*Medicago romanica*), в'язіль барвистий (*Coronilla varia*), конюшина гірська (*Trifolium montanum*), конюшина альпійська (*Trifolium alpestre*), зіновать руська (*Camaecytisus ruthenicus*). Із різнотрав'я переважають молочай степовий (*Euphorbia stepposa*), чабрець Маршалів (*Thymus marashalianus*), чабрець двовидний (*Thymus dimorphus*), гадючник звичайний (*Filipendula vulgaris*), гвоздика вугільна (*Dianthus carbonatus*).

На схилах зі змитими ґрунтами характерними є такі види: ковила волосиста (*Stipa capillata*), тонконіг бульбистий (*Poa bulbosa*), костриця валіська (*Festuca valesiaca*), шавлія поникла (*Salvia nutans*), бородач звичайний (*Botryochloa ischaemum*), зміївка болгарська (*Cleistogenes bulgarica*), деревій благородний (*Achillea nobilis*), котяча м'ята дрібноквіткова (*Nepeta parviflora*), молочай степовий (*Euphorbia stepposa*), сухоребрик мінливий (*Sisymbrium polymorphum*), полин австрійський (*Artemisia austriaca*).

На сухих південних та східних схилах сформувались характерні для сучасних техногенних ландшафтів рослинні угруповання, в яких домінують: безсмертки однорічні (*Xeranthemum annuum*), житняк гребінчастий (*Agropyron cristatum*), кринитарія волохата (*Crinitaria villosa*).

Найбільш поширеними адвентивними рослинами на Криворіжжі є: зірочник середній (*Stellaria media*) та амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*). Усі адвентивні рослини, можна називати бур'янами сільськогосподарських культур [11].

Рослинний покрив Криворіжжя зазнає постійного і антропогенного навантаження. Тривалий вплив газопилових викидів пригнічує розвиток багатьох компонентів біогеоценозів.

В природних фітоценозах знижується видове різноманіття. Важливо інвентаризувати сучасний стан флори та визначити наявність в її складі рідкісних видів, які є чутливими до змін в навколишньому середовищі. Та є важливими показниками стану збереженості природних комплексів певної території.

Ліси природного походження в Кривому Розі не є зональним типом рослинності. Відсутність лісів на вододілах зумовлена успадкованими та сучасними особливостями інших компонентів ландшафтів та ландшафтовірних факторів (сухість клімату, карбонатність і засоленість ґрунтів, дефіцит ґрунтового та атмосферного зволоження) [18].

Лісистість Криворіжжя становить лише 4,5%. Найбільші масиви – Гурівський ліс (619 га.), водозахисні насадження біля Карачунівського та Південного водосховища. На території Кривого Рогу понад 17 тис. а зелених насаджень. Площа насаджень майже в 5 разів менша необхідної, саме тому актуальним залишається створення та підтримання в належному стані штучних насаджень. Найбільше у лісових насадженнях поширені такі дерева, як: дуб звичайний, ясен високий, клен татарський, клен ясенелистий, клен польовий та акація біла.

В літературі зустрічаються також відомості про знаходження в Кривому Розі *Dryopteris filix-mas* (L.) Schall та *Polypodium vulgare* L. Присутність у флорі міста переважно бореально-неморальних видів папоротей свідчить про поширення тут в минулому байрачних лісів. Проте в наш час про це нагадують лише зарості лісових чагарників по схилах деяких балок та окремі представники лісової флори, які знайшли притулок під їх наметом. Це, зокрема, *Polygonatum multiflorum* (L.) All., *P. odoratum* (Mill.) Druce, *Adoxa moschatellina* L., *Viola odorata* L., *Anemonoides ranunculoides* (L.) Holub та інші види. З інших раритетних видів урбанofлори ми наводимо ті, що відомі з поодиноких місцезнаходжень. В їх складі багато ендеміків. А саме: причорноморських-

(*Allium podolicum* (A. et G.) Bloci ex Racib., *Astragalus pallescens* Bieb., *A. pubiflorus* DC., *Echium maculatum* L; південно-причорноморських- (*Astragalus novoascanicus* Klok., *A. odessanum* Bess., *Dianthus carbonatus* Klok); східнопричорноморських (*Allium decipiens* Fisch. ex Schult. et Schult. fil.). З поодиноких місцезнаходжень також відомі *Asparagus verticillatus* L., *Harlophyllum suaveolens* (DC.). На степових схилах та кам'янистих відслоненнях спорадично поширені *Adonis vernalis* L., *A. wolgensis* Stev та ін.

Серед чагарників рідкісними в регіоні є *Viburnum lantata* L., *Amygdalus nana* L., *Berberis vulgaris* L., *Cerasus fruticola* L. У заростях степових і лісових чагарників також трапляються рідкісні види: *Anemone sylvestris* L., *Clematis integrifolia* L., *Corydalis solida* (L.) Clairv та ін. На відвалах залізорудних кар'єрів відмічені занесені рідкісні рослини: *Crambe pontica* Stev. ex Rupr., *Astrodaucus orientalis* (L.) Drude, *Chamerion angustifolium* (L.) Holub [21].

1.6. Гідрографічна сітка

Водні ресурси – сукупність поверхневих та підземних вод певної території, придатні для використання у господарстві.

На Криворіжжі водні ресурси представлені водами річок та штучних водоймищ, підземними водами кількох водоносних горизонтів. Водні ресурси поверхневих водних об'єктів зазнали значного зарегулювання поверхневого стоку (на р. Саксагань та р. Інгулець). На річках, у балках та подах Кривбасу створено 5 водосховищ і понад 100 ставків.

Територія Кривбасу належить до південної частини Українського басейну тріщинних вод (частини Широківського, Апостолівського районів, Криворізький, Софіївський, П'ятихатський райони). Загальний напрям стоку підземних вод Криворіжжя - на південь – в бів Причорноморської тектонічної западини, а також до місцевого базису ерозії – річкових долин, балок, ярів,

подів, тому місцями виникають джерела (природний вихід підземної води на земну поверхню, наприклад в районі скель МОДРу, в балці Кандибіна, на березі Кресівського водосховища) та мочажини (місця просочування підземних вод на денну поверхню у вигляді сильно змоченого ґрунту) [18].

На території Криворіжжя протікають 8 рік (всі входять до басейну Дніпра): Інгулець з притоками – Саксагань, Зелена, Жовта, Бокова (з притокою Боковенька), Вербова (притока р. Висунь, яка в свою чергу впадає в р. Інгулець), а також Кам'янка – притока р. Базавлук. Всі ріки, окрім Інгульця, відносяться до розряду малих річок.

Річкова сітка регіону розвинута слабо, внаслідок недостатнього зволоження.

Завдяки посушливому клімату (особливо влітку), гідрологічним сезонам, зміні водності рік упродовж року, хімічному складу вод (в першу чергу - підземних), які живлять поверхневі водотоки. Гідрохімічним особливостям регіону притаманні зональні властивості [33].

Під час повені, коли водність рік зростає, їх хімічний клас є гідрокарбонатно – кальцієвим, каламутність збільшується проте мінералізація знижується. В період межені загальна водність рік зменшується, що відбивається у зміні хімічного класу води на сульфатно – гідрокарбонатно – натрієвий, підвищенням мінералізації але зі скороченням концентрації завислих насосів у воді (так як течія стає повільнішою).

Припинення робіт з водовідведення та осушення гірничих виробок супроводжується затопленням гірничих об'єктів, внаслідок чого формується нове гідрографічне, гідрогеологічне та ландшафтне середовище. Нові гідрологічні об'єкти (затоплені кар'єри, водойми на днищі провальних лійок) стають новими структурними елементами гідрографічної мережі регіону. На теперішній час на території Кривбасу нараховується більше двадцяти відпрацьованих залізрудних, гранітних, піщаних та заповнених водою кар'єрів. Заповнення водою відбувається за рахунок підземних вод, інфільтрації води з річок, акумуляції атмосферних опадів, талих снігових вод [33].

