

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екології та
охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: **ОЦІНКА АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДЛЯ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Виконав студент 2 курсу групи
МЕЕБ- 61 спеціальності 101 –
Екологія
Шпатар Костянтин Русланович

Керівник к.геогр.н., доц.
Ільїна Валентина Григорівна

Рецензент д.геогр.н., проф.
Польовий Анатолій Миколайович

АНОТАЦІЯ

Шпатар К.Р. Оцінка антропогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя київської області

Актуальність теми. Вивчення сучасного антропогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя Київської області під впливом сільськогосподарського виробництва в сучасних умовах розвитку суспільства є дуже актуальною темою.

Метою роботи є оцінка сучасного антропогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя Київської області.

Об'єктом дослідження є сільськогосподарські угіддя Київської області.

Предметом дослідження є сучасне антропогенне навантаження.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є сучасні методи оцінки стану агроценозів, антропогенного навантаження на них та математичне моделювання.

Результати дослідження. Використана інформація про вміст важких металів, інших забруднювальних елементів, якісні та кількісні характеристики ґрунтів, вміст у ґрунтах макро та мікроелементів за період з 2015 по 2019 роки, а також про якісні та кількісні характеристики внесення мінеральних та органічних речовин. За допомогою методології трансформації мікроелементів оцінено вплив забруднення ґрунтів важкими металами на якість ґрунтового покриву.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що вперше для умов Київської області виконано оцінку сучасного антропогенного навантаження на сільськогосподарські території з урахуванням якісних та кількісних характеристик ґрунту.

Теоретичне і практичне значення роботи полягає в оптимізації сільськогосподарських угідь Київської області з урахуванням сучасного антропогенного навантаження. Наукова новизна роботи полягає у тому, що вперше для умов Київської області виконано оцінку сучасного еколого – агрохімічного стану території з урахуванням антропогенного навантаження на нього.

Структура та обсяг роботи. Складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (28). Загальний обсяг роботи складає 81 сторінка. Робота містить 10 рисунків, 19 таблиць.

Ключові слова: антропогенне навантаження, сільськогосподарські угіддя Київської області, важкі метали.

ЗМІСТ

ВСТУП	.....
1. ФІЗИКО - ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ	
ДОСЛІДЖЕННЯ	.....
1.1 Клімат.....	.....
1.2 Водні ресурси.....	.....
1.3 Ґрунтовий покрив.....	.....
1.4 Рослинний покрив.....	.....
2.ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ	
АГРОЕКОСИСТЕМ	.....
2.1 Забруднення повітря.....	.....
2.2 Забруднення ґрунтового покриву .....	.....
2.3 Особливості забруднення рослин.....	.....
2.4 Основні характеристики забруднювальних елементів.....	.....
2.5 Забруднення водного середовища.....	.....
3 ОЦІНКА БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА	
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	
3.1 Вплив застосування мінеральних добрив на ґрунтово – рослинний покрив.....	.....
3.2 Методи оцінки біогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя.....	.....

3.3 Оцінка біогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя Київської області.....

4 ОСНОВНІ МЕТОДИ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ГРУНТОВО – РОСЛИННИЙ ПОКРИВ

4.1 Основні методи оцінки впливу на рослинний покрив.....

4.2 Критерії оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву

4.3 Аналіз сучасного стану забруднення сільськогосподарських угідь Київської області важкими металами.....

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

ДОДАТКИ

ВСТУП

На сучасному етапі ведення сільськогосподарського виробництва важливим є питання забезпечення сільськогосподарських рослин елементами живлення. Київська область є основною за темпами інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, яке передбачає достатньо велику кількість внесених у ґрунт мінеральних добрив. У роботі виконано оцінку внесення мінеральних добрив у ґрунтів Київської області .

Забезпеченість ґрунтів поживними речовинами і створення необхідних агроекологічних умов для вирощування зернових, технічних, кормових, овочевих та олійних культур є першою умовою формування сталих високопродуктивних урожаїв. Саме від забезпеченості ґрунтів цими показниками (агрофізичні, фізико-хімічні, агрохімічні та екологічні властивості ґрунтів) залежать якість продукції та сировини [1].

Концентрація мікроелементів в поверхневому шарі ґрунтів в глобальному масштабі зростає з розширенням індустріальної і сільськогосподарської діяльності. Сознаки того, що поверхневий шар ґрунтів піддається як локальному забрудненню, так і регіональному перенесення забруднень.

Щоб підвищити врожайність, людина стала використовувати органічні добрива. Проте для стабілізації родючості ґрунту їх завжди не вистачало, тому людина почала виготовляти і вносити в ґрунт синтетичні мінеральні добрива. Для зменшення затрат ручної праці при боротьбі з бур'янами, знищення шкідників і збудників хвороб рослин, для поліпшення умов збирання урожаю вона почала застосовувати хімічні речовини органічної природи: гербіциди, інсектициди, фунгіциди, десиканти, дефоліанти, об'єднані спільною назвою – «пестициди». Ці речовини та їх метаболіти частково розкладаються у ґрунті, а частково поглинаються ґрунтовим вбирним комплексом, отруюючи продукцію рослинництва в наступні роки.

Сучасні уявлення про процес формування продуктивності агроecosystem стали основою для створення моделей продуктивності посівів різної складності. Розвиток теоретичних та експериментальних робіт по вивченню міграції поллютантів в ґрунтовому покриві, поступлення їх в рослини кореневим та аеральним шляхом дозволило почати розробку комплексних моделей формування врожайності сільськогосподарських культур, які синтезують опис впливу як гідрометеорологічного режиму, так і антропогенного забруднення на формування кількості, якості та екологічної чистоти врожаю, у тому числі і в посушливій зоні[2].

В результаті викидів промислових підприємств в атмосферу різних забруднюючих речовин у вигляді важких металів відбувається антропогенне забруднення як атмосфери так і ґрунту. Крім того, перелічені вище забруднюючі елементи входять у склад мінеральних добавок які вносяться під сільськогосподарські культури, а також вода яка використовується з ціллю зрошення має низьку якість і вміщує у собі важкі метали.

Основними джерелами антропогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя є саме сільськогосподарське виробництво за рахунок внесення мінеральних добрив, які визначають біогенне навантаження та потрапляння у ґрунтово – рослинний покрив важких металів.

Основним наслідком забруднення водних об'єктів біогенними елементами є процес евтрофування. Евтрофікація – це природній процес „старіння” водоймищ, який проявляється в підвищеній продукції органічної речовини. Однак господарська діяльність людини значно прискорює процес евтрофування: за декілька десятиліть антропогенний фактор призвів до змін, які в природному ритмі відбулися б у водоймищах за декілька тисяч років. Цьому сприяло будівництво каскадів ГЕС водосховищ, рекреаційні заходи, скиди промислових, комунально-побутових і тваринницьких стічних вод .

Біогени беруть участь в різних геохімічних і біологічних циклах, потрапляють в водні об'єкти, причому найбільш значущі для біологічної

наземної продуктивності (фосфор, азот, калій) стають в них лімітуючими, тобто набувають граничних здібностей.

Зміна стану вод зумовлена не лише зовнішнім потраплянням в них біогенних елементів, але й внутрішніми процесами, викликаними зміною екологічної рівноваги в водоймищі. Порушення рівноваги веде до дисбалансу між рівнями первинної і вторинної біологічної продуктивності. Виникає накопичення гідробіонтів, в результаті якого в водоймищі в десятки і сотні разів більше накопичується органічних речовин, ніж потрапляє внаслідок господарської діяльності. Таким чином, антропогенне потрапляння біогенів – це етап в розвитку евтрофування водоймищ, до якого в подальшому підключаються внутрішні біологічні процеси, які ведуть до інтенсивного накопичення органічних речовин у водоймищі, тобто до само забруднення. Явною ознакою евтрофування, як процесу порушення екологічної рівноваги потрібно враховувати зміну відношень між двома формами водних рослин: бентосною і фітопланктонною [11].

Озера, які піддаються евтрофуванню, іноді називають мертвими, але з біологічної точки зору це не правильно, оскільки загальна біопродуктивність фітопланктону може значно перевищувати аналогічний показник бентосної рослинності.

Моделювання це один з основних сучасних методів дослідження стану навколишнього середовища. Важкі метали – це основні забруднювальні елементи ґрунтово – рилинного покриву. Найбільш небезпечними для живих організмів і рослин є такі важкі метали як свинець, ртуть, кадмій, миш'як, цинк, нікель і інші забруднюючі елементи. Біля 90% важких металів, потрапляючи в довкілля, акумулюються ґрунтом. Потім вони мігрують в природні води, поглинаються рослинами і потрапляють в харчові ланцюги.

Ці метали вважаються головними забрудниками головним чином тому, що техногенне їх накопичення в довкіллі йде особливо високими темпами. Дані елементи володіють великою спорідненістю з фізіологічно важливими

з'єднаннями і можуть пригнічувати найбільш значимі процеси метаболізму, припиняти зростання і розвиток.

Мета роботи. Виконати моделювання впливу важких металів на ґрунтово – рослинний покрив Київської області за допомогою математичної моделі.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є ґрунтово – рослинний покрив Київської області.

Вихідні данні. Для моделювання використано інформацію про вміст важких металів у ґрунтово –рослинному покриві Київської області за 2016 рік [2].

1 ФІЗИКО - ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

Київська область як адміністративно-територіальна одиниця в складі України утворилась 27 лютого 1932 року. Вона розташована на півночі України у басейні середньої течії Дніпра. Київщина займає площу 28,1 тис. км², що становить 4,7 % площі України (з м. Києвом – 28,9 тис. км²). Центром Київської області є столиця України місто Київ. В адміністративному відношенні область поділяється на 25 районів, 13 міст обласного підпорядкування, 30 міст районного підпорядкування (селища міського типу), 605 сільських рад та 1 126 сільські населенні пункти.

1.1 Клімат

Кліматичні умови території Київської області, як і будь-якої іншої, формуються внаслідок взаємодії сонячної радіації, циркуляції атмосфери і земної поверхні. Усі чинники діють постійно і безперервно.

Загальна характеристика кліматичних чинників. Сонячна радіація. За рік земна поверхня Київської області одержує близько 100 ккал/см² сонячного тепла, четверта частина якого втрачається внаслідок відбиття. Так, узимку, коли поверхня вкривається снігом, альbedo (відбиття) становить 75 % і більше, навесні, під час танення снігу і зволоження ґрунту, знижується до 40 - 45 %, а влітку, в період вегетації сільськогосподарських культур, становить 20 - 25 %. Радіаційний баланс на території Київщини в середньому за рік майже не перевищує 40 ккал/см²[1].

У межах Київської області внаслідок достатнього зволоження ґрунту переважна частина сонячного тепла (понад 60 %) витрачається в процесі випаровування із земної поверхні. Решта тепла йде на теплообмін ґрунт - повітря. Тепло, що нагромаджується в ґрунті упродовж теплого періоду, здебільшого витрачається в процесі охолодження ґрунту в холодний період.

Як кліматоутворюючий чинник атмосферна циркуляція здебільшого виявляється в переміщенні над територією циклонів і антициклонів, то спричиняють, у свою чергу, переміщення різних за своїми якостями повітряних мас та їх трансформацію. Переважають циклони атлантичного походження, що надходять із заходу або північного заходу. Центри більшості західних циклонів проходять північніше Київщини.

Найбільшій інтенсивності циклонічна діяльність досягає в другій половині осені і взимку, тому в цей час в області хмарна погода з тривалими обложними опадами і туманами. Узимку проходження західних циклонів супроводжується відлигами різної інтенсивності і тривалості з частим таненням снігу [1].

На більшій частині території області взимку з'являються й тумани. Наприклад, у Києві за рік 70 днів бувають з туманами з максимумом у жовтні-грудні (10-11 днів на місяць). В окремі роки кількість днів з туманами перевищує 100 або незначна — близько 30. Переважають нічні тумани, коли найсильніше виявляється вплив охолодження земної поверхні і приземного шару повітря. Короткочасні тумани бувають і влітку.

На територію Київської області через Балкани і Карпати іноді приходять циклони середземноморського походження.

Погодні процеси на Київщині упродовж року формуються й під впливом областей підвищеного тиску — антициклонів. Узимку впливає азіатський антициклон, спричиняючи тривалу малохмарну і морозну без опадів погоду. Улітку іноді позначається вплив азовського антициклону (його відрогів), що зумовлює тривалу безхмарну суху і жарку погоду [2].

Узимку і в перехідні періоди на територію області часом надходять арктичні маси повітря, зумовлюючи різке і здебільшого короткочасне зниження температури. Це спричиняє загибель багатьох рослин. Улітку арктичне повітря приходить сухим і прогрітим. Якщо воно з'являється після тривалого бездощів'я, то посуха посилюється.

Київська область не може бути чинником загального кліматоутворення — надто невеликі її розміри. Водночас ця територія відзначається різноманітністю видів діяльних поверхонь: лісові масиви, болота та їх осушені ділянки, сільськогосподарські угіддя, значні водні простори, а також численні населені пункти. Зрозуміло, що на території області створюються сприятливі умови для формування місцевих особливостей клімату, які виявляються в контрастах освітлення і радіаційного режиму, температури і вологості повітря, швидкості вітру тощо.