Висновок до I розділу

В результаті дослідження фізико-географічної характеристики, Криворіжжя є одним із найбільш багатих на корисні копалини регіонів нашої країни. Більшість із відомих родовищ пов'язана зі стародавніми породами Українського щита.

Клімат степовий, атлантично-континентальний, досить спекотне та сухе літо, помірна м'яка з частими відлигами зима. Середня температура повітря становить $+8,5^{\circ}\text{C}$.

Геологічне формування Кривбасу здійснювалося внаслідок київської та борисфенською трансгресією та проходило важливі періоди: Понтичний, Меотичний, Сарматський, Борисфенський, Київський, Буцацький. Кожний етап окремо впливав на утворення корисних копалин та формування ґрунтів регіону.

Гідрофічна мережа міста представлена водами рік та штучно створених водойм, підземними водами водоносних горизонтів. Водні ресурси поверхневих водних об'єктів використовуються через значне зарегулювання поверхневого стоку (на р. Саксагань і р. Інгулець). На ріках, у балках та подах Кривбасу створено 5 водосховищ і понад 100 ставків.

Ґрунтовий покрив Криворіжжя характеризується утворенням основних типів ґрунтів: чорноземи, дерново-степові, лучно-чорноземні. Ґрунти регіону є досить родючими та багатими на вміст органічних речовин.

Рослинний світ представлений ділянками флори кам'янистих відслонень. Домінуючим типом рослинності є саме різнотравно – типчаково – ковилові степи завдяки більшій пристосованості до дефіциту вологи.

РОЗДІЛ II ВИВЧЕННЯ СУЧАСНИХ МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ОРГАНІЧНОЇ РЕЧОВИНИ ҐРУНТУ

2.1. Визначення загального вуглецю ґрунту

Органічна речовина ґрунту належить до найважливіших діагностичних ознак функціонування та стабільності ґрунтової системи. Особливістю досліджень органічної складової ґрунту, незважаючи на давню і плідну історію вивчення, залишається наявність численних протиріч, що змушують неодноразово повертатися до перегляду навіть основних положень.

У літературі зустрічаються приклади понять «органічна речовина ґрунту» і «гумус», так і констатування різниці між ними. Згідно з ДСТУ ISO 11074:2009 Якість ґрунту. Словник термінів: гумус – усі речовини мертвих рослин і тварин та продукти їх органічних перетворень, а також органічні матеріали, внесені через людську діяльність; органічна речовина – речовина, що складається з рослинних і/або тваринних органічних матеріалів і продуктів перетворення цих матеріалів, наприклад – гумус [7].

Сучасна наука налічує безліч поглядів на фракціонування вуглецевмісних сполук ґрунту: за розмірами, складом, часом обігу в ґрунті, розчинністю, тощо. Серед них вуглець загальний, неорганічний, органічний вуглець; суспендований органічний вуглець, гумусовий, стійкий, розчинний органічний вуглець та інші. Для зразків ґрунту приймається ідентичність вуглецю загального та вуглецю органічного.

В аналітичній практиці для визначення масової частки органічного вуглецю у ґрунтах найбільш широко застосовуються методи «мокрого» (біхроматний метод Тюріна та його модифікації) та «сухого» (хроматографічний метод) спалювання. Неодноразово доведено, що фактична розбіжність результатів аналізу не перевищує сумарної похибки цих методів, що доводить відсутність необхідності введення коефіцієнтів перерахунку.

На основі допущення, що в гумусі міститься 58 % вуглецю, Шпренгелем (Sprengel, 1837) було запропоновано коефіцієнт перерахунку 1,724. Велика

кількість вчених активно критикували це значення, обґрунтовуючи, що гумус складається не тільки з гумінових, але і з фульвокислот, які містять.

Було запропоновано диференційований підхід до перерахунку органічного вуглецю на гумус для різних типів ґрунтів з коефіцієнтом у діапазоні 1,724 – 2,5 (І. В. Тюрін, Бродбент). Однак, наприклад, в Австралії на державному рівні прийнято коефіцієнт 1,72, аргументуючи це придатністю отриманої інформації для більшості цілей [35].

Згідно з ДСТУ 4289:2004 Якість ґрунту. Методи визначання органічної речовини, коефіцієнт перерахування вмісту органічного вуглецю на вміст органічної речовини залежить від типу ґрунту і становить для: дерновопідзолистих ґрунтів – 2,09; сірих лісових ґрунтів – 2,05; чорноземів – 1,88; каштанових ґрунтів – 1,97; бурих лісових ґрунтів – 2,06.

Деякими вченими (М. М. Кононова, Б. М. Когут, А. С. Фрід та ін.) пропонується взагалі відмовитися від застосування показника «вміст гумусу» та перейти до більш точного та зрозумілого у світі – «вміст органічного вуглецю». Однак існує думка, що важливо оперувати саме знаннями щодо вмісту гумусу, а не одного з елементів його складу (В. В. Пономарьова, Т. Н. Плотнікова).

Враховуючи можливість отримання більш сучасних даних та важливість показника вмісту органічної речовини для діагностики антропогенно-факторних змін під час проведення моніторингу ґрунтів, пропонується організація широкого обговорення провідними ґрунтознавцями та агрохіміками України питання потреби та методу перерахунку органічного вуглецю в гумус з метою оптимізації роботи агрохімічної служби України та створення інформативної бази даних якісного стану ґрунтів. [33]

Аналітичний метод визначення загального вуглецю в ґрунті.

В ґрунтах та відкладеннях: Неорганічний вуглець + Органічний вуглець= Загальний вуглець.

Вміст загального вуглецю в ґрунті можна виміряти безпосередньо або за різницею загального вмісту вуглецю та виміряти вміст неорганічного вуглецю. Для ґрунтів і відкладень, де немає неорганічного вуглецю наявні форми, рівняння 1 стає: Загальний вуглець=Органічний вуглець.

Зазвичай це метод, описаний, як кількісна оцінка загального або органічного вуглецю, та повинен давати той самий результат. Однак у географічних районах, де материнська порода: це вапняк, доломіт або інший карбонат, що містить мінерал, у зразках можуть бути присутні неорганічні форми вуглецю. У посушливих регіонах ґрунти та відкладення можуть мати більшу концентрацію вуглець отриману з неорганічних карбонатів, ніж з органічних джерел вуглецю.

Основний принцип кількісного визначення загального органічного вуглецю заснований на руйнуванні органічних речовин, присутніх в ґрунті або осадах, хоча існує кілька неруйнівних методів виявлених в літературі, які зараз знаходяться в стадії розробки. Руйнування органічної речовини може бути виконано хімічним способом або шляхом нагрівання при підвищених температурах. Усі форми вуглецю в зразку перетворюються на CO_2 , який потім вимірюється прямо чи опосередковано і перетворюється на загальний органічний вуглець або загальний вміст вуглецю, виходячи з наявності неорганічних карбонатів. Ці методи можуть бути кількісні або напівкількісні залежно від процесу, який використовується для руйнування органічної речовини та засобів, що використовуються для виявлення/кількісної оцінки наявного вуглецю. У поєднанні з кількісними або напівкількісними методами існують також методи, які є якісними і можуть точно визначити тип сполуки вуглецю (наприклад, цукри, вуглеводи, лігнін тощо) у зразку, але недостатньо при їх розробці кількісно визначити вміст вуглецю в зразку [36].

Існує кілька факторів, які необхідно враховувати при виборі методу визначення загального органічного вуглецю. Ці фактори включають простоту використання, проблеми зі здоров'ям та безпекою, вартістю, пропускну здатність зразка порівнюється зі стандартними довідковими методами.

Методи приготування проби можуть варіюватися від простого зважування зразка перед аналізом, та шляхом хімічного травлення сильними кислотами. Майже всі методи підготовки зразків є легко виконуваними, в лабораторних умовах. Однак там, де пробопідготовці використовується хімічне травлення, ці операції слід проводити в добре провітрюваному приміщенні.

Під час роботи з концентрованими кислотами необхідно одягати захисний одяг. Ще одна проблема для здоров'я та безпеки – це при приготування та використання деяких індикаторних розчинів у хімічному травленні, ці індикатори можуть бути канцерогенними (наприклад, дифеніламіновий індикатор) і з ними слід поводитися дуже обережно. Витрати, пов'язані з підготовкою зразків, як правило, низькі і складаються в основному із витрат на хімікати. Пропускна здатність приготування зразків для хімічного травлення є близькою 25 хвилин на зразок. Використання багаторазового витяжного апарату може збільшити пропускну здатність одночасно вилучати кілька зразків, хоча час екстракції залишиться приблизно 25 хвилин [35].

Методи кількісного визначення настільки ж різноманітні, як і методи приготування проб.

Кількісні методи базуються на титруванні, яке ґрунтується на зміні кольору розчину індикатора в той час як інші використовують гравіметричні, об'ємні, спектрофотометричні або хроматографічні методи для кількісного визначення вуглецю. Як правило, титрометричний, гравіметричний і об'ємний методи відносно прості у виконанні, впроваджуючи належну лабораторну практику. Спектрофотометричний та хроматографічні методи вимагають більшої майстерності в роботі з приладом, інтерпретації результатів, і усунення несправностей у разі виникнення системних проблем. Побойовання щодо здоров'я та безпеки, як правило, незначні для кількісного методу, за винятком випадків, коли зразок спалюють при високих температурах. Ці зразки з ним потрібно звертатися обережно, щоб уникнути сильних опіків. Іншим важливим фактором є те, чи кількісний метод буває ручним або автоматизованим. Показано, що автоматизовані методи дають більше точніші результати, ніж методи, кількісно визначені вручну. Проте автоматизовані методи, як правило, дорожчі через початкову покупку інструменту, яка може варіюватися до 20 000 доларів США або більше. Ручні методи можна виконувати із загальнодоступним лабораторним посудом і обладнанням. Швидкість пропускну здатності зразка під час кількісного визначення вуглецю може варіюватися від секунди для гравіметричних вимірювань до хвилин для інших методів.

Пропускна здатність зразка може бути значно покращено за допомогою автоматизованих систем, особливо там, де доступний автоматичний завантажувач кількох зразків що дозволяє аналізувати завантажену партію зразків. [33]

Визначення органічного вуглецю в ґрунті ґрунтується методом окислення хромовою кислотою (H_2CrO_4). Окислювані речовини в ґрунті окислюються в розчині $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (дихромату). Реакція відбувається з виділенням тепла, що утворюється при змішуванні двох об'ємів H_2SO_4 з одним об'єм дихромату ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Залишок дихромату титрують сульфатом заліза (FeSO_4). Титр знаходиться в оберненій залежності від кількості C, присутнього в зразку ґрунту. [34]

Найважливішим компонентом ґрунтів є вуглець, оскільки впливає майже на всі властивості ґрунту. Вуглець, як органічна речовина ґрунту, змінює фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунтів. Органічна речовина в ґрунті відноситься до розкладених, частково розкладених і нерозкладених органічних матеріалів рослинного і тваринного походження. Загалом це синонім гумусу, хоча гумус більше зазвичай використовується, коли йдеться про добре розкладені органічні речовини, які називаються гуміновими речовинами. Органічні речовини в ґрунті є основними показниками якості ґрунту. Покращення органічної речовини ґрунту створюють більше сприятливе ґрунтове середовище, що призводить до збільшення росту рослин. Вищий рівень органічної речовини в ґрунті змушує ґрунт утримувати більше води, що призводить до кращого врожаю, зменшує ерозію ґрунту, збільшує біологічне різноманіття рослин і збільшує кількість поживних речовин. Крім того, покращується агрегація ґрунту [32].

Органічний вуглець в ґрунті сприяє катіонообмінній здатності ґрунту. Катіонний обмін важливий для збереження таких поживних речовин, як кальцій, магній і калій. Органічний вуглець в ґрунті часто також забезпечує місця зв'язування для багатьох антропогенних органічних речовин, таким чином мінімізує вимивання небезпечних хімічних речовин через ґрунтовий профіль або знижує їх біодоступність, що знижує токсичність.

Збільшення вмісту органічного вуглецю в ґрунті покращує біомасу та різноманітність ґрунтової біоти. Так як в ґрунті мікробне співтовариство керує багатьма перетвореннями поживних речовин, тому доступність поживних речовин для рослин залежить від збільшення та посилення мікробної біомаси та мікробної активності ґрунту.

Класифікують ґрунти за кольором сухого або вологого ґрунту з урахуванням текстурного класу вмісту органічного вуглецю в мінеральних горизонтах. Ця оцінка є припущенням, що колір ґрунту (значення Манселла) зумовлений сумішшю темних кольорів органічної речовини і світлого забарвлення мінералів. Ця оцінка має тенденцію до переоцінки вмісту органічного вуглецю в ґрунтах сухих регіонів і до недооцінки вмісту органічного вуглецю в деяких тропічних ґрунтах. Таким чином, передбачуваний статус органічного вуглецю в ґрунті завжди слід перевіряти на місці, оскільки це лише приблизна оцінка [24].

Класифікація ґрунтів:

- Вміст органічного вуглецю $\geq 0,6 \%$ $\rightarrow$ моліковий і умбриковий горизонт.

- Вміст органічного вуглецю $\geq 1,5\%$ $\rightarrow$ вороновий горизонт.

(Примітка: відношення органічного вуглецю до органічної речовини становить приблизно 1:1,7–2,0).

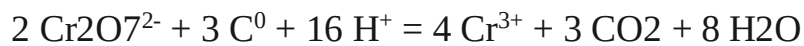
У всіх цих ситуаціях важливо мати високоякісні дані про органічний вуглець. Методи вимірювання органічного вуглецю досить прості, але лабораторний аналіз ґрунту повинен бути чітким, щоб надати найкращу якість даних. Це дозволить відстежувати зміни в загальному вуглеці в ґрунті, як в місцевому, так і регіональному масштабах, а також дасть краще уявлення про майбутнє не тільки щодо вмісту в ґрунті загального вуглецю, але й для виділення CO₂ в атмосфері. [36]

Органічний вміст вуглецю розраховується на основі кількості утвореного іону хрому (Cr³⁺) за допомогою титрування або колориметричного методу, наявність хлориду ($>0,5\% \text{ Cl}$) викличе позитивне втручання в фізіологічний

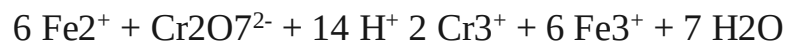
розчин ґрунту. Цей метод описаний у Nelson and Sommers (1996) і метод тестування, описаний тут не застосовує поправку на хлорид.

Визначення органічного вуглецю в ґрунті засноване на вологому окисленні хромової кислоти методом Walkley & Black. Органічний вуглець, що окислюється в ґрунті, окислюється 0,167 М дихроматом калію ($K_2Cr_2O_7$) розчину в концентрованій сірчаній кислоті. Температура реакції підвищує та викликає значне окислення.