Узимку вплив земної поверхні на погодні умови спричиняє охолодження приземного повітря, улітку поверхня інтенсивно прогрівається, що зумовлює значне прогрівання приземного повітря і підвищення його температури [1].

Клімат Київської області проміжний між кліматом західних і східних областей, розміщених у межах зони мішаних лісів і лісостепової зони. Відсутність гір сприяє вільному переміщенню і перемішуванню повітряних мас різного походження, що зумовлює значну мінливість погодних процесів за сезонами.

Зима на Київщині тривала, але порівняно тепла. Багаторічна січнева температура повітря для Києва становить -6°C . Це пояснюється значним впливом Атлантичного океану. Для зими характерні відлиги, коли температура повітря іноді підвищується до 10°C , а сніговий покрив зникає.

Типові зимові погодні процеси розпочинаються, як правило, наприкінці листопада і тривають до кінця лютого. У цей період утворюється сніговий покрив, замерзають річки та озера. Опади випадають як у вигляді снігу, так і дощу, якщо бувають тривалі відлиги [1].

Узимку часто переважає хмарна погода — результат проходження циклонів. Коли небо хмарне, добові суми радіаційного балансу перевищують норму. Тривалість сонячного сяйва і суми сонячної радіації різко знижуються внаслідок скорочення дня, зменшення висоти Сонця і значної хмарності. У

цей час у середньому через день бувають опади. Узимку в області випадає від 70 до 90 мм опадів.

Висота снігового покриву становить у середньому 25 -30 см, на півдні області — 15-20 см. Тільки в окремі роки сніговий покрив перевищує 50 см, досягаючи в північних районах 70 см. Він утримується 90 - 100 діб, хоча бувають зими й з нестійким сніговим покривом.

Під час надходження на територію області арктичних повітряних мас температура повітря різко знижується до 34 - 36 °С. Холодну погоду спричиняє й вплив відрогу азіатського антициклону [1].

На Київщині розрізняють теплі і холодні зими. Теплі зими з опадами у вигляді снігу, мокрог снігу, дощу і мряки зумовлюють атлантичні циклони. Як правило, середні місячні температури повітря на 5-7° перевищують норму. Холодні зими бувають, якщо переважає антициклональна погода з середньомісячною температурою повітря на 7-9° нижче норми.

Спостерігаються на території області й хуртовини, під час яких утворюються снігові замети. У зимовий період в області в середньому 10- 12 діб з хуртовинами.

Зростає й швидкість вітру порівняно з іншими сезонами. Пересічні місячні швидкості вітру дорівнюють 4-5 м/с; зрідка бувають шквали майже 15-20 м/с; іноді сильні вітри дмуть дві-три доби [1].

Спостерігається й таке несприятливе явище, як ожеледь. Під час вторгнення теплих повітряних мас на поверхні снігу і ґрунту, на дорогах, на дротах електромережі, ліній зв'язку, на стовбурах і гілках рослин утворюється льодова кірка. Це дуже несприятливі умови для озимих культур. Якщо ожеледь триває довгий час, багато рослин гине. Від ваги льоду ламаються гілки дерев, обриваються дроти [2].

Вторгнення теплих мас повітря із заходу і південного заходу, підвищення сонячної радіації внаслідок збільшення тривалості дня і висоти Сонця спричиняє активний наступ весни. На південь області вона приходить на кілька днів раніше, у стислі строки, на північ дещо повільніше — впливає

залісненість території. У березні-квітні погода нестійка із значними перепадами температури повітря. Цьому сприяють часті вторгнення холодного повітря з півночі або сходу. В окремі роки на початку березня морози досягають $-25 - 30\text{ }^{\circ}\text{C}$, водночас температура повітря наприкінці місяця може підвищитися до $+20^{\circ}$. Подібна картина спостерігається й у квітні: на початку місяця морози можуть сягати $-10- 12\text{ }^{\circ}\text{C}$, наприкінці - $+25-28\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Весняні приморозки, коли температура повітря чи поверхні ґрунту падає до нуля градусів і нижче, припиняються здебільшого наприкінці квітня, але часто нагадують про себе ще й у травні (бувають у 20-х числах). Найчастіше приморозки пов'язані з надходженням арктичних мас повітря. Важливе значення навесні мають опади. За весну на півночі області випадає 120- 130 мм, на півдні — 100- 110 мм. В окремі посушливі роки на півдні бувають пилові бурі [1].

Перехід середньої добової температури через $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ вважають початком літа: погода здебільшого сонячна, тепла, вітри слабкі, гуркочуть перші грози, що за народними прикметами характеризують початок справжнього літа.

Літо починається з кінця (іноді з середини) травня і закінчується на початку - у середині вересня, коли температура повітря падає нижче $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. У середньому літній період теплий і вологий. Середньомісячна температура повітря всіх літніх місяців перевищує $18\text{ }^{\circ}\text{C}$; випадає 200- 250 мм опадів. Улітку часті грози з інтенсивними зливовими дощами (за добу може випасти 100 мм опадів). Як правило, грози найчастіше бувають у другій половині дня. У середньому в кожному літньому місяці може бути 5-7 грозових днів, здебільшого дві-три грози з градом. Сухим і сонячним є серпень. Загалом літня погода на території області сприятлива для сільського господарства, а серпневі сонячні дні дають змогу нормально зібрати врожай зернових.

Вересень — перший місяць осені — переважно сонячний. Наприкінці місяця збільшується хмарність неба, частіше випадають дощі, здебільшого облогові. Така погода характерна й для жовтня [1].

Проте і в жовтні бувають сухі, сонячні дні з нічними приморозками і туманами. Зрідка встановлюється висока, літня температура повітря — близько +25 - 26 °С. Але в усьому відчувається наступ зими.

Наприкінці листопада в області може утворитися сніговий покрив, хоча буває, що сніг випадає упродовж усієї осені, починаючи з вересня. Загалом осінь характеризується поступовим зниженням температури повітря (від місяця до місяця температура знижується на 5-7 °С) і сприяє закінченню сільськогосподарських робіт, нормальному розвитку озимих культур.

Різноманітність рельєфу і поверхні території Київщини — лісові ділянки, водна поверхня водойм, озер і річок, болота та їх осушені ділянки, сільськогосподарські угіддя, населені пункти в поєднанні з невеликими височинами і плато, долинами річок, балок та ярів - створює умови для формування в області місцевих особливостей клімату (мікроклімату) [2].

На формування мікроклімату впливає водна поверхня водойм - Київської і Канівської. З другої половини літа і восени над водоймами утворюються стійкі густі тумани. Внаслідок великих витрат сонячного тепла на випаровування з водної поверхні температура повітря вдень тут на 1,5-2,5 °С нижча, ніж над суходолом, а вночі - на 2-3 °С вища [2].

Значне випаровування води з поверхні водойм призвело до зміни мікроклімату на прилеглих до них ділянках суходолу і скорочення вегетаційного періоду. Тут чітко простежується тенденція до відхилення середньомісячних значень температури від багаторічних: літо стає прохолодишим, зима - теплішою. На великих акваторіях водойм у штильову погоду, зокрема в другій половині літа, вода «цвіте» синьо-зеленими водоростями, що призводить до різких добових коливань вмісту розчиненого в ній кисню — перенасичення від 200 до 400 % удень і різке зниження майже на 10-30 % уночі. Це спричиняє зниження рибопродуктивності водойм. Дедалі частіше на прилеглих до них ділянках суходолу вітри посилюються до ураганних, випадають катастрофічні дощі і град. У циклонічну погоду над водоймами зростає швидкість вітру, утворюються хвилі заввишки три метри, що

спричиняє швидко руйнування берегів Дніпра, утворення на його правому березі численних зсувів. Значні площі водойм зумовлюють розвиток бризової циркуляції повітря від водойм на суходіл, а вночі - з суходолу на водну поверхню [1].

Специфічні особливості теплового і вітрового режиму й на лісових масивах. У Київській області їх тепловий режим залежить від породного деревостану, що, у свою чергу, визначає режим сонячної радіації. Улітку крізь крону дерев листяного лісу її проникає близько 10 %. Внаслідок цього температура повітря у листяному лісі вдень на 2-3 °С нижча, ніж на відкритих ділянках. Уночі на відкритих ділянках повітря охолоджується інтенсивніше, через те в лісі температура повітря на 1 - 2 °С вища.

Над заболоченими ділянками формуються мікрокліматичні умови, близькі до кліматичних умов водойм - усе залежить від їх розмірів. З осушенням боліт змінюється їх мікроклімат [1].

Отже, мікрокліматичні відмінності особливі в різних частинах території Київської області. Так, клімат правобережної частини трохи тепліший і м'якший, ніж лівобережної. Загалом зволоженість на півдні нестала, і рослини іноді потерпають від нестачі вологи [2].

Здоровий, помірно континентальний клімат області, річки, багата і різноманітна рослинність сприяли створенню в межах Києва та його околиць численних здравниць - у Пущі-Водиці, Ірпені, Ворзелі, Боярці та в інших населених пунктах.

4.3 Водні ресурси

Рельєф Київської області рівнинний із загальним похилом до долини Дніпра. Північна частина області лежить у межах Поліської низовини. На сході у межах області – частина Придніпровської низовини. Найбільш підвищені й розчленовані південна та південно-західна частини, зайняті Придніпровською височиною (висота біля 273 м. над рівнем моря).

Ґрунтовий покрив Київської області досить різноманітний. Найпоширенішими є чорноземи, площа яких становить близько 50% площі орних земель регіону. Ступінь розораності території перевищує 60%. Загальна площа лісів Київської області становить близько 649 тис. га. Для північної частини області характерні масиви хвойних і мішаних лісів, південна частина значною мірою розорана, на тих ділянках, які не зазнали сильного антропогенного впливу, переважають широколистяні ліси. Тваринний світ Київщини дуже різноманітний. Багатство видового складу пов'язане з тим, що область розташована на межі двох природних зон: північна частина розташована у зоні Полісся, південь області лежить у лісостеповій зоні. Природне середовище території Київщини протягом історичного часу відзначалося сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами.

Річки Київщини належать, переважно, до басейну Дніпра. Дніпро тече територією області у межах 246 км, його притоки – Прип'ять, Тетерів, Ірпінь, Рось, Десна і Трубіж. Природний режим річок значною мірою змінений, що пов'язано з їх зарегульованістю, наявністю великої кількості ставків і водосховищ, в області їх 13. Найбільшими є Київське та Канівське водосховища, більша частина площі яких розташована у межах території Київщини.

У Київській області побудовано також понад 2 000 ставків та близько 750 невеликих озер. Довжина берегової лінії річок і водойм в межах області складає 17,8 тис.км. Клімат – помірно континентальний, м'який з достатньою кількістю вологи.

Територія Київської області знаходиться в межах двох гідрогеологічних басейнів південно-західного крила Дніпровського артезіанського басейну і Українського басейну трещинуватих вод. Річкова мережа області переважно належить до басейну Дніпра і тільки незначна частина річок на півдні області до басейну Південного Бугу.

Водний фонд Київської області представлений 1 523 річками загальною довжиною 8,7 тис. км. За класифікацією по площі водозбору (ст. 79 Водного кодексу України) річки розподіляються на:

- великі з водозбірною площею понад 50 тис. кв. км, яких налічується три - Дніпро, Прип'ять, Десна;

- середні з водозбірною площею від 50 до 2 тис. кв. км, яких налічується дев'ять - Уж, Ірша, Тетерів, Ірпінь, Рось, Гнилий Тікич, Трубіж, Супій, Гнила Оржиця;

- малі з водозбірною площею до 2 тис. кв. км.- 1 511 річок.

Розподіл річкової мережі по території Київської області неоднорідний. Південь Київщини є найбільш водозабезпеченим, представлений густішою річковою мережею басейну р. Рось. До півночі річкова мережа менш розвинута і представлена басейнами річок Уж, Тетерів. На лівобережжі Дніпра найменш розвинута мережа річок, рельєф поверхні рівнинний, річки мають незначний похил і значну кількість безстічних площ, поверхневі води затримуються і в більшості не беруть надалі участі в формуванні стоку річок, створюється заболоченість.

Озера Київської області, як в цілому по Україні, вивчені недостатньо, натурні обстеження проводяться спорадично, через це дані про озера, площі їх водного дзеркала потребують систематизації по басейнах річок. Переважна кількість озер області знаходиться на заплавах річок Дніпро та Десна.

У Київській області створено багато штучних водойм – ставків і водосховищ. Будівництво штучних водойм пов'язано з необхідністю регулювання мінливого у часі стоку річок, а також для рибогосподарських потреб і гідроенергетики.

Вода, яка накопичується під час повеней і дощових паводків у водоймах, забезпечує зняття короткострокових пікових витрат, а в меженний

період використовується для збереження водності річок, коли стік малий, а попит на водокористування найбільший.