Хімічна реакція виглядає наступним чином:



$Cr_2O_7^{2-}$, що відновлюється під час реакції з ґрунтом, пропорційний окислюваному органічному С, наявному у зразку. Органічний вуглець можна потім оцінити, вимірявши залишки невідновленого дихромат шляхом зворотного титрування сульфатом заліза або сульфатом заліза амонію з використанням дифеніламін або о-фенантролін-залізний комплекс як індикатор.



Крім того, органічний вуглець можна розрахувати з кількості утвореного іону хрому (Cr^{3+}), за допомогою колориметричної процедури вимірювання поглинання при 588 нм (після Sims and Naby 1971). Перевага цієї процедури перед титриметричним методом полягає в тому, що точна стандартизація $Cr_2O_7^{2-}$ рішення не потрібне. [36]

2.2. Визначення ґрунтового складу гумуса

Для визначення ґрунтового складу гумуса було обрано та досліджено наступні об'єкти:

- 1) СЗЗ ЮГОК хвостосховище;
- 2) Бурщицький відвал;
- 3) Шлаковий відвал цементне виробництво Кривий Ріг цемент;
- 4) Скелі МОДРУ.

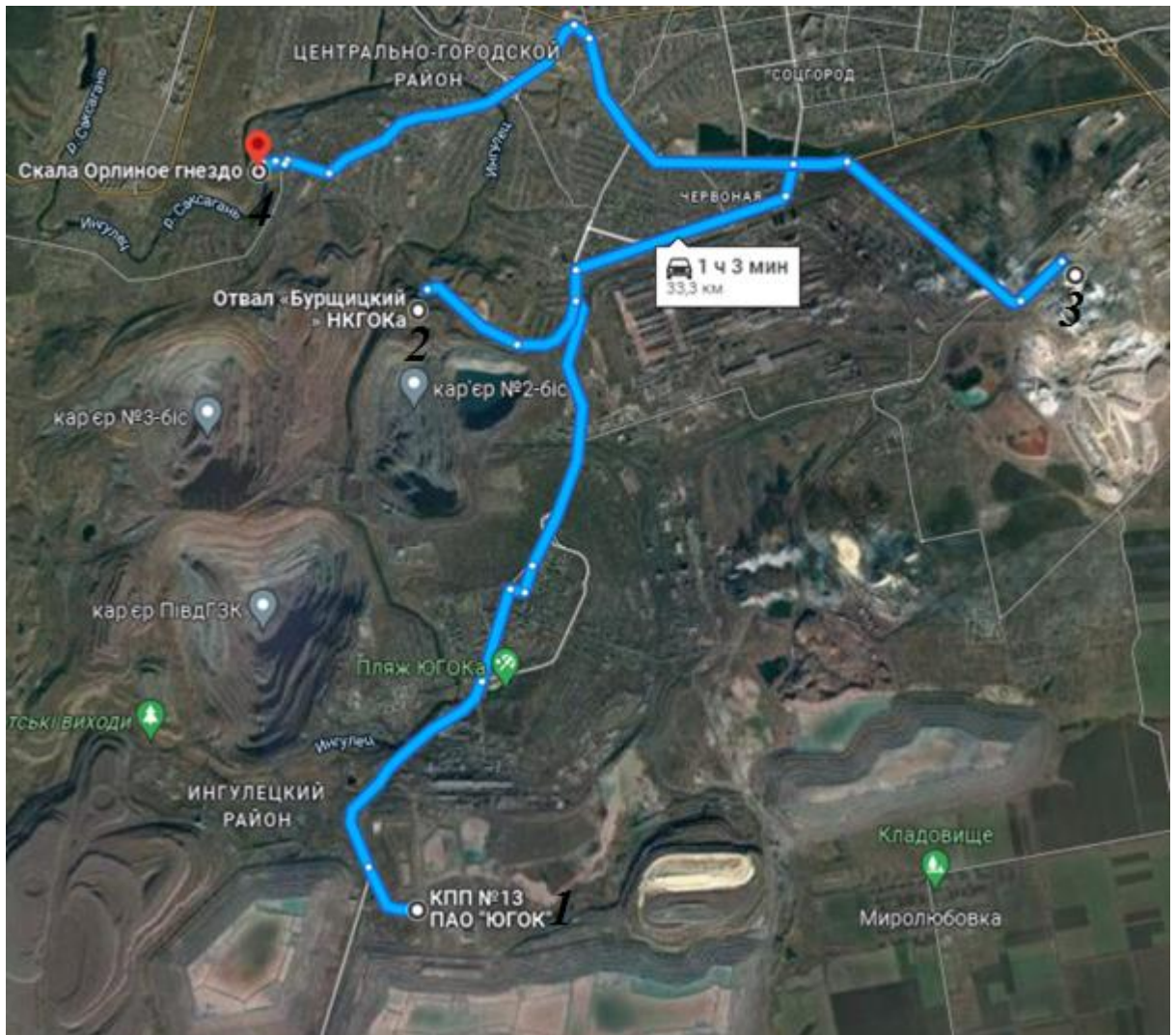


Рис 2.2. Схема розміщення об'єктів

Методи дослідження

У польових умовах маршрутним методом в кожному обраному місці ми обирали від 1 до 3 ділянок, розміром 20х20 см глибиною до 30 см. При цьому враховувалась контрастні екологічні умови. У тому числі нами були охоплені максимально різноманітні ґрунти, що знаходяться в різних екологічних умовах [36].

В камеральних умовах визначали кислотність та засоленість ґрунтів (Табл. 2.2.).

Таблиця 2.2.
Показники кислотності та засоленості ґрунтів

Назва місцевості	Засоленість ґрунту ррм.	Кислотність ґрунту рН
Природний техногенно перетворений субстрат,	0101	6,7

хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК		
Засолений субстрат перекритий з поверхні хвостами, хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК	0164	6,9
Хвостовий субстрат, дамба хвостосховища «Об'єднане» ПівдГЗК	5020	7,0
Бурщицький відвал, примітивний субстрат суглинистий на автономній позиції	0123	7,1
Бурщицький відвал, примітивний субстрат суглинистий на автономній позиції	0117	6,9
Бурщицький відвал, каменистий транзитний примітивний субстрат	0051	7,3
Техногенний шлаковий субстрат, відвал цементного виробництва	0180	8,2
Скелі МОДРу, природний примітивний ґрунт	0103	7,4
Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт	0084	6,7
Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт	0094	7,1

Також в камеральних умовах визначали вміст гумусу за методом І.В. Тюріна.

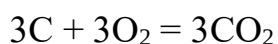
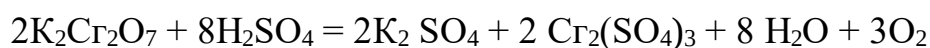
Прилади та матеріали: конічна колба на 100 мл, аналітичні терези, сушильна шафа, штатив для титрування, 0,4 н. розчин $K_2Cr_2O_7$ в розбавленій H_2SO_4 ; 0,1 н. розчин солі Мора; 0,2% -ний розчин фенілантранілової кислоти.

Гумус - це складний динамічний комплекс органічних речовин, які утворюються при розкладі і гуміфікації органічних решток в ґрунті.

При визначенні сумарного вмісту гумусу враховують всі форми органічної речовини ґрунту. Тому при підготовці ґрунту до аналізу ретельно відбирають корінці і всі органічні рештки, з тим, щоб по можливості виключити органічні речовини не гумусової природи [34].

Метод Тюріна І.В. в модифікації Сімакова В.Н. заснований на окисленні вуглецю гумусових речовин до CO_2 0,4 н. розчином двохромовокислого калію ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), приготовленого на сірчаній кислоті, розбавлений у воді 1:1. По кількості хромової суміші, яка пішла на окислення органічного вуглецю судять про його кількість [36].

Реакція окислення протікає за рівнянням реакції:



1. З підготовленого для визначення гумусу і азоту ґрунту беруть наважку на аналітичних терезах, яка залежить від вмісту гумусу в аналізуємому ґрунті: при вмісті гумусу більше 7% - 0,1 г; при 4-7% - 0,2 г; при 2-4% - 0,3 г; менше 2% - 0,5 г.
2. Наважку ґрунту висипають в конічну колбу на 100 мл. В колбу з бюретки приливають 10 мл хромової суміші і обережно перемішують коловими рухами.
3. Суміш в колбі, в яку вставляється лійка, кип'ятиться на етернітові плитці протягом 5 хвилин з моменту появи бульбашок CO_2 .
4. Колбу охолоджують, стінки колби промивають дистильованою водою, доводячи об'єм до 30-40 мл. Додають 4-5 краплин 0,2%-го розчину фенілантранілової кислоти і титрують 0,1 н. або 0,2 н. розчином солі Мора. Кінець титрування визначають переходом вишнево-фіолетового забарвлення в зелене.
5. Проводять холосте визначення: замість наважки ґрунту використовують прогрітий ґрунт (0,1-0,3 г).
6. Вміст органічного вуглецю розраховують за формулою:

$$C = 100 \times (a - b) \times K_m \times 0,0003 \times K_{H_2O} / P$$

формула 2.1.

де C - вміст органічного вуглецю, % до маси сухого ґрунту;

a - кількість солі Мора, яка пішла на холосте титрування;

b - кількість солі Мора, яка пішла на титрування залишку хромовокислового калію;

K_m - поправка до титру солі Мора;

0,0003 - кількість органічного вуглецю, яка відповідає 1 мл 0,1 н розчину солі Мора;

K_{H_2O} - коефіцієнт гігроскопічності для перерахунку на абсолютну суху наважку ґрунту;

P - наважка повітряно-сухого ґрунту, г.

7. Вираховують процентний вміст гумусу (p) із розрахунку, що в його складі міститься середньому 58% органічного вуглецю (1г вуглецю відповідає 1,724 г гумусу): $p = C \times 1,724$

8. Розрахунок запасів гумусу в т/га проводять за формулою:

$$H = h \times 10000 \times p \times d / 100$$

де H - запаси гумусу, т/га;

h - потужність шару ґрунту, м;

d - щільність ґрунту, г/см³;

p - вміст гумусу, %.

9. Результати титрування та розрахунки записуються в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3.

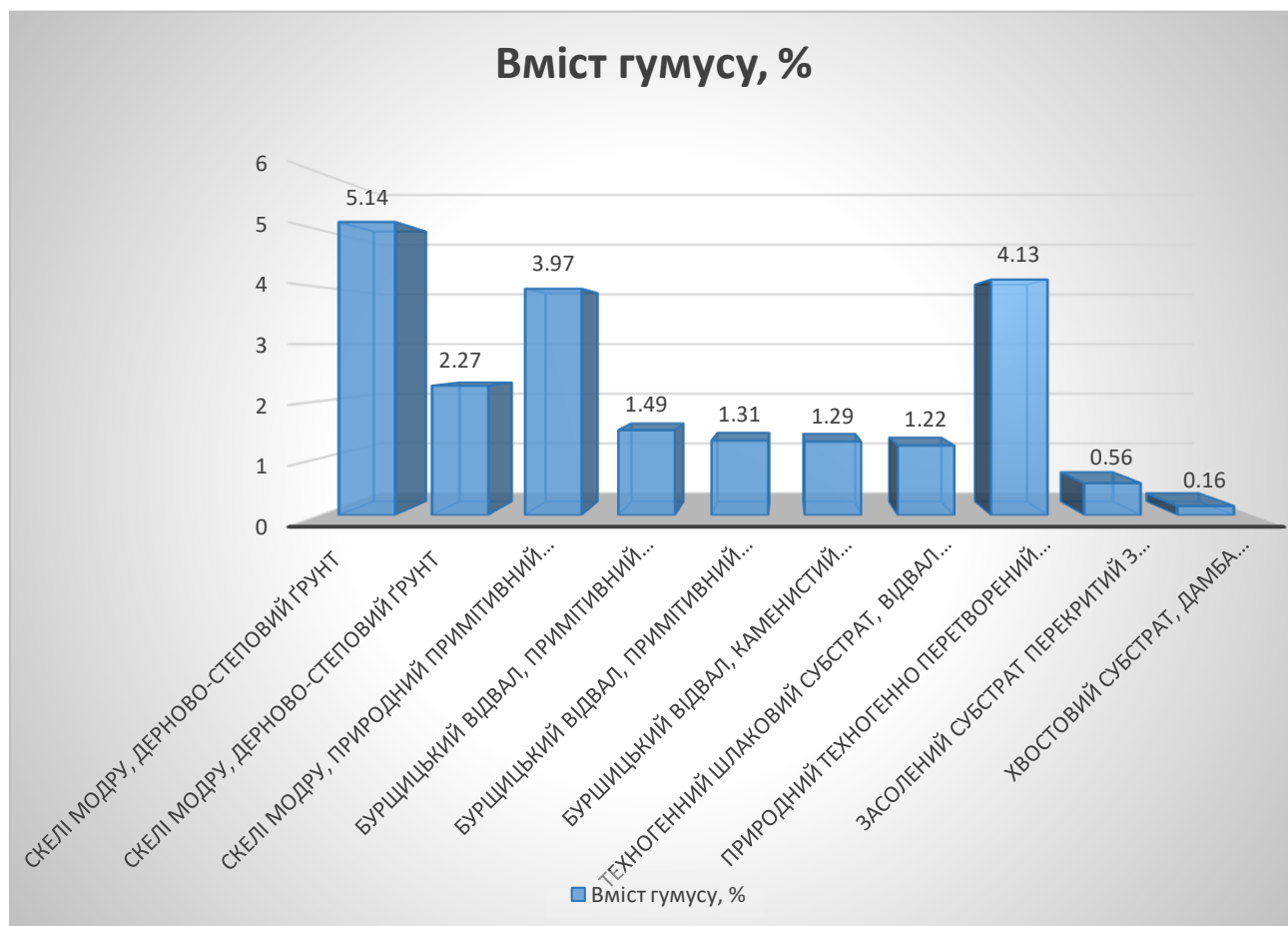
Результати визначення гумусу

Номер розрізу	Горизонт, см	Вміст гумусу, %	σ	V, %	P, %	Запас гумусу, т/га
Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт	0-10	5,14	0,250	4,88	2,99	70,87
Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт	10-20	2,27	0,066	2,89	1,77	31,10

Скелі МОДРу, природний примітивний грунт	0-10	3,97	0,141	3,56	2,06	56,35
Бурщицький відвал, примітивний субстрат суглинистий на автономній позиції	0-10	1,49	0,091	6,05	3,49	20,30
Бурщицький відвал, примітивний субстрат суглинистий на автономній позиції	10-20	1,31	0,102	7,78	4,49	17,85
Бурщицький відвал, каменистий транзитний примітивний субстрат	0-5	1,29	0,060	4,68	2,70	8,76
Техногенний шлаковий субстрат, відвал цементного виробництва	0-10	1,22	0,091	7,49	4,32	16,5
Природний техногенно перетворений субстрат, хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК	0-10	4,13	0,234	5,67	3,27	55,78
Засолений субстрат покритий з поверхні хвостами, хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК	0-10	0,56	0,024	4,32	2,65	7,50
Хвостовий субстрат, дамба хвостосховища «Об'єднане» ПівдГЗК	0-10	0,16	0,013	7,87	4,82	2,21

Відповідно практичним дослідженням мною було розраховано показники вмісту та запасу гумусу на території Криворіжжя (Таблиця 2.3.), а саме на основних ділянках, які піддавалися антропогенному впливу та ті, які мають природне походження, із результатів вмісту гумусу, ми бачимо, що ділянки, які мають природне походження мають найвищі показники вмісту гумусу (Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт - 5,14, Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт - 2,27, Скелі МОДРу, природний примітивний ґрунт – 3,97) , тобто порівняно з іншими є найбільш родючими (Гістограма 2.1.). Зростання чи зниження рівня вмісту гумусу, за гістограмою, говорять про те, що в тих ділянках в яких спостерігається збільшення показників є більш давніми за термінами рекультивації та припинення дії кар'єру, а відповідно найменші показники

говорять про те, що відвал досить молодий і ще недавно в ньому проводилися гірничі роботи.