Водойми, озера, річки, болота становлять поверхневі води Київщини. Найбільше значення в житті області мають річки. Вони належать до басейну Дніпра, в дуже невеликій частині — Південного Бугу і несуть свої води в Чорне море. Більшість з них типово рівнинна, лише Тетерів, Уж і Рось можна умовно піднести до проміжного типу.

До річкової системи області входять Дніпро, який тече по її території майже 250 км, та його притоки, найбільші з яких Прип'ять, Десна, Тетерів, Уж, Ірпінь, Стугна, Красна, Рось, Трубіж, Супій. На півдні знаходиться верхів'я річки Гнилий Тікич, що належить до басейну Південного Бугу. Прип'ять і Десна течуть на території області лише своїми пригирловими частинами, — близько 90 і 60 км. Більшість річок бере початок за межами області. Тільки малі річки завдовжки 40-50 км повністю течуть по її території [1].

Розташування області в двох фізико-географічних зонах — зоні мішаних лісів і лісостеповій - позначилося не тільки на розвитку мережі річок, а й на їх водному режимі. Найгустіша річкова мережа на півдні області, у басейні річки Рось - $0,3-0,5$ км/км², менша - у північній частині, у басейнах річок Уж, Трубіж, Ірпінь, і найменша — на лівобережній частині області, у басейнах річок Супій і Трубіж - близько $0,1$ км/км².

Нерівномірність розподілу густоти річкової мережі Київщини зумовлена рельєфом області. Спокійний, рівнинний рельєф на півночі, зокрема на Лівобережжі, має незначний похил. Поверхневі води на цій території затримуються, не надходячи до річок, отже, не формують водотоків. Південно-західна підвищена частина густо порізана водотоками, балками, ярами [2].

Режим річок. Річки живляться як поверхневими (дощовими, талими сніговими), так і підземними водами з площі басейну.

Залежно від джерел живлення змінюються рівень води в річках за добу, за порами року, за рік, за багато років, а також температура і швидкість течії

води, тобто відбувається зміна їх стану в часі. Зміни стану річок називають їх режимом. Господарською діяльністю людина активно впливає на режим річок, через те розрізняють режим природний і зарегульований. Характеризують ще й льодовий режим.

Основним джерелом живлення річок області є талі снігові води. Частка стоку талих вод становить близько 60 % річного. Решта припадає, залежно від окремих річкових басейнів, на підземне і дощове живлення. Частка підземного живлення дорівнює 20-30 %. Дощове живлення впливає здебільшого на формування стоку малих річок. Головні особливості водного режиму Дніпра та його значних приток формуються у верхніх частинах їх басейнів. Водний режим малих приток великою мірою залежить від кліматичних чинників [1].

Загальний характер зміни рівнів води упродовж року для Дніпра та його великих приток — Прип'яті і Десни — майже однаковий: на початку року, коли зберігається льодовий покрив, рівні трохи підвищуються і до початку весняного льодоходу дещо знижуються. Одночасно з весняним льодоходом відбувається підвищення рівнів, що закінчується в квітні-травні весняним максимумом. Найвищий максимальний рівень на Дніпрі зафіксовано в травні 1931 р.; він досяг біля Києва 640 см над нулем графіка. У 1926 р. максимум біля Києва становив тільки 10 см. Весною рівні води річок підвищуються пересічно в березні з деяким відхиленням в окремих районах.

Спад весняних рівнів відбувається значно повільніше порівняно з підйомом і закінчується в червні-липні. Підвищення весняних рівнів триває в середньому 15-20 діб, середня інтенсивність підйому води в річках становить 10-15 см за добу. Інтенсивність спаду весняних рівнів дорівнює в середньому 5-8 см за добу, а його тривалість становить пересічно 25 - 35 діб [2].

Упродовж серпня-жовтня на річках встановлюється меженний хід рівнів; у цей період спостерігають мінімальні рівні води за рік. На річках Ірпінь — (Мостище) і Супій -(Піщане) найнижчі рівні зафіксовано взимку. Літні дощі в басейнах Дніпра, Прип'яті і Десни мало впливають на зміну

рівнів води. Водночас осінні дощі спричиняють їх підвищення, що нерідко триває до осіннього похолодання.

Подібні зміни рівнів води упродовж року зафіксовано й на малих річках. Правда, їх підйом навесні та спад значно менші, а максимум спостерігають у березні-квітні, хоча н можливий улітку, внаслідок сильних дощів, та восени.

Розташування території області у двох природних зонах позначилося й на характеристиці стоку. Клімат, рельєф місцевості, геологічна будова, залісненість, заболоченість басейну — головні фізико-географічні чинники, що різною мірою впливають як на формування, так і на величини характеристик стоку місцевості.

У межах Київської області з півночі на південь кількість опадів змінюється, що зумовлює зміну характеристик стоку в тому самому напрямі. Проте іноді на стік впливає й рельєф. Так, хоча басейни річок Стугни, Росі, Супою і Трубежа знаходяться відповідно на правобережній і лівобережній частинах області і розташовані майже в однакових широтних умовах, величини їх стокових характеристик неоднакові. Рівнинність басейнів Трубежа і Супою несприятлива для поверхневого стоку. З півночі на південь зростає й ступінь ерозійної діяльності, що позначається на каламутності води в річках: у середній течії [2].

Більша частина області лежить у межах Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, і тільки південні та південно-західні райони знаходяться на території розвитку тріщинних вод Українського кристалічного щита. Специфіка геологічної будови кожного з них зумовлює особливості розташування підземних вод, умови їх формування та організації водопостачання.

На території Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну підземні води з'явилися з появою осадових утворень палеозою, мезозою і кайнозою. Їх загальна потужність поступово збільшується на північ і північний схід від

100 м до 700 м. З відкладами пов'язаний ряд окремих водозбагачених водоносних горизонтів, що змінюють один одного у верти кально му розрізі. У межах Українського кристалічного щита особливо поширені підземні води в тріщинах кристалічних порід докембрію, а також у четвертинних відкладах, які малопотужним шаром вкривають поверхню кристалічного фундаменту, зрідка у відкладах палеогену і неогену [2].

Отже, в області є широкі можливості для задоволення потреб міст, сіл, промислових підприємств та лікувальних установ у питній і лікувальній воді.

1.3 Ґрунтовий покрив

Територія Київської області характеризується великою різноманітністю ґрунтів, зумовленою специфічними особливостями ґрунотвірних процесів. Загалом ґрунтоутворення в межах Київської області відбувається в умовах позитивного балансу тепла і вологи: на півночі середньорічна температура повітря становить близько $+6,8$ °С, на півдні — $+7,2 - 7,3$ °С, опадів випадає на півночі 550 мм за рік, на півдні - близько 480 мм. У зв'язку з цим різні й процесії ґрунтоутворення: на півночі склався постійний промивний режим ґрунтів, на півдні - періодичний.

Для формування сучасного ґрунтового покриву мала значення рослинність, що вкривала територію області задовго до початку господарської діяльності людини. На півночі - у Поліссі - переважали мішані ліси, і тільки на других терасах річок на піщаних відкладах росли чисті соснові ліси - бори. Ялини серед деревних порід не було. У мішаних лісах з густим трав'яним покривом формувалися дерново-підзолисті ґрунти. У Лісостепу росли здебільшого грабові, дубово-грабові, рідше - дубові ліси. У грабових лісах внаслідок зімкнутості і незначного розвитку трав'яного покриву утворювалися ясно-сірі та сірі лісові ґрунти, а в зріджених дубняках з густою трав'яною рослинністю розвивалися темно-сірі їх відміни [3].

На Поліссі трав'яниста рослинність вкривала тільки широкі озероподібні зниження південної частини, невеликі зниження (поди) на вододілах і річкові заплави. Тут формувалися дернові, лучні та лучно-чорноземні ґрунти. У лісостеповій зоні трав'яниста рослинність у вигляді лучних степів вкривала і вирівняні вододільні ділянки, де під нею розвивалися чорноземи.

Людина змінила ландшафт лісостепової зони та зони мішаних лісів, їх ґрунтовий покрив. Насамперед знищила основну масу лісів. Ліси збереглися нині лише окремими невеликими масивами - здебільшого на крутому правому березі Дніпра та у верхів'ях балок. Дуже змінився водний режим ґрунтів. Весною і влітку виникали висхідні течії ґрунтової вологи, що підтягувала вгору карбонати кальцію. Розпочався процес реградації (окарбоначування) опідзолених ґрунтів, що й досі триває. Реградовані ґрунти фізико-хімічними властивостями різко відрізняються від типових. Розорювання призвело до помітного зменшення запасів гумусу і руйнування зернистої структури чорноземів. На Лівобережжі різко посилюється процес засолення ґрунтів [1].

У поліській частині Київської області переважають дерново-підзолисті, дернові, лучні та болотяні ґрунти. Найпоширеніші з них дерново-підзолисті, що вкривають вододільні простори. Зрідка на островах лесоподібних суглинків трапляються сірі та ясно-сірі опідзолені ґрунти. Дернові і болотяні ґрунти вкривають здебільшого пониження.

Дерново-підзолисті ґрунти. У цих ґрунтах інтенсивно відбуваються два протилежні процеси міграції хімічних елементів: біогенне нагромадження їх у дерновому шарі і винос водами опадів у нижні горизонти. Другий процес активніший, тому дерново-підзолисті ґрунти бідні на поживні речовини.

У добре сформованих дерново-підзолистих ґрунтах чітко виділяються горизонти лісової підстилки, а також гумусовий, підзолистий, вимивний і ґрунтотвірна порода.

Залежно від інтенсивності розвитку підзолистого і вимивного горизонтів серед дерново-підзолистих ґрунтів розрізняють дерново-слабкопідзолисті, середньо- та сильнопідзолисті.

Усі дерново-підзолисті ґрунти мають спільні негативні фізико-хімічні властивості: кисла реакція, ненасичені кальцієм, бідні на гумус, азотні, фосфорні та калійні поживні речовини, а також на мікроелементи — цинк, марганець, хром, нікель, кобальт, бор, йод та бром. Вони несприятливі й для розвитку бактерій, зокрема бактерій-нітрофікаторів, що зумовлено кислою реакцією ґрунтового розчину, наявністю рухливого іона алюмінію і недостатнім надходженням у ґрунт повітря. Дерново-підзолисті ґрунти відзначаються й несприятливими фізичними властивостями: безструктурні, після дощів запливають і вкриваються кіркою, а піщані і глинясто-піщані ґрунти надмірно водопроникні, дуже теплопровідні, мало вологоємні, з незначною волого від'ємною силою і надмірною аерацією [3].

Дернові та лучні ґрунти утворилися внаслідок дернового процесу, що відбувається під впливом трав'янистої рослинності. Дернина з'являється у зв'язку з густим переплетенням ґрунтових частинок верхнього шару гумусового горизонту мичкуватим корінням трав, зокрема лучних. Посиленню дернового процесу сприяє й розташування близько до поверхні ґрунтових вод. Лучні ґрунти розвинені в заплавах річок на сучасних річкових відкладах.

Болотяні ґрунти. Поширені на заплавах річок і в давніх долинах. Це типові низинні торфові болота. На вододілах є невеликі болота перехідного типу і зрідка - верхового.

Причинами поширення боліт на території Київського Полісся є: загальний низинний рельєф з дуже малим похилом на північний схід; наявність великих плоских безстічних знижень; значна кількість опадів; наявність значної товщі давніх річкових і водно-льодовикових пісків, що були акумуляторами величезної кількості води; підстелювання пісків водонепроникними породами; недостатнє випаровування води поверхнею

пісків внаслідок відсутності в них капілярів. Серед ґрунтів на Київському Поліссі поширені болотяні, торфово-болотяні і торфовища.

Чорноземи. Ґрунти займають найбільшу площу в правобережній частині лісостепової зони області. Вони утворилися на порівняно знижених ділянках. Найбільший їх масив знаходиться в межиріччі Стугни, Росі і Дніпра. Сформовані переважно на крупно пилуватих середньосуглинистих породах. Характерна особливість будови чорноземів Київської області - велика потужність гумусових горизонтів, що досягає 100 см і більше. Водночас вони мають порівняно світле забарвлення і недостатньо виявлену грудкувато-зернисту структуру. Вміст гумусу не перевищує 5 %, коливається здебільшого в межах 4,2-4,5% [3].

Темно-сірі лісові ґрунти трапляються окремими невеликими і значними масивами серед опідзолених чорноземів і сірих лісових ґрунтів. Утворилися під наметом широколистих лісів, які з'явилися на території колишніх степів і є наслідком тривалого опідзолювального впливу лісу на чорноземні ґрунти, що сформувалися тут раніше.

Сірі лісові ґрунти поширені дещо менше, ніж темно-сірі та опідзолені чорноземи. Вони трапляються найчастіше в північній смузі Лісостепу, на периферії Київського Полісся і на крайньому півдні. їх характерними ознаками є незначна потужність гумусового горизонту (30-35 см), відсутність суцільного підзольного шару, добре виявлений вимивний горизонт.

Ясно-сірі лісові ґрунти на території області трапляються рідко. Поширені здебільшого на високих правих берегах річок, під сучасними лісами. Найбільші масиви виявлено в Кагарлицькому та Обухівському районах на правому березі Дніпра.

Лучно-чорноземні ґрунти займають широкі зниження на межі зони мішаних лісів і Лісостепу, а також високі ділянки заплав Дніпра, Десни, Росі та інших річок. Найбільші масиви на Лівобережжі (Бориспільський,

Баришівський та Яготинський райони), де вони, як правило, засолені або солонцюваті. Містять від 3 до 6 % гумусу.

Дернові і лучні ґрунти переважають на заплавах річок в умовах близького залягання рівня ґрунтових вод. Утворилися під лучною трав'янистою рослинністю. Лучні ґрунти мають більш виявлену зернисту структуру. Дернові містять 1-3 % гумусу, лучні - 3-6 % [1].

1.4 Рослинний покрив

Київська область лежить у межах Східно-Європейської широколистянолісової та лісостепової геоботанічних провінцій. Рослинність, що переважає на території області, визначає ряд екологічних чинників, головним з яких є ґрунти.

Північна частина (Полісся) — зона мішаних лісів, зокрема соснових, дубово-соснових, грабово-дубово-соснових, широколистяно-грабових. У заплавах — різнотравно-злакові луки, місцями — чагарники та вільхові ліси, багато боліт.

Південна частина Київщини — це лісостепова зона, де переважають широколистяні ліси.

Чисті соснові ліси, або бори, займають у Поліссі значні площі. Іноді до сосни домішується береза. Деревя ростуть негусто, кущів майже немає, хіба що зрідка трапляються крушина ламка і верес. З напівкущів у соснових лісах поширена чорниця, а буяхи можна зустріти спорадично, лише на заході Київського Полісся.

Характерними представниками соснових лісів є мохи і лишайники. Це плевроцій, що утворює жовтувато-зелені килими, поряд з якими часто росте дікран. На більш зволжених місцях з'являється зозулин льон, що утворює оксамитово-зелені покрили. У

сухих борах поширені лишайники, зокрема, оленячий мох, кладонія лісова та ін [1].

З трав'янистих рослин у борах є нечуйвітер волохатий, чебрець звичайний, цмин пісковий, костриця овеча, булавоно-сець сіруватий.

Найпоширеніші в Київському Поліссі субори, або сосново-дубові ліси, характерною особливістю яких є двоярусність деревного намету. До складу верхнього ярусу входить сосна, нижнього — дуб. У суборах розвинений підлісок, в якому трапляються крушина ламка і бруслина бородавчаста, ліщина, верба козяча, бузина, зіновать руська.

Трав'яниста рослинність у сосново-дубових лісах представлена більшою кількістю видів. Навесні тут цвітуть фіалки, копитняк, конвалія, купина та інші рослини. Звичними в сосново-дубових лісах є папороті — орляк, дріоптерис, а також суниці і буквиця.

Грабово-дубово-соснові ліси, або сугрудки, ростуть уздовж правого берега р. Ірпінь у межах Фастівського і Васильківського районів. Характерною особливістю цих лісів є наявність граба звичайного, липи серцелистої, клена звичайного поряд з сосною і дубом. З кущів росте ліщина звичайна та бруслина європейська.

Трав'яний покрив сугрудків складається з орляка, копитняка європейського, квасениці звичайної, зірочника лісового [2].

Дубово-грабові ліси на Київському Поліссі не займають значних площ, а ростуть частково, серед інших лісів, ближче до півдня. Є в них і ясен. Ліси складаються з двох ярусів; у першому росте дуб з домішкою клена звичайного, берези, осики; у другому - граб і ясен. З інших широколистяних порід трапляються липа серцелиста, в'яз шорсткий, верба козяча. До складу підліску входять ліщина, крушина, бруслина європейська; з'являється й терен. У трав'яному покриві можна знайти копитняк європейський, маренку запашну, яглицю звичайну.

На Поліссі багато суходільних, низинних і заплавних луків. Однорічних рослин на луках дуже мало, трав'янисті багаторічні рослини належать до різних родин.

Низинні луки представлені такими злаковими рослинами: тонконіг болотний, китник лучний. У групі різнотрав'я багато видів, серед яких перстач прямостоячий, щавель пірамідальний, жовтець повзучий, незабудка дерниста та ін [2].

Група різнотрав'я представлена великою кількістю видів, серед яких вовче тіло, калюжниця болотна, кизляк китичний, вербозілля звичайне, плакун вертолистий, вовконіг європейський та багато ін. Крім чистих трав'яних болотних ділянок, є чимало з кущами верби попелястої, верболозу, а також і вільхи та осики. На заболочених місцях ростуть очерет, рогіз вузьколистий і широколистий, хвощ багновий, сусак, латаття біле (належить до рідкісних видів і тих, що зникають)[1].

На південь від лінії Фастів-Київ-Ніжин лежить Лісостеп Київщини. Туг чергуються лісові і степові простори, розсічені річковими долинами і високими вододілами. Видова різноманітність рослин представлена угрупованнями лісу, степу, лук, боліт.

У Київському Лісостепу переважають широколистяні ліси, зокрема грабово-дубові. Окремі ділянки чистих дубових лісів є на правобережжі Лісостепу. Рідко можна зустріти в'язові, осикові, вербові, вільхові ділянки.

У дубових лісах деревний намет одноярусний і складається з дуба звичайного, ясеня, берези бородавчастої, рідше — з осики. Найхарактерніші рослини трав'янистого покриву цих лісів - фіалка запашна, орляк, осока гірська, ожина, чоловіча папороть, куничник очеретяний, купина багатоквіткова, чина весняна, первоцвіт весняний, бугень запашний, медунка темна, гравілат міський, конвалія, латук Ще, наперстянка велико-цвітна,

куцоніжка лісова, астрагал солодколистий, зірочник лісовий, віхалка гілляста, пахучка звичайна, смовдь гірська та багато ін.

На вододілах південно-західної частини правобережного Лісостепу ростуть грабово-дубові ліси, яких немає на терасах лівобережної частини.

Основними рослинами цієї лісової формації є дуб, ясен, граб, липа, ільм, клен польовий, береза, осика, яблуня лісова та груша. У грабово-дубових лісах є явір і черешня.

У трав'яному покриві грабово-дубових лісів розвинені ранньовесняні ефемероїди. Рано навесні, задовго до розпускання листя на деревах, зацвітають підсніжний звичайний, проліска дволиста, гусяча цибулька, ряст Галлера і ряст порожнистий, пшінка весняна, анемона жовтецева, зубниця цибулиста та п'ятилиста. Вони належать до рідкісних рослин внаслідок масового винищення [4].

Для грабово-дубових лісів цієї частини Лісостепу характерні яглиця, копитняк, фіалки — лісова, запашна, шершава і дивовижна, зірочник лісовий, осока волосиста, чина весняна, купина багатоквіткова та широколиста, цибуля ведмежа, ма ренка запашна, актея колосиста, зеленчук, вороняче око, ранник шишкуватий, медунка темна, розхідник волосистий, осока пальчаста і лісова, просянка розлога, чоловіча папороть, дріоптеріс гребінчастий та ін.

Степова рослинність переважає здебільшого в лучних степах і на луках, поширена на вододілі Дніпро - Рось. На степових рівнинах ростуть такі злаки: типчак борознистий, мітлиця Сирейникова, ковила Іоанна, тонконіг вузьколистий, тимофіївка степова, келерія струнка, трясушка середня та ін. Окрім злаків, є й інші групи рослин, зокрема різні види конюшини, вероніка дібровна, підмаренник справжній, гадючник шестипелюстковий, королиця звичайна, жовтозілля Черняєва, волошка лучна, гвоздики перетинчасті, щавель кислий, смілка поникла, віхалка гілляста, перстач білий тощо. З куців трапляються зіновать руська та австрійська, вишня куцова [5].

5 ОСНОВНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АГРОЕКОСИСТЕМ

2.1 Забруднення повітря

Забруднення повітря відбувається переважно при спалюванні вугілля й інших горючих копалин і при виплавці заліза й кольорових металів. Змісту деяких мікроелементів, особливо Se, Au, РЬ, Sn, Cu, Вг і Ті, можуть більш ніж в 1000 разів перевищувати їхні нормальні концентрації в повітрі. У цілому елементи, які утворюють летучі з'єднання або входять до складу тонкодисперсних часток при спалюванні вугілля й інших індустриальних процесів, можуть легше виноситися в атмосферу.

Речовини, що надходять у результаті діяльності людини, - не єдина складова тридцятилітнього глобального забруднення повітря. Необхідно брати до уваги такі природні джерела, як еоловий пил, вулканічні виверження, випар з поверхні води й деякі інші. Атмосферні випадання мікроелементів, головним чином важких металів, беруть участь у забрудненні всіх інших компонентів біосфери - води, ґрунтів і рослинності. Було встановлено, що організми, найбільш чутливі до атмосферних випадань при забрудненні мікроелементами, - це мохи й лишайники, однак їхня чутливість, безсумнівно, змінюється від виду до виду [5].

Перелічимо головні характеристики неорганічних забруднень - мікроелементів у повітрі:

1. Розсіювання на більших площах і перенос на більші відстані.
2. Біоаккумуляція, що найчастіше впливає на хімічний склад рослин без появи видимих ушкоджень.

3. Вплив на живі тканини шляхом порушення метаболічних процесів і гноблення поглинаюче світло живих тканин.

4. Стійкість до детоксикації при метаболізмі, наслідком чого є виходження елементів у харчові ланцюги [6].

Непрямий вплив повітряних забруднень проявляється через ґрунти. Воно має важливе значення через велику тривалість впливу на ґрунт сухих і вологих атмосферних випадань, що містять мікроелементи. Цим ефектам також повинне приділятися велика увага.

2.2 Забруднення ґрунтового покриву

Ґрунт – це вельми специфічний компонент біосфери, оскільки вона не лише геохімічно акумулює компоненти забруднень, але і виступає як природний буфер, контролюючий перенесення хімічних елементів і з'єднань в атмосферу, гідросферу і живу речовину. Мікроелементи, що поступають з різних джерел, потрапляють зрештою на поверхню ґрунту, і їх подальша доля залежить від її хімічних і фізичних властивостей. Тривалість перебування забруднюючих компонентів в ґрунтах, особливо важких металів, практично вічна. Метали, що накопичуються в ґрунтах, повільно віддаляються при вилуговуванні, вжитку рослинами, ерозії і дефляції. Перший період напіввиведення важких металів, по розрахунках Іїмури і ін. для ґрунтів в умовах лізіметра сильно варіює: для Zn (від 70 до 510 років), для Cd (від 13 до 1100 років), для Cu (від 310 до 1500 років) і для Pb (від 740 до 5900 років).

Концентрація мікроелементів в поверхневому шарі ґрунтів в глобальному масштабі зростає з розширенням індустріальної і сільськогосподарської діяльності. Єознаки того, що поверхневий шар ґрунтів піддається як локальному забрудненню, так і регіональному перенесення забруднень.

Регіональне забруднення ґрунтів відбувається головним чином в промислових районах і центрах крупних населених пунктів. Найбільш важливими джерелами мікроелементів тут є підприємства, транспорт і комунальні стічні води.

Одночасно з повітряними джерелами мікроелементів слід зазначити вступ останніх в ґрунти з добривами, пестицидами і при зрошуванні [3].

Важливим джерелом забруднення ґрунтів в деяких промислових районах можуть бути відвали металургійних заводів і копалень за рахунок мобілізації і перенесення важких металів водою, що просочується через них, або рознесення пилу вітром. Тривале використання неорганічних фосфатних добрив те, що істотно підвищується природний рівень Cd і F у ґрунтах, тоді як для других елементів, наприклад As, Cr, Pb і V, він помітно не зростає. Вплив зрошування стічними водами на склад ґрунтів викликає особливо серйозне занепокоєння, воно було предметом великого числа досліджень і багато законодавчих мір. Втім, потрібно брати до уваги, що при встановленні допустимих меж слід враховувати не лише властивості даної системи рослина-ґрунт, але також співвідношення між окремими хімічними елементами і їх загальне навантаження на ґрунт.

Заражені важкими металами ґрунти здатні давати нормальні на вигляд злаки, які можуть бути небезпечні для людей і тварин. Тому безпечне використання стічних вод при поливі повинне визначатися по безпечному рівню вступу мікроелементів в ґрунти.

Відмінності типів ґрунтів, видів рослин і умов зростання приводять до того, щозабруднення ґрунтів по-різному може впливати на залягання мікроелементів в рослинах. Опірність ґрунтів до забруднення важкими металами визначається по критичних рівнях вмісту металів – забруднення, при яких в рослинах виявляються токсичні ефекти, які тісно пов'язані з катіонообмінною ємністю ґрунтів. Зазвичай опірність некислого важкого ґрунту з високим вмістом органічної речовини в кілька разів вище, чим в легкогіпсчаного кислого ґрунту. Суглинні нейтральні ґрунти можуть

нагромаджувати великі кількості мікроелементів з меншою мірою ризику для середовища. Проте загальна хімічна нестійкість таких ґрунтів зазвичай наводить до зниженої біологічної активності, падінню або зростання рН і т.д.[4].