Гістограма 2.1. Вміст гумусу в ділянках дослідження

Відповідно класифікації рівнів ознак вмісту гумусу ґрунти поділяються на (дуже високий (>10%), високий (6-10%), середній (4-6%), низький (2-4%) та дуже низький (2%).

Розглянемо рівні гумусу на таблиці 2.4.

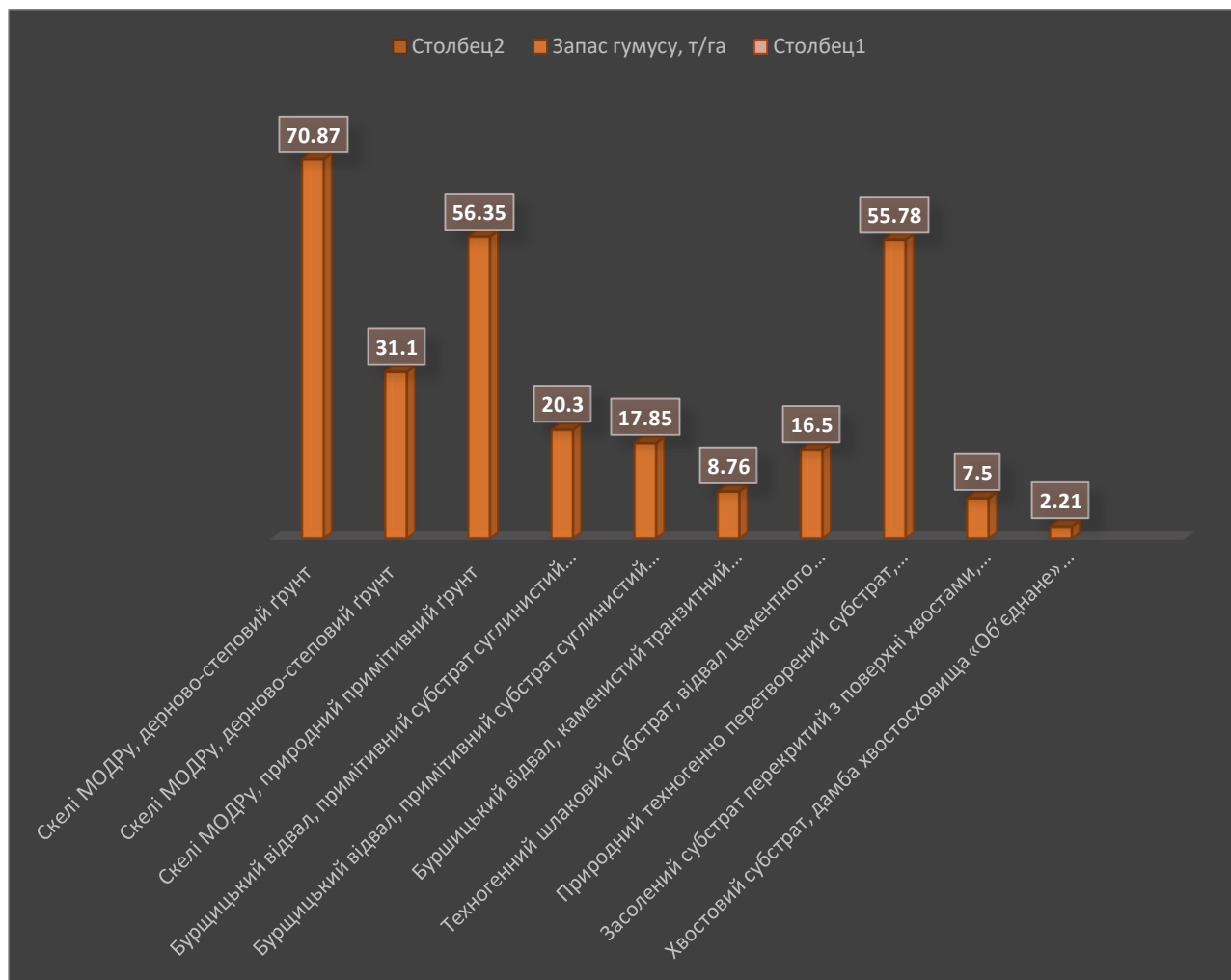
Таблиця 2.4.

Рівень гумусу в ділянках дослідження

Назва розрізу	дуже високий (>10%)	високий (6-10%)	середній (4-6%)	низький (2-4%)	Дуже низький (2%)
Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт			5,14		
Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт				2,27	

Скелі МОДРу, природний примітивний ґрунт				3,97	
Бурщицький відвал, примітивний субстрат суглинистий на автономній позиції					1,49
Бурщицький відвал, примітивний субстрат суглинистий на автономній позиції					1,31
Бурщицький відвал, каменистий транзитний примітивний субстрат					1,29
Техногенний шлаковий субстрат, відвал цементного виробництва					1,22
Природний техногенно перетворений субстрат, хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК			4,13		
Засолений субстрат перекритий з поверхні хвостами, хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК					0,56
Хвостовий субстрат, дамба хвостосховища «Об'єднане» ПівдГЗК					0,16

Із таблиці 2,4 очевидно, що до середнього рівня вмісту гумусу увійшло 2 ділянки (Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт, Природний техногенно перетворений субстрат, хвостосховище «Об'єднане», СЗЗ ПівдГЗК), до низького рівня увійшли 2 ділянки (Скелі МОДРу, дерново-степовий ґрунт, Скелі МОДРу, природний примітивний ґрунт) та до дуже низького увійшли ділянки що залишилися в кількості 6 найменувань. Такі показники ще раз підтверджують вищу насиченість гумусом природних ландшафтів, або тих ділянок гірничих робіт, які вже давно є не діючими та рекультивованими. Територія відвалів, яка була рекультивована уже пройшла певний етап гумусоутворення, має деякий вміст перетворених органічних речовин.



Гістограма 2.2. Запас гумусу т/га

2.3. Визначення окремих складових органічного вмісту гумусу

Гумусові речовини, як специфічний продукт гуміфікації органічних решток, є гетерогенною полідисперсною системою високомолекулярних сполук кислотного походження і являють собою гумінові кислоти, фульвокислоти і негідролізований залишок – гумін.

Розділення гумусових речовин на ці групи оснований на способі виділення їх з ґрунту, кольорі і реагуванні на розчинник.

Гумусові речовини перебувають у різних формах зв'язку з мінеральною частиною ґрунту, руйнування якої призводить до переведення гумусових речовин у розчинний стан. Менша частина гумусових речовин перебуває в ґрунті у вільному стані.