2.3 Особливості забруднення рослин

Важливою є роль рослин, як у геохімічному круговороті мікроелементів, так і в надходженні забруднень у харчові ланцюги. Рослини можуть накопичувати мікроелементи, особливо важкі метали, у тканинах або на їхній поверхні внаслідок більших можливостей адаптації до змін хімічних властивостей навколишнього середовища. Тому рослини є проміжним резервуаром, через який мікроелементи переходять із ґрунтів, а частково з води й повітря в людину й тварин.

Одна з основних проблем охорони навколишнього середовища пов'язана з кількістю металів, що накопичуються у використуванні в їжу частинах рослин. Особлива увага повинне бути приділене формам знаходження металів у рослинних тканинах, оскільки це, імовірно, відіграє вирішальну роль у переносі металів в інші організми [7].

Відповідно до спостережень, ріст різних сільськогосподарських культур може вповільнюватися внаслідок забруднення металами. Найважливішим, однак, є вплив забруднення рослин металами на біологію й здоров'я людини й тварин.

Кожний випадок зараження рослин індивідуальний і повинен досліджуватися у взаємозв'язку зі специфічними особливостями навколишнього середовища. Результати досліджень, що використовують моделюючі системи, не можуть бути зіставлені зі спостереженнями по природних системах. Наприклад: салат - латук і лук, що ростуть у відкритому ґрунті, набагато слабкіше поглинають важкі метали, чим зростаючі в теплиці [5].

Мікроелементи - забруднення, що проникнули в рослинні тканини, відіграють активну роль у метаболічних процесах, але вони можуть також зберігатися у вигляді неактивних з'єднань у клітках і на клітинних мембранах. У кожному разі хімічний склад рослин може мінятися без появи явно видимих ушкоджень.

Мікроелементи, життєво важливі для рослин, - це такі, які не можуть бути замінені іншими елементами в їх специфічній біохімічній ролі і які мають прямий вплив на організм, тобто без них він не може не рости, не завершити деякі метаболічні цикли.

Таким чином, мікроелементи беруть участь у ключових метаболічних подіях, таких, як подих, фотосинтез, фіксація й асиміляція деяких головних живильних речовин (наприклад, N, S). Мікроелементи - метали перехідної групи періодичної системи активують ензими або входять у металоензимах у системи переносу електронів (Si, Fe, Mn, Zn), а також каталізують зміни валентності в речовинах субстрату (Si, Fe, Mo) [6].

Антагонізм виникає, коли спільна фізіологічна дія одного або більше елементів менше суми дії елементів, узятих окремо, а синергізм - коли спільна дія більше. Такі взаємодії можна зв'язати зі здатністю одного елемента інгібувати або стимулювати поглинання інших елементів рослинами. Ці реакції можуть відбуватися усередині кліток, на поверхні мембран і в середовищі, що оточує корінь рослин [5].

Ca, P и Mg - головні антагоністичні елементи відносно поглинання й метаболізму багатьох мікроелементів. Але й для антагоністичних пар елементів спостерігалися іноді синергічні ефекти, що зв'язано, імовірно, зі специфічними реакціями в окремих генотипів або видів рослин.

Антагоністичні ефекти найчастіше реалізуються двома шляхами: макрокомпонент може інгібувати поглинання мікроелемента, або, навпаки, мікроелемент інгібує поглинання макрокомпонента.

Для практичного застосування найбільше важливо антагоністична дія Ca й P на такі небезпечні для здоров'я людини важкі метали, як Be, Cd, Pb і Ni.

Синергічна взаємодія між мікроелементами звичайно не спостерігається. Синергізм Cd з такими мікроелементами, як Pb, Fe і Ni, може бути артефактом, що виникає внаслідок руйнування фізіологічних бар'єрів під дією стресу, викликаного надлишковими концентраціями важких металів. Крім того, деякі реакції, що відбуваються в середовищі, що оточує корінь, і, що впливають на споживання мікроелементів коріннями, очевидно, не зв'язані безпосередньо з метаболічними взаємодіями, однак ці два типи реакцій нелегко розрізнити [9].

Найбільш небезпечними для живих організмів і рослин є такі важкі метали як свинець, ртуть, кадмій, миш'як, цинк, нікель і інші забруднюючі елементи. Біля 90% важких металів, потрапляючи в довкілля, акумулюються ґрунтом. Потім вони мігрують в природні води, поглинаються рослинами і потрапляють в харчові ланцюги.

Свинець, ртуть, кадмій, миш'як, цинк вважаються головними забрудниками головним чином тому, що техногенне їх накопичення в довкіллі йде особливо високими темпами. Дані елементи володіють великою спорідненістю з фізіологічно важливими з'єднаннями і можуть пригнічувати найбільш значимі процеси метаболізму, припиняти зростання і розвиток.

Допустима кількість важких металів, яку людина може споживати з продуктами харчування без ризику для життя, коливається залежно від виду металу в межах: свинець – 3 мг, кадмій – 0,4...0,5 мг, ртуть – 0,3 мг в тиждень. Хоча ці рівні умовні, проте вони служать основою для контролю вмісту важких металів в продуктах харчування.

У живих організмах важкі метали грають особливу роль. У низьких концентраціях вони входять до складу біологічно активних речовин, які регулюють нормальний хід процесів життєдіяльності. Порушення в разі

техногенного забруднення концентрацій, призводить до негативних, а інколи катастрофічних наслідків для живих організмів.

Потрапляючи в рослини, важкі метали розподіляються в їх органах і тканинах нерівномірно. Тому вивчення особливостей акумуляції важких металів в рослинах може допомогти обмежити їх попадання в організм людини.

Частіше кореневі системи рослин утримують більше цинку, чим надземні органи. У надземних органах цинк концентрується переважно в старому листі. Коріння пшениці відрізняється вищим вмістом свинцю і кадмію порівняно з листям. Рівень накопичення важких металів в репродуктивних органах рослин значно нижчий, ніж у вегетативних, і залежить від біологічних особливостей культури, фізіологічної ролі елементу, його вміст в ґрунті і доступності для рослин. Це можна вважати позитивним фактором, оскільки саме вони складають господарську важливу частину основних овочевих культур.

Механізми поглинання, транспорту, метаболізму і розподілу важких металів в органах і тканинах тісно пов'язана з видовими і сортовими особливостями вирощуваних культур, на які впливають екологічні і антропогенні чинники. Знання про закономірності розподілу важких металів в тканинах і органах рослин дають можливість визначити механізми їх перерозподілу і акумуляції в процесі розвитку рослин, розробити достовірні методи оцінки якості урожаю, вірно сертифікувати продукцію.

Знання особливостей розподілу важких металів в рослинах має інтерес, оскільки дозволяє раціонально використовувати продукцію в процесі технологічної переробки і при використанні в сирому вигляді.

Накопичення і розподіл важких металів в органах рослин залежить перш за все від вигляду, фізіологічної спеціалізації і морфологічних ознак окремих органів (тип листа, розмір стебел і прожилків, розмір центрального циліндра в коренеплодах).

У коренеплодах моркви вміст важких металів (окрім заліза) зменшується від кінчика до голівки. Для заліза характерний високий вміст в голівці і рівномірний розподіл в інших частинах коренеплоду. У центральній частині коренеплоду спостерігається підвищена кількість цинку і свинцю, а в шкірці - підвищена кількість міді, марганцю, кадмію і заліза.

Мінімальна кількість кадмію, цинку і свинцю знаходиться в м'якоті бульби картоплі. Підвищена кількість заліза характерна для периферійної частини бульби. Мідь розподілена рівномірно у всіх частинах бульби.

Капуста відрізняється від інших овочевих культур і картоплі підвищеним вмістом цинку і зниженим – кальцію.

Для зелених культур характерний вищий вміст свинцю в стеблах, ніж в листових пластинах. Серед зелених культур найбільша кількість свинцю у всіх органах рослини спостерігається в кропиві, щавлі, салаті [5].

2.4 Основні характеристики забруднювальних елементів

Кадмій – рідкий і вельми розсіяний елемент. Його вміст в земній корі складає $1,1 \cdot 10^{-5}\%$. Із-за сильного розсіяння він не утворює самостійних рудних скупчень промислового значення, а зустрічається в рудах важких кольорових металів як домішка і витягується з них як побічний продукт.

Головний чинник, що визначає вміст Cd у ґрунтах – це хімічний склад материнських порід. Активність, а з нею і здатність рослин поглинати Cd, сильно залежить від рН ґрунту: він найбільш рухомий в інтервалі рН 4,5 - 5,5, а із збільшенням його значення рухливість падає.

Восновному Cd локалізується в корінні і в менших кількостях у вузлах стебел, черешках і головних жилках листя. Кадмій вважається токсичним елементом для рослин, і основна причина його токсичності пов'язана з порушенням ензиматичної активності.

Видимі симптоми, викликані підвищеним вмістом Cd у рослинах – це затримка зростання, пошкодження кореневої системи, хлороз листя, червоно-

буре забарвлення їх країв або прожилків. Окрім створення перешкод нормальному метаболізму ряду мікрокомпонентів живлення фітотоксичність Cd виявляється в гальмівній дії на фотосинтез, порушенні транспірування. Відомо, що Cd інгібує процеси в мікроорганізмах, що відбуваються за участю ДНК, перешкоджає симбіозу мікробів і рослин і підвищує схильність рослин до грибкових інвазій.

Свинець зазвичай має брудно-сірий колір, хоча свіжий його розріз має синюватий відлив і блищить. Проте блискучий метал швидко покривається тускло-сірою захисною плівкою оксиду. Щільність свинцю ($11,34 \text{ г/см}^3$) у півтора рази більше, чим в заліза, вчетверо більше, ніж в алюмінію; навіть срібло легше за свинець.

Хоча в природних умовах Pb присутній у всіх рослинах, виявити яку – або особливу його роль в метаболізмі не вдалося. Огляд цього питання привів до виводу про те, що якщо Pb і необхідний для рослин, та його концентрація на рівні 2 – 6 мкг/кг має бути вже достатньою.

Детальний аналіз даних про поглинання Pb корінням рослин дозволив прийти до висновку, що спосіб його поглинання – пасивний. Швидкість поглинання знижується при вапнуванні і низьких температурах. Не дивлячись на погану розчинність Pb у ґрунті, він поглинається кореневими волосками і затримується в стінках кліток.

Коли Pb присутній в живильних розчинах в розчинній формі, коріння рослин здатне поглинати його у великій кількості, при цьому швидкість поглинання зростає з часом. Переміщення Pb з коріння в надземну частину вельми обмежено, і лише 3 % Pb, що міститься в корінні, переміщається в стебло.

Переносимий по повітря Pb – головне джерело свинцевого забруднення – також легко поглинається рослинами через листя. Токсичність органічних форм Pb не лише перевершує токсичність неорганічних форм, але і що викликаються цими двома типами агентів ефекти розрізняються якісно. Проте симптоми свинцевого токсикозу в рослин не дуже специфічні.

Сприятливий режим фосфору знижує токсичну дію Pb. Це взаємодія – наслідок здатності Pb до утворення нерозчинних фосфатів в рослинних тканинах і ґрунтах. Відомо, що S уповільнює перенесення Pb з коріння у стебла [6].

Ртуть – елемент рідкий і розсіяний, його вміст зразковий $4,5 \cdot 10^{-6}\%$ від маси земної кори. Проте відома ртуть з глибокої старовини. Швидше за все, людина познайомилася з ртуттю, виділивши при нагріванні головного мінералу ртуті – яскраво-червоної кіноварі HgS. Інколи зустрічається в природі самородна ртуть, що утворилася, мабуть, з тієї ж кіноварі.

Як і благородні метали, ртуть на повітрі не змінюється – не окисляється киснем, не реагує з іншими компонентами атмосфери. Реакція з киснем помітно йде лише при температурах, близьких до температури кипіння ртуті, причому багато домішок, наприклад, аналог ртуті по підгрупі – цинк, помітно прискорюють окислення.

Фонові рівні ртуті в ґрунті можна оцінити приблизно в 0,3 мг/кг. Вміст Hg, що перевищує цю величину слідує, мабуть, розглядати як забруднення з антропогенних або інших джерел.

Участь Hg у процесах міграції речовини в ґрунтах досить обмежено, тому вміст Hg у поверхневому шарі зростають вельми повільно, навіть в разі того, що невеликого привнесло цього елемента.

Є дані, що Hg втрачається у вигляді пари з ґрунту, причому ця втрата зростає з підвищенням температури і лужності ґрунту.

Рослини легко поглинають Hg з живлячих розчинів. Є багато свідчень тому, що зростання вмісту Hg у ґрунті викликає зростання вмісту Hg і в рослинах. Швидкість росту вмісту Hg у рослинах в умовах, коли ґрунт був її єдиним джерелом, за наявними даними найбільша для коріння, при цьому листя і насіння також нагромаджують багато Hg. Ці факти показують, що Hg легко поглинається кореневою системою і переноситься в самій рослині.

Відомо, що рослини можуть безпосередньо поглинати пари ртуті, причому швидкість поглинання пари Hg сильно залежить від освітленості, але не залежить від температури довколишнього повітря. Встановлено, що молоді рослини на відміну від дорослих чутливіші до насиченого парами ртуті повітря.

Симптоми отруєння ртуттю – це звичайно затримка зростання сходу і розвитку коріння, гальмування фотосинтезу і зниження врожайності.

Є зведення про толерантність вищих рослин до дії з'єднань ртуті, хоча механізми відповідних фізіологічних бар'єрів невідомі, найімовірніше, що вони пов'язані з інактивацией Hg на поверхні мембран. Для деяких видів рослин встановлена схильність ртуті утворювати нераствориміє з'єднання з багатими сіркою протеїнами [7].

Цинк – блискучий сріблястий білий метал з щільністю 7,13 г/см³. Антропогенні джерела Zn – це в першу чергу підприємства кольорової металургії і потім агротехнічна діяльність. Спостереження показують, що забруднення ґрунтів цинком, що відбувається в даний час, привело в деяких районах до украй високої акумуляції його у верхньому шарі ґрунтів. Баланс Zn у поверхневих шарах в різних екосистемах свідчить про те, що атмосферний вступ цього металу перевищує його винесення за рахунок вилюговування і утворення біомаси.

Розчинні форми Zn доступні для рослин, і за наявними даними вжиток Zn лінійно зростає з підвищенням його концентрації в живлячому розчині і в ґрунтах. Швидкість поглинання Zn сильно вагається залежно від вигляду рослин і умов середовища зростання. Велике значення має склад живлячого розчину, особливо присутність Ca.

Дані про рухливість Zn у рослинах досить суперечливі. Проте, є загальні закономірності: кореневі системи часто містять значно більше Zn, чим надземні частини, особливо, якщо рослина виросла на ґрунті, багатому Zn. При оптимальному рівні вмісту Zn у ґрунті цей елемент може переміщатися з коріння і накопичуватися у верхніх частинах рослин. За

опублікованими даними Zn концентрується в хлоропластах. Також, ймовірно, він накопичується в рідині, що заповнює вакуолі, і в клітинних мембранах.

У метаболізмі рослин Zn виконує важливі функції. Найбільш істотна з них – це входження до складу всіляких ензимів, таких, як дегідрогеназа, протеїнази, пептидаза і фосфогідролази. Крім того Zn бере участь в метаболізмі вуглеводів, протеїнів і фосфату, а також утворенні ДНК і рибосом. Вважають, що Zn підвищує стійкість рослин до сухих і жарких погодних умов, а також до бактерійних і грибкових захворювань.

Більшість рослинних видів і генотипів володіють високою толерантністю до надлишкових кількостей Zn. Звичайні симптоми токсикозу – хлороз, особливо в молодого листя, і ослабіння зростання рослин [8].

У ґрунтах мідь є відносно малорухливим елементом. Характерною рисою розподілу міді в ґрунтовому профілі є її акумуляція у верхніх горизонтах. Це явище є результатом дії різних чинників, але перш за все концентрація міді у верхньому шарі ґрунту відображає її біоаккумуляцію, а також сучасний антропогенний вплив.

Основні процеси, що викликають фіксацію Cu на поновлюючих ґрунт компонентах, пов'язані з наступними явищами: адсорбцією, оклюзією і осадженням, утворенням органічних хелатів і комплексоутворенням, мікробіологічною фіксацією.

Утворення органічних комплексів Cu має важливе практичне значення для управління біологічною доступністю і міграцією Cu у ґрунті. Біологічна доступність розчинених форм Cu залежить в основному від молекулярної маси комплексів Cu і її сумарної кількості. З'єднання з низькою молекулярною масою, що утворюються при розкладанні рослинних і тваринних останків, а також що вносяться при зрошуванні стічними водами, можуть сильно збільшити доступність Cu для рослин.

Розподіл Cu у рослинах дуже мінливо. У корінні Cu пов'язана в основному з клітинними стінками і у край малорухлива. У паростках

найбільші концентрації міді виявляються завжди у фазі інтенсивного зростання при оптимальному рівні її вступу. Помітна доля Cu, присутньою в зелених тканинах, зв'язана в деяких білкових фаціях. Є також тенденція до накопичення Cu у репродуктивних органах рослин, проте її прояви дуже різні для різних видів. Найбільші концентрації Cu виявлені в зародках зерен злаків і насінних оболонках.

Найбільш важливе практичне вживання приведених вище результатів пов'язане з проблемами дефіциту і токсичності міді. Дефіцит Cu відбивається на фізіологічних процесах, а отже, і на продуктивності рослин.

Для різних видів рослин рівні вміст, при якому виявляється дефіцит Cu сильно розрізняються. Проте відомо, що вміст Cu нижче 2мг/л неблагоприємний для більшості з них. Не дивлячись на загальну толерантність рослинних видів і генотипів до міді, цей елемент все ж розглядається як сильно токсичний. Симптомами отруєння міддю, що найбільш зустрічаються, є Cu-індукований хлороз і пороки розвитку кореневої системи.

Передбачити, при яких концентраціях в ґрунті виникнуть токсичні ефекти в рослинах надзвичайно складно. Вже задовго до того, як симптоми отруєння і зниження врожайності стануть очевидні, продукти живлення, що отримуються з сільськогосподарських культур з підвищеним рівнем вмісту Cu, представлятимуть значну небезпеку для здоров'я людей[9].

2.5 Забруднення водного середовища

Мікроелементи присутні в природних водах (ґрунтових й поверхневих), і джерела їхнього надходження зв'язані або із природними процесами, або з діяльністю людини.

Основні природні процеси, що поставляють мікроелементи у води, - це хімічне вивітрювання порід і вивільнення в процесах ґрунтоутворення.

Антропогенні джерела мікроелементів у водах зв'язані головним чином з видобутком вугілля й руд, а також із промисловими й комунальними стічними водами [7].

Забруднення вод мікроелементами - важливий фактор, що впливає на геохімічний круговорот цих елементів і якість навколишнього середовища. Більшість мікроелементів, особливо важкі метали, не можуть перебувати у водах у розчиненій формі протягом тривалого часу. Вони присутні головним чином у вигляді колоїдних суспензій або захоплені органічними й мінеральними субстанціями. Тому їхня концентрація в донних опадах або планктонах часто є індикатором забруднення води мікроелементами. Опади можна розглядати як кінцевий пункт міграції важких металів, що надходять у водне середовище. Установлено, що й фітопланктон, і судинні водяні рослини селективно концентрують мікроелементи. Внаслідок цієї селективності концентрації деяких мікроелементів у водах можуть сезонно знижуватися, тоді як інші елементи можуть переходити в розчин при відмиранні рослинності [5].

Стічні води, використовувані в сільському господарстві, є в цілому джерелом деяких мікроелементів. Тому використання їх у цій області буде обмежуватися у зв'язку з можливістю забруднення ґрунтів важкими металами, що накопичуються у верхньому ґрунтовому обрії до небезпечних концентрацій.

3 ОЦІНКА БІОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ УГІДДЯ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

3.1 Вплив застосування мінеральних добрив на ґрунтово – рослинний покрив

Всі живильні елементи діляться на макро- і мікроелементи. До макроелементів відносять ті, які втримуються в рослинах у значні (від сотих часток до цілих відсотків) кількостях - це вуглець, кисень, водень, азот, фосфор, калій, кальцій, сірка, магній і залізо. До мікроелементів відносять ті, які втримуються в рослинах у дуже незначні (від сотиссячних до тисячних часток відсотка) кількостях, але які, незважаючи на настільки малу кількість, впливають на життєві процеси рослин - це бор, мідь, цинк, молібден, марганець, кобальт і ін.

Для правильного визначення дози внесеного добрива на впакуваннях є маркування із вказівкою назви добрива, його складу (позначається хімічними символами) і змісту діючої речовини. Діюча речовина - це та частина добрива, що засвоюється рослиною (виражається у відсотках і позначається хімічними символами). В азотних добривах діючою речовиною є азот (N), у фосфорних - фосфор (P_2O_5), у калійних - калій (K_2O), у вапні - кальцій (CaO) і магній (MgO), у мідних - мідь (Cu) і т.д [10].

Азот (N) - це основний живильний елемент для всіх рослин: без азоту неможливе утворення білків і багатьох вітамінів, особливо вітамінів групи В. Він входить в усі прості і складні білки, які являються головною складовою частиною протоплазми рослинних клітин. Азот також знаходиться в складі нуклеїнових кислот (рібонуклеїнова-РНК і дезоксирибонуклеїнова-ДНК), граючих виключно важливу роль в обміні речовин в організмі. Азот міститься в хлорофілі, фосфатидах, алкалоїдах, в деяких вітамінах ферментах

і багатьох інших органічних речовинах рослинних клітин. При надлишковому харчуванні азотом рослини утворюють надмірно багато зелені.

Головним джерелом азоту для живлення рослин служать солі азотної кислоти і солі амонію.

Потрапивши в рослини мінеральні з'єднання азоту проходять важкий цикл перетворень, кінцевим етапом яких є включення їх в склад білкової молекули. Ця молекула дуже складна, утворюється в результаті синтезу з багатьох амінокислот, які в свою чергу виникають при взаємодії аміаку з кето групою відповідних органічних кислот (амінування) [9].

Реакція утворення амінокислоти прямим амінуванням кетокислот аміаком відіграє важливу роль в метаболізмі рослинного організму. Вона вказує на зв'язок вуглеводного і білкового обміну. Цей зв'язок важливий, тому що амінокислоти здібні передавати свої аміні групи кетокислотам шляхом реакцій ферментативного переамінування. Процес переамінування закладається в переносі під дією відповідних ферментів аміногрупи амінокислоти на кетокислоту.

Переамінування має велике значення для синтезу білків, а також для дезамінування амінокислот. Дезамінування – це відщеплення аміногрупи від амінокислоти, в результаті утворюється аміак і кетокислота. Кетокислота використовується рослинами для переробки в вуглеводи, жири і інші речовини; аміак вступає в реакцію прямого амінування кетокислот і дає амінокислоти.

Розклад азотистих органічних речовин в ґрунті може бути представлено слідкуючою схемою: білки – амінокислоти, аміді – аміак – нітрити – нітрати. Розпад азотистих органічних речовин до аміаку називається амоніфікацією. В результаті амоніфікації утворюються органічні кислоти, спирти, вуглекислота і аміак.

Окислення аміаку до нітратів називається нітрифікацією. Денітрифікація – це процес відновлення нітратного азоту мікроорганізмами

до вільного газоподібного азоту. Вона пов'язана з затратою азоту із ґрунту, що небажано для сільськогосподарського виробництва.

Одночасно з мінералізацією органічної азотовміщуючої речовини в ґрунті відбуваються вторинні процеси синтезу, коли мінеральні з'єднання азоту знову переходять в органічні. В результаті біологічного синтезу в ґрунті азот не втрачається, він лише тимчасово переходить в недоступні рослинам складні органічні речовини.

Використання азотних добрив має рішуче значення в підвищенні сільськогосподарських культур. Вони не лише підвищують врожай, але й покращують його якість, збільшуючи вміст білків в зернових і кормових продуктах.

Азотні добрива вносять під всі сільськогосподарські культури. Особливе положення по відношенню до цих добрив займають бобові рослини; вони використовують молекулярний азот повітря, який фіксується клубеньковими бактеріями.

Зернові культури дуже чутливі до внесення азотних добрив. Вони покращують розвиток вегетативних органів і колосків, підвищують енергію кущення, збільшують врожай зерна і вміст білка в ньому. Особливо різко зростає врожай цих культур від внесення азотних добрив в умовах зрошення і в умовах достатнього зволоження [8].

Цукровий буряк в період проростання сім'ян потребує помірного живлення азотом. Потрапляння в підвищених його кількостях, особливо в відновлюючій аміачній формі, може послабити сходи рослин, не встигнувши ще розвинути листовий апарат. В наступний період, коли рослини посилено розвивають корені і листя, потреба в азоті дуже зростає. І в період накопичення цукру значення цього елемента в живленні рослин знову зменшується.

Картопля інтенсивно поглинає поживні речовини після початку цвітіння. При внесенні азотних добрив значно підвищується врожай картоплі.

При залишку азоту після цвітіння збільшується вегетаційний період, посилюється ріст листя, знижується якість врожаю.

Овочеві культури надають високі вимоги до азотного живлення на протязі всієї вегетації. Найбільш інтенсивний приріст врожаю капусти спостерігається в серпні – вересні (84% загального врожаю); в цей час вона поглинає багато азоту.

Морква найбільше всього азоту поглинає в кінці серпня. Потрапляння його в огірки зростає поступово, досягає максимуму в період найбільшого росту початків. Далі потрапляння азоту різко зменшується.

Позитивну дію надають азотні добрива й на плодові і ягідні культури. При цьому прискорюється ріст вегетативних органів, утворення плодових бруньок, початків, збільшується розмір плодів і покращується їх якість.