Гумінові кислоти мають темно-бурий, темно-коричневий, або чорний колір, їхня середня щільність 1,6 г/см³. Гумінові кислоти добре розчиняються в лугах, погано розчиняються у воді і не розчиняються в органічних і мінеральних кислотах. З лужних розчинів гумінові кислоти легко осаджуються Гідроґеном мінеральних кислот, а також дво- і тривалентними катіонами (Ca²⁺, Mg²⁺, Fe³⁺, Al³⁺) у вигляді аморфного осаду пластівців [27].

Гумінові кислоти мають в середньому більші молекулярні маси, порівняно з середньозваженими молекулярними масами гумусових речовин загалом. Елементний склад гумінових кислот у відсотках до маси становить: С – 50–62%, Н – 2,8–6,6%, О – 31–40%, N – 2–6%. Гумінові кислоти мають невиразний кислотний характер, вони менш агресивні до мінеральної частини ґрунту, ніж фульвокислоти. Внаслідок тривалої зміни температури вони коагулюють, водночас здатні склеювати одна з одною мінеральні частинки ґрунту, утворюючи структурні агрегати. Гумінові кислоти переважають у складі гумусу чорноземів, каштанових, інколи у сірих лісових і сильно окультурених дерново-підзолистих ґрунтах [26].

Фульвокислоти відзначаються жовтим або солом'яно-жовтим забарвленням. Це група високомолекулярних органічних гумусових кислот, що залишається в розчині після осадження гумінових кислот. Фульвокислоти є найбільш розчинними з усіх гумусових сполук, володіють високою мобільністю, мають значно нижчу молекулярну масу, ніж середньозважена молекулярна маса гумусових речовин. Від гумінових кислот відрізняються меншим вмістом Карбону, розчинністю в кислотах, більшою гідрофільністю і здатністю до кислотного гідролізу. Це дуже сильні органічні кислоти, агресивні до мінеральної частини ґрунту. Щільність фульвокислот становить 1,43–1,61 г/см³. Елементний склад фульвокислот (у % до маси) становить: С – 41–46%, Н – 4–5%, N – 3–4%. Вміст Оксигену залежить від вмісту Карбону; його більше, ніж в гумінових кислотах. Фульвокислоти мають високу ємність вбирання – до 700 мг-екв на 100 г ґрунту, можуть утворювати комплекси. Фульвокислоти домінують у складі гумусу ґрунтів підзолистого типу, буроземах, червоноземах, сіроземах, деяких ґрунтах тропіків [19].

Гумусовим кислотам властива гетерогенність і полідисперсність. Гумінові кислоти і фульвокислоти різних типів ґрунту можна розділити на низку фракцій різної молекулярної маси, елементного і компонентного складу, які разом з тим зберігають принципи будови і функціональні групи гумусових кислот. Окрім гумінових кислот і фульвокислот, у груповому складі гумусу виділяють негідролізований залишок або гумін. Сучасними дослідженнями встановлено, що гуміни – це сукупність гумінових і фульвокислот, міцно зв'язаних з мінеральною частиною ґрунту, а також важко піддатливих до розкладання компонентів залишків рослин: целюлози, лігніну, вугільних часток. Кількість гумінів залежить від вмісту гумусу та гранулометричного складу. Гуміни можуть утворюватися також за рахунок гумінових кислот, які під впливом сильного промерзання взимку і часткового літнього висушування ґрунту піддаються денатурації (старінню) і переходять в малорухомий стан – гумін [19].

Хід виконання роботи

Для визначення якісного складу гумусу необхідно зважити на технічних вагах 5 г ґрунту, просіяного через сито, діаметр отворів якого – 1 мм, попередньо відібравши органічні рештки. Наважку ґрунту переносять у колбу об'ємом 250 мл, доливають 50 мл свіжо приготованої суміші натрій пірофосфату $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ та натрій гідроксиду NaOH , перемішують, залишають у спокої на 3–5 хвилин, потім знову перемішують і весь розчин разом з ґрунтом переносять на лійку з щільним фільтром. Коли фільтрат мутний, необхідно профільтрувати ще раз. Взяти піпеткою 25 мл фільтрату і перенести у хімічну колбу місткістю 200 мл та додавати по кілька крапель 1 н розчину сірчаної кислоти до появи каламуті (приблизно 0,2–0,5 мл 1 н H_2SO_4). Вміст колби перемішати скляною паличкою, підігріти до 70°C і відфільтрувати через складчастий фільтр. У колбу збираємо фульвокислоти.

Перенести лійку з ґрунтом на фільтрі в іншу колбу. Фільтр з осадом декілька разів промити холодним 0,05 н розчином H_2SO_4 . Вилити промивні води з колби, добре помити колбу. Знову помістити в неї лійку з ґрунтом на фільтрі.

Осад на фільтрі лійки розчиняють гарячим 0,05 н розчином NaOH, унаслідок чого одержують темнозабарвлені гумінові кислоти, які збирають у колбу.

Порівняти забарвлення отриманих розчинів гумінових і фульвокислот.

Обладнання та реактиви: колба на 250 мл, мірний циліндр на 100 мл, лійка, фільтри, піпетка на 25 мл, хімічна колба місткістю 200 мл, електрична плитка або газова горілка з азбестовою сіткою, скляна паличка, суміш пірофосфату та натрій гідроксиду $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ і NaOH, 1 н і 0,05 н розчин сірчаної кислоти H_2SO_4 , 0,05 н розчин натрій гідроксиду NaOH. [3]

Висновок до 2 розділу

Органічна речовина ґрунту належить до найважливіших діагностичних ознак функціонування та стабільності ґрунтової системи. Найбільш вразливими ділянками до коливання вмісту органічної речовини є території на яких здійснюються гірничі, промислові та інші роботи людиною.

Територія Криворіжжя є ділянкою відносно підвищеного техногенного впливу, тому відповідно теми диплому основним завданням було дослідити вміст гумусу в ґрунті.

Для дослідження було обрано 4 основних території, які розбивалися в свою чергу ще на декілька ділянок. З кожної ділянки було взято зразки ґрунтів з метою дослідження вмісту та запасу гумусу.

В результаті дослідження я з'ясував, що природні ділянки, або території в яких термін давності рекультивації відносно високий є найбільш родючими, тобто в них було розраховано найбільший вміст та запас гумусу. До таких ділянок належать Скелі Модру. Найнижчі показники належать територіям відвалів та дамб, які є діючими або термін рекультивації відносно невисокий.

Висновки

1. Аналіз фізико-географічних умов регіону показав, що Криворізький залізорудний басейн характеризується помірними кліматичними умовами, балковим рівнинним рельєфом, строкатою геологічною будовою. Наслідком таких вихідних умов є формування степової рослинності з домінуванням різнотравно-типчакowo-ковилиових формацій, та домінування чорноземів у ґрунтовому покриві.

2. Серед загальноприйнятих методів визначення загального вмісту вуглецю та гумусу у ґрунтах найбільш загальноприйнятими та вживаними є аналітичний метод та сучасні модифікації методу І.В. Тюріна.