Фосфор (P) – необхідний елемент живлення. Без нього неможливе життя не лише вищих рослин, але й найпростіших організмів. Фосфор прискорює розвиток рослин, стимулює цвітіння й плодоносіння, сприяє інтенсивному наростанню кореневої системи.

В рослинах фосфор міститься в мінеральних органічних речовинах. В мінеральній формі він найчастіше знаходиться в рослинах в виді кальцієвих, калієвих, магнієвих солей ортофосфатної кислоти.

Найбільш важливу роль в рослинах відіграє фосфор, який входить в органічні з'єднання. Серед них на перше місце слід поставити нуклеїнові кислоти. Це складні високомолекулярні речовини, які приймають участь в самих важливих процесах життєдіяльності і синтезу білків, росту і розмноженні, передачі спадкових властивостей [8].

Важливою групою органічних з'єднань фосфору в рослинах являються фосфопротеїди – з'єднання білкових речовин з фосфорною кислотою.

В будь-якій рослинній клітині знаходиться ще одна група органічних з'єднань, що містять фосфор - фосфатиди або фосфоліпіди. Фосфатиди – це складні ефіри гліцерину, високомолекулярних жирних кислот і фосфорної кислоти. Вони утворюють білково-ліпідні молекули, які регулюють

проникненість кліткових оболонок для різних речовин. Найбільше фосфатиди зосереджені в насінні.

Значна кількість фосфору в рослинах входить в склад ще одної органічної речовини – фітіна. Його багато в молодих органах і тканих рослин, особливо в насінні. Фітін в насінні служить запасною речовиною, і фосфор, який входить в його склад, використовується при проростанні зародку, що розвивається.

Для здійснення синтетичних процесів – наприклад, біосинтез білків, жирів, крохмалю – необхідна витрата значної кількості енергії, яка доставляється макроенергетичними з'єднаннями. Основна роль в цьому процесі належить аденозинтрифосфорній кислоті (АТФ). Без АТФ не можуть йти процеси фотосинтезу й дихання, а також перетворення багатьох з'єднань в рослинах. Таким чином, фосфор приймає участь в багатьох процесах життєдіяльності рослин і забезпеченні високого рівня фосфорного живлення – одна із найважливіших умов отримання великих врожаїв сільськогосподарських культур.

В перші періоди росту сільськогосподарські культури поглинають фосфати інтенсивніше, ніж в послідуочі. В фізіологічних дослідах з ячменем було знайдено, що навіть повне виключення фосфору з живильного розчину після п'ятитижневого росту не відображалось негативно ні на його врожаї, ні на якості зерна. Формування зерна йшло внаслідок міграції фосфатів з вегетативних органів в репродуктивні [10].

Однак всі рослини дуже чуткі до фосфатного голодування в самому ранньому віці, коли поглинаюча здібність їх не розвиненої ще кореневої системи дуже слабка. Недостача фосфатів затримує утворення органічних кислот, а це зупиняє зв'язок аміачного азоту, що потрапив крізь корені.

При недоліку фосфору рослини різко сповільнюють ріст, їхній листи здобувають спочатку на жилках, а потім по всій поверхні сизо-зелену (сіро-зелену), пурпурне або червоно-фіолетове фарбування, що проявляється на нижніх листах звичайно в початковий період розвитку. У плодових рослин

при недоліку фосфору втечі стають пурпурні, тонкими, листи здобувають бронзовий відтінок і передчасно опадають.

Недолік фосфору по зовнішньому вигляді рослин визначити сутужніше, ніж недолік азоту. При недоліку фосфору спостерігається ряд таких же ознак, як і при недоліку азоту, - пригноблений ріст (особливо в молодих рослин), короткі й тонкі втечі, дрібні, передчасно опадаючі листи. Однак є й істотні розходження - при недоліку фосфору фарбування листів темно-зелена, блакитнувата, тьмяна. Листи, що засихають, мають темний, майже чорний колір, а при недоліку азоту - світлий.

Фосфорне голодування рослин в ранній період росту накладає настільки далекойдучий депресуючий ефект, що його неможливо повністю подолати навіть нормальним послідуєчим живленням.

Крупносім'яні культури (кукурудза) порівняно швидко після сходів вичерпують запаси фосфору; і якщо його не додано з припосівним добривом, то проростки можуть сповільнити ріст чи навіть виявити зовнішні симптоми фосфорного голодування.

Ознаки фосфорної недостатчі в інших культур спостерігаються по червоно-фіолетовому відтінку в кольорі листя. У помідорів на нижній стороні листя з'являється багрянний колір. У картоплі краї листя закручуються доверху, колір стає темнішим, ніж у тих, які нормально живляться фосфором [9, 10].

При нормальному фосфорному живленні прискорюється розвиток і дозрівання насіння. Доля зерна в загальному врожаї хлібів під впливом фосфорних добрив, як правило, зростає. Покращується також хімічний склад рослинної продукції: зростає вміст білків і цукру, крохмалю в зернових і овочевих культурах, міцність, довжина волокна в прядильних рослинах.

При надлишку фосфору, що зустрічається досить рідко, у рослини порушується засвоєння заліза й цинку - на листах з'являється міжжилковий хлороз. Негативний наслідок надлишкового надходження фосфатів в рослинах: скорочується вегетативний період, передчасно дозрівають

культури, у врожаї накопичується багато мінерального фосфору, листя в`януть раніше.

Калій (К) належить до елементів, який необхідний тваринам, рослинам і мікроорганізмам. Більша його частина знаходиться в клітковому соці, менша – затримується мітохондріями в протоплазмі. Калій грає досить різноманітну роль у житті рослин: підтримує необхідний водний режим у них, знижує уразливість захворюваннями. При вбогому харчуванні калієм у рослині відбувається його перерозподіл: зі старих органів він переходить у більше молоді, сприяючи їхньому розвитку. Ознаки зі звичайно помітні бувають у середині вегетації, у період сильного росту рослин.

В рослинах калій розподілений рівномірно: його більше в тих органах і тканинах, де інтенсивно йде обмін речовин і ділення клітин. Велика кількість калію знаходиться в пилку.

Значення калію в житті рослин різноманітне. Він сприяє нормальному протіканню фотосинтезу, а також синтезу і накопиченню в рослинах деяких вітамінів. Цей елемент збільшує гідрофільність колоїдів протоплазми. За допомогою більш сильнішої здібності рослин під впливом калію утримувати воду, вони легше переносять короткочасні засухи, ніж при недостатчі калію.

При недоліку калію фарбування листів блакитнувато-зелена, тьмяна, часто із бронзовим відтінком. Спостерігається пожовтіння, а надалі побуріння й відмирання кінчиків і країв листів (крайовий "опік" листів). Розвивається бура плямистість особливо ближче до країв. Краю листів закручуються, спостерігається зморшкуватість. Жилки здаються зануреними в тканину аркуша. Стебло тонкий, пухкий, що вилягає. Недолік калію викликає звичайно затримку росту, а також розвитку бутонів або зародкових суцвіть. При недостатчі калію затягується розвиток культур і їх дозрівання [10].

При добрій забезпеченості цим елементом змінюється анатомічна будова рослин. При надлишку калію листи здобувають більше темний

відтінок, а нові листи дрібніють. Надлишок калію приводить до утрудненого засвоєння таких елементів як кальцій, магній, цинк, бор і ін.

Калій підвищує цукровість овочевих культур і зменшує захворюваність їх при довгостроковому зберіганні взимку.

Цибуля, огірки і морква страждають від високої концентрації розчину, тому для них бажані калійні добрива по можливості без розчинених домішок.

Картопля – типова «калійна» рослина, яка потребує велику кількість калію. В період збору в ній знаходиться 96% калію, знаходиться в рослинах картоплі на 1га. Листя картоплі удобрені NPK, відрізняються більшою стійкістю до ранніх осінніх морозів, ніж отримавши лиш NPK [9].

Цукровому буряку калій необхідний в усі періоди росту і розвитку, але особливо в другій половині життя, коли інтенсивно накопичується цукор. В цей час при слабкому калійному живленні затримується синтез білка, підвищується накопичення в корені розчинених небілкових азотистих речовин, що погіршує якість врожаю цукрового буряка.

Плодові дерева і ягідні культури відрізняються великим відгуком на удобрення калієм. Дія його на врожай плодів і ягід встановлено в самих різних районах.

3.2 Методи оцінки біогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя

Розрахунок виносу біогенних елементів з сільськогосподарських угідь (площадні джерела) проводять на основі відомих агрохімічних залежностей, які зв'язують кількість речовин, що виносяться з властивостями ґрунту, видами та врожайністю сільськогосподарських культур.

Розрахункове рівняння для визначення виносу біогенів з ґрунту базується на врожайності сільськогосподарських культур як на інтегральному показнику стану декількох базових факторів (ґрунт,

метеорологічні умови, тривалість вегетаційного періоду, кількість добрив, які використовуються, засобів їх внесення та ін.) [15].

Питомий винос біогенів з площі, зайнятою i -ю сільськогосподарською культурою (R_i), визначають за формулою:

$$R_i = \alpha_N k_i y_i + \alpha_P k_i y_i + \alpha_K k_i y_i \quad (3.1)$$

де $\alpha_N, \alpha_P, \alpha_K$ – відповідно коефіцієнти вносу азоту, фосфору та калію для різних ґрунтових умов та сільськогосподарських культур (табличні дані);

k_i – винос біогенів з ґрунту з урожаєм, кг/т (наведено у таблиці 3.1);

y_i – фактична врожайність сільськогосподарської культури.

Відповідно загальний винос біогенних речовин з водоохоронної зони річки або іншого водного об'єкту визначають за формулою:

$$\sum W_{ПЛ} = \sum_{i=1}^n R_i S_i \quad (3.2)$$

де $\sum W_{ПЛ}$ – загальний винос біогенів з площі водоохоронної зони, кг/у рік; R_i – питомий винос біогенів з площі, зайнятої сільськогосподарською культурою; n – кількість сільськогосподарських культур на площі водоохоронної зони; S_i – площа, яка зайнята сільськогосподарською культурою, га.

При розрахунках використовують значення врожайності культури за прогнозом. Площу, зайняту культурою, визначають за фактичними даними господарства про структуру посівів у водоохоронній зоні річки [16].

Початкову кількість внесених біогенних елементів визначають за формулою (3.3):

$$W_{исх} = \sum_{j=1}^m \Phi_{M_j} W_{CP_j} \quad (3.3)$$

де $W_{исх}$ – вихідна кількість внесених у ґрунт біогенів, кг/рік; m – кількість видів добрив; Φ_{M_j} – фізична маса j -го виду добрив, що вносяться, т;

W_{CP_j} – середній вміст біогенних елементів у добриві j -го виду.

Фізичну масу добрив розраховують за формулою:

$$\Phi_{M_j} = \sum_{j=1}^m S_j N_j \quad (3.4)$$

де S_j – площа внесення j -го добрива, га;

N_j – норма внесення j -го добрива, т/га.

Підвищенні втрати біогенів можуть спостерігатись при низьких рівнях технологій використання добрив (таблиця 3.3).

Використовуючи дані таблиці 3.3, можна визначити долю втрат біогенних елементів та розрахувати їх сумарний винос з ділянки внаслідок порушень технології ($W_{ПОТ}$, кг/рік) за формулою:

$$\sum W_{ПОТ} = \sum_{j=1}^m W_{ИСХ_j} q_j \quad (3.5)$$

де q_j – доля втрат біогенних елементів в наслідок порушень технології внесення j -го добрива;

$W_{ИСХ_j}$ – вихідна кількість внесення біогенних добрив j -го виду, кг/рік.

Загальна величина виносу біогенів ($W_{об}$, кг/рік) буде складати:

$$W_{об} = \sum W_{ПЛ} + \sum W_{ПОТ}, \quad (3.6)$$

а коефіцієнт втрат

$$\alpha_{ПОТ} = W_{об} / W_{ИСХ} \quad (3.7)$$

3.3 Оцінка біогенного навантаження на сільськогосподарські угіддя

Київської області

Мінеральні добрива — це швидкодіючі речовини мінерального походження, які порівняно швидко засвоюються рослинами [12].

При виконанні оцінки впливу мінеральних добрив на якісні та кількісні характеристики сільськогосподарських рослин ураховувалися

азотні, фосфорні та калійні добрива. Роль кожного виду добрив визначається його основними характеристиками. Поглинання поживних речовин залежить від віку, біологічних особливостей та умов вирощування рослин.

У ґрунті загальний уміст фосфору, як правило, нижчий, ніж азоту і особливо калію. Його вміст коливається у межах 0,04 - 0,22 % залежно від типу ґрунту, його гранулометричного складу та вмісту в ньому гумусу. Фосфор у вигляді мінеральних сполук переважає над вмістом органічних сполук. Мінеральні сполуки фосфору у ґрунті перебувають у вигляді солей кальцію, заліза та алюмінію [3].

На рисунку 3.1 приведені данні про внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські угіддя у Київській області за даними 2019 року.

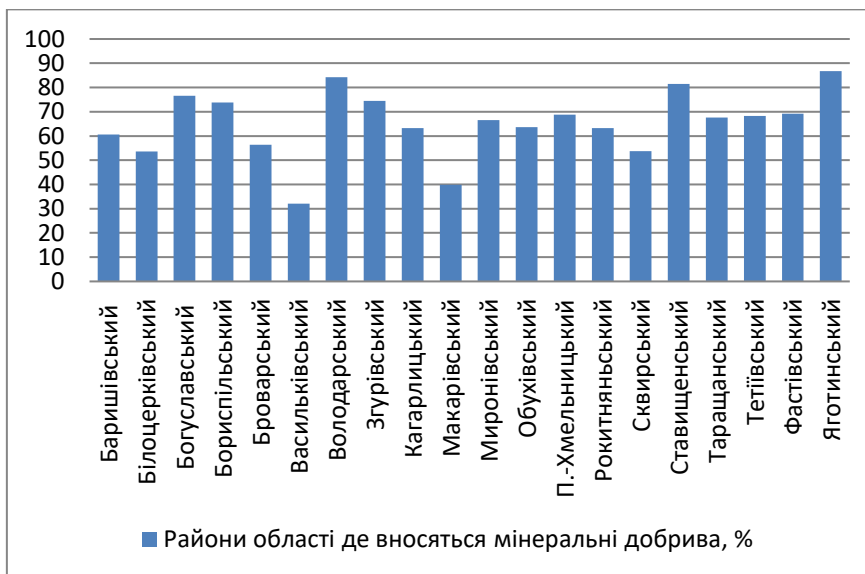


Рис.3.1 – Внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські угіддя у Київській області.

З рисунку можна простежити динаміку внесених міндобрив, визначити райони з найбільшим внесенням. Взагалі кількість добрив в різних районах області значно не відрізняється. Лише в Васильківському відсоток добрив найменший та становить 32,1.

Збереження і збільшення вмісту гумуса в ґрунті, оптимізація кислотності, розщільнення ґрунту – важливі умови вирощування екологічно безпечної с/г продукції. Використання в якості меліорантів вапняних матеріалів, калійних добрив і інших хімічних засобів дає можливість довести реакцію ґрунту до рівня, коли рухомі сполуки важких металів, пестицидів перейдуть в недоступну або менш доступну для с/г рослин форму.

Для збільшення родючості ґрунту необхідно внесення органічних добрив, тому на рисунку 3.2 приведені дані про площі на яких було внесено органічні добрива (% від загальної) .

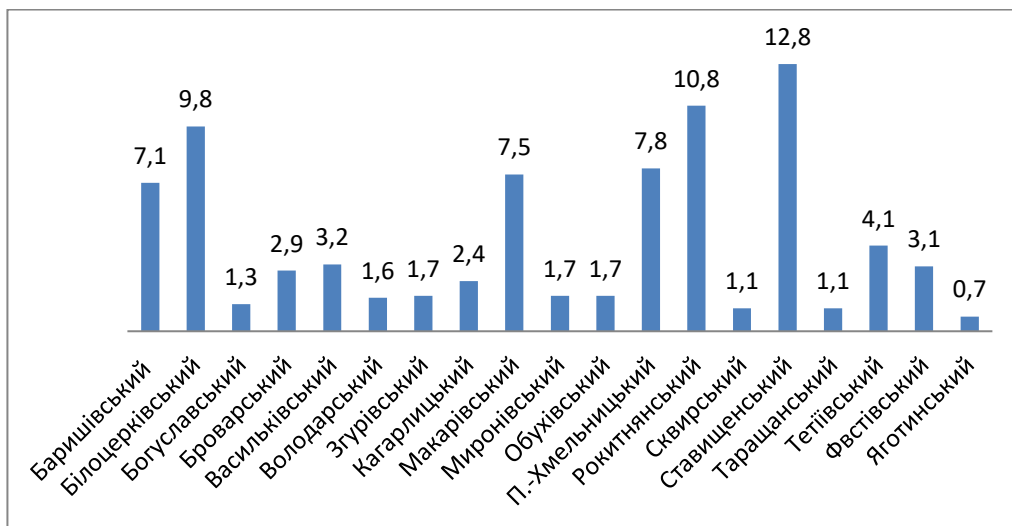


Рисунок 3.2 – Райони області, де вносяться органічні добрива (% від загальної).

З графіка видно, що максимально органічних добрив потребують райони розташовані у південній частині області. Ступінь поглинання біогенних елементів та важких металів у значній мірі залежить від кислотності ґрунту (рисунок 3.3).

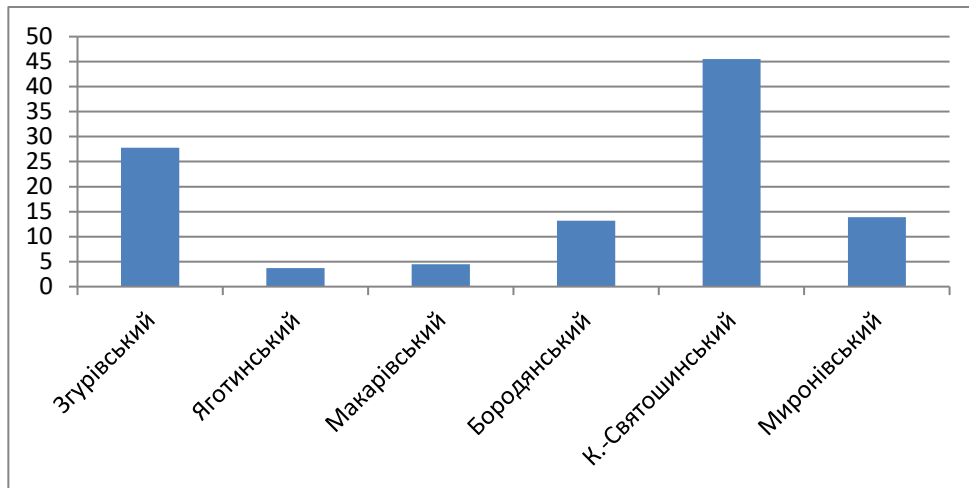


Рисунок 3.3 - Загальний вміст кислих ґрунтів по районах Київської області (% від загальної площі)

Виходячи з отриманих даних (%) кислих ґрунтів в середньому по області біля 20%. Максимально кислих ґрунтів розташованих у Києво-Святошинському районі . На рисунку 3.4 наведено загальний вміст нейтральних ґрунтів по районах Київської області (% від загальної площі).

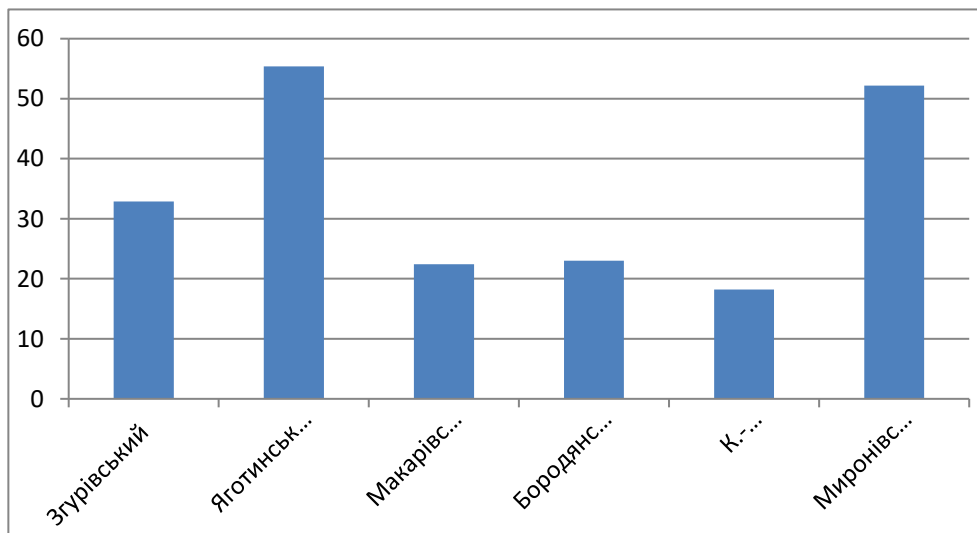


Рисунок 3.4 - Загальний вміст нейтральних ґрунтів по районах Київської області (% від загальної площі)

Кількість нейтральних ґрунтів в середньому складає біля 40% . Це досить велика кількість.

У подальших таблицях наведено оцінку біогенного навантаження, яка отримана за допомогою наведеної вище методики.

У таблиці 3.5 наведено розраховане внесення початкової кількості біогенних елементів кг/рік .

Таблиця 3.5 - Внесення початкової кількості біогенних елементів, кг/рік.

Мінеральні добрива			Органічні добрива		
N	P	K	N	P	K
190930	72865	41915	30135	15068	14733

За допомогою наведеної вище наведеної методики розрахована початкова кількість внесених у сільськогосподарські угіддя мінеральних та органічних добрив. З таблиці видно, що найбільша кількість вноситься азотних добрив, а найменша калійних.

У таблиці 3.6 наведено розрахунок фізичної маси добрив. З даних таблиці видно, що для росту і розвитку багаторічних рослин потрібно вносити найбільшу частку органічних добрив, а потім азотних мінеральних, фосфорних, та найменшу частку калійних.

Таблиця 3.6 - Розрахунок фізичної маси добрив , тис. т.

Види рослин	Мінеральні добрива			Органічні добрива
	N	P	K	
Багаторічні трави	15643	3069	3540	23483

Визначивши фізичну масу добрив, слід визначити початкову кількість біогенних елементів (таблиця 3.7).

Таблиця 3.7 - Внесення початкової кількості біогенних елементів кг/рік

Мінеральні добрива			Органічні добрива		
N	P	K	N	P	K
190930	72865	41915	30135	15068	14733

Згідно даних таблиці 3.7 найбільшу частку біогенних елементів потрібно внести з мінеральними добривами, їх кількість значно вища, а ніж органічних. Визначення питомого виносу біогенних елементів різними сільськогосподарськими культурами наведено у таблиці 3.8. З даних таблиці видно, що найбільше поживних речовин з ґрунту виносить ячмінь, потім картопля, а найменше пшениця.

Таблиця 3.8 - Питомий виліт біогенів різних сільськогосподарських культур

Культура	Питомий виліт біогенів, кг/га
Пшениця	28,46
Ячмінь	75,19
Картопля	34,27

Наступним етапом було визначити витрати біогенних елементів за рахунок порушення технологій вирощування (таблиця 3.9).

Біля 70% територій Київської області зайняті під зернові культури та картоплю, тому для цих рослин визначено загальний виліт біогенних елементів окремо з мінеральними і органічними добривами. Найбільше біогенів втрачається в посівних площ саме мінеральних добрив, в порівнянні з органічними.

Таблиця 3.9 - Втрати біогенних елементів за рахунок порушення технології вирощування

Мінеральні добрива			Органічні добрива		
N	P	K	N	P	K
19093	29146	16766	3013	1506	1473

Визначення загальної величини виносу біогенів (таблиця 3.10). З таблиці видно, що картопля використовує найбільшу кількість біогенних елементів.

Таблиця 3.10 - Загальна величина виносу біогенних елементів кг/ рік

Культура	Мінеральні добрива			Органічні добрива		
	N	P	K	N	P	K
Пшениця	824870	777644	765264	751511	750004	749971
Ячмінь	1337308	1290082	1277702	1263949	1262443	1262409
Картопля	396111	348885	336505	3227526	321245	321212

Визначення загального виносу біогенних речовин з водоохоронної зони наведено у таблиці 3.11.

Таблиця 3.11- Загальний винос біогенних речовин з водоохоронної зони

Культура	Загальний винос, кг/рік
Пшениця	7484980
Ячмінь	12609363
Картопля	3197391

З ґрунтів водоохоронної зони найбільше біогенів виноситься ячмінем, його загальний винос найбільший в порівнянні з іншими культурами [24]. Визначення втрат біогенних елементів за рахунок порушення технології (таблиця 8).

Загальне біогенне навантаження на сільськогосподарські угіддя Київської області визначено у таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 - Загальна величина вносу біогенних елементів кг/ рік

Культура	Мінеральні добрива			Органічні добрива		
	N	P	K	N	P	K
Пшениця	824870	777644	765264	751511	750004	749971
Ячмінь	1337308	1290082	1277702	1263949	1262443	1262409
Картопля	396111	348885	336505	3227526	321245	321212

З таблиці видно що, найбільшу величину вносу біогенних елементів формують посіви ячменю за мінеральними добривами, а для органічних добрив найбільші значення вносу міогенів визначені для азоту органічних добрив.

Заключним етапом було визначити коефіцієнт вносу біогенів, значення якого наведені у таблиці 3.13. З даних таблиці видно, що найбільші значення отримані для ячменю, найменші для картоплі. Значення вносу біогенних елементів у порівнянні з вносимо кількістю з мінеральними та органічними добривами дають можливість визначити антропогенне навантаження