3. За результатами дослідження гумусового стану техногенних ґрунтів та субстратів Кривбасу виявлено, що найбільшим вмістом гумусу характеризуються природні примітивні ґрунти скельних виходів – 5,14% (контрольна ділянка – заказник «Скелі МОДРу»), а також частково перетворні природні субстрати поблизу хвостосховища – 4,13%. Найменший вміст гумусу спостережено у хвостових субстратах хвостосховища «Об'єднане» – 0,16-0,56%, та у субстраті відвалу цементного виробництва – 1,22%%. Низький вміст гумусу у цих субстратах частково пояснюється високим вмістом легкорозчинних солей – до 5000 ррм, а також лужною реакцією рН у вапняковому субстраті цементного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Ленинград: Наука, 1980. – 290 с. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 242 с.
2. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Ленинград: Наука, 1980. – 290 с. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: Изд. МГУ, 1986. – 242 с.
3. Білявський Г.О. Практикум із загальної екології / Г.О. Білявський, Р.С. Фурдуй. — Київ: Либідь, 1997. — 160 с.
4. В. І. Чабан, В. Ю. Коваленко, С. П. Клявзо, кандидати сільськогосподарських наук Інститут зернового господарства НААН України. Параметри вмісту гумусу в чорноземі звичайному та прогноз його змін залежно від агровиробничого використання. 2020 р. - 6 с.
5. Горлачук В.В. Організаційно-економічні засади управління процесом раціоналізації використання земель в аграрній сфері: монографія / В.В. Горлачук, І.М. Семенчук, О.В. Лазарева. – Миколаїв: Іліон, 2014. – 214 с.
6. Іванов Є. А. Моніторинг зон затоплення і підтоплення у вуглевидобувних районах дистанційними методами / Є. А. Іванов, І. П. Ковальчук // Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві і природокористуванні - 2017 : матер. V-ої міжнарод. наук.-практ. конф. – К.: Компринт, 2017. – С. 100-103.
7. Іванов Є. Ландшафти гірничо-промислових територій : монографія / Є. Іванов. – Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007. – 334 с.
8. Ковальчук І. П. Євсюков Т. О. Картографія. Лабораторний практикум: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Видання третє / Ковальчук І. П. Євсюков Т. О. – Київ-Львів: Простір-М, 2015. – 282 с.
9. Лабораторний практикум з ґрунтознавства / В.Г. Гаськевич. – Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 62 с.

- 10.Мацмун А.І., Проценко С.Б., Саблій Л.А. Моніторинг та інженерні методи охорони довкілля: Навч. посібник. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня», 2000. – 504 с.
- 11.Медведєва О.В. Досвід класифікації міських ґрунтів степової зони України // Ґрунтознавство, т. 5, № 1-2. – Дніпропетровськ, 2004. – С. 34-39.
- 12.Мірзак О.В. Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі міста Дніпропетровська) // Автореф. Дисс. канд. біол. наук, спец. 06.00.16. – Екологія – Дніпропетровськ, 2002. – 19 с.
- 13.Мірзак О.В. Екологічні особливості едафотопів урбанізованих територій степової зони України (на прикладі міста Дніпропетровська) // Автореф. дисс... канд. біол. наук, спец. 06.00.16. – Екологія – Дніпропетровськ, 2002. – 19 с.
- 14.Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів / Б.С. Носко. – Х.: Вид-во. 13 типографія, 2006. – 239 с.
- 15.Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по біохимии гумуса. – М.: Изд-во Моск. Университета, 1969. – 158 с.], [Клименко Т.К. Техногенез, як провідний фактор ґрунтоутворення в урболандшафтах // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. Збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2002. – С. 164-169.
- 16.Орлов Д.С., Гришина Л.А., Ерошичева Н.Л. Практикум по біохимии гумуса. – М.: Изд-во Моск. Университета, 1969. – 158 с.], [Клименко Т.К. Техногенез, як провідний фактор ґрунтоутворення в урболандшафтах // Питання степового лісознавства та лісової рекультивації земель. Збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: РВВ ДНУ, 2002. – С. 164-169.
- 17.Основи сільського господарства: Навч. посібник / Б.М. Польський, М.І. Стебленко, П.Д. Чмир, В.С. Яворський. – 2-ге вид. перероб. і допов. – К.: Вища шк., 1991.
- 18.Природнича географія Кривбасу / [В. Л. Казаков, І. С. Паранько, М. Г. Сметана та ін. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2005. – 151 с.]

- 19.Розвиток сільських територій : монографія / [Горлачук В.В., Кузьменко О.Б., Яремко Ю.І., Лазарева О.В.]; [за ред. В.В. Горлачука. - Миколаїв: Іліон]. – 2015. – 382 с.
- 20.Сметана О.М. До питання про класифікацію ґрунтів ландшафтно-техногенних систем // Теоретичні, регіональні, прикладні напрями розвитку антропогенної географії та ландшафтознавства: Матеріали II міжнародної наукової конференції (м. Кривий Ріг, 5-8 жовтня 2005 р.) – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2005. – С. 55-57.
- 21.Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / За ред. В.В. Медведєва, М.В. Лісового. – Х.: Штрих, 2001. – 100 с.
- 22.Третьак А. Концептуальні засади розвитку в Україні сучасної багатофункціональної системи управління земельними ресурсами / А. Третьак, Р. Курильців, Н. Третьак // Землевпорядний вісник. –2013. – № 9. – С. 25–28.
- 23.Управління та раціональне використання земельних ресурсів в новостворених територіальних громадах: проблеми та шляхи їх вирішення: Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції (Херсон, 05-06 березня 2019 року). – Херсон: ДВНЗ «ХДАУ», 2019 – 267 с.
- 24.Характеристика, анализ и интерпретация свойств почв \Кривонос Л.А., Яковлев В.А., Плотников А.М.\, Курган, 2008
- 25.Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: ДСТУ 4289:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 13 с. – (Національний стандарт України).
- 26.Якість ґрунту. Попереднє обробляння зразків для фізико-хімічного аналізу (ISO 11464:1994, IDT): ДСТУ ISO 11464:2001. – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – IV, 13 с. – (Національний стандарт України).
- 27.Яремко Ю. І. Методичний підхід щодо оцінки екологічної стійкості стану земельних ресурсів / Ю. І. Яремко, Н. В. Дудяк // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – № 1 (48), т. 2. – С. 32–38.

28. Криворізький педагогічний університет [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/hrunty/1254-gruntovy-pokryv-kryvorizhzhia.html> (Дата звернення: 24.04.2022)
29. Hikersbay [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://hikersbay.com/climate-conditions/ukraine/kryvyyrih/klimaticheskie-usloviya-v-krivoi-rog.html?lang=ru> (Дата звернення: 22.05.2022)
30. Allbest [Електронний ресурс] –
Режим доступу: https://revolution.allbest.ru/geology/00807586_0.html (Дата звернення: 22.05.2022)
31. Weatherbase [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.weatherbase.com/weather/weather.php3?s=19733&cityname=Krivoy-Rog-Ukraine> (Дата звернення: 24.04.2022)
32. Криворізький Державний Педагогічний Університет. [Електронний ресурс] –
Режим доступу: <https://kdpu.edu.ua/pryroda-kryvorizhzhia/fizyko-heohrafichna-kharakterystyka/hrunty/1254-gruntovy-pokryv-kryvorizhzhia.html> (Дата звернення: 22.05.2022)
33. ОЦІНКА ПІДХОДІВ ДО ПЕРЕРАХУНКУ ОРГАНІЧНОГО ВУГЛЕЦЮ НА ГУМУС У ҐРУНТОВИХ ЗРАЗКАХ стр. 44-45. [Електронний ресурс] –
Режим доступу: <http://www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads> (Дата звернення: 24.04.2022)
34. METHODS FOR THE DETERMINATION OF TOTAL ORGANIC CARBON (TOC) IN SOILS AND SEDIMENTS. 23 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://bcodata.whoi.edu/LaurentianGreatLakes_Chemistry/bs116.pdf (Дата звернення: 22.05.2022)
35. Department of Sustainable Natural Resources. SOIL SURVEY STANDARD TEST METHOD ORGANIC CARBON. 5 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу:

<https://www.environment.nsw.gov.au/resources/soils/testmethods/oc.pdf> (Дата звернення: 22.05.2022)

36. Standard operating procedure for soil organic carbon Walkley-Black method Titration and colorimetric method. 2020 p: 27 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.fao.org/3/ca7471en/ca7471en.pdf> (Дата звернення: 22.05.2022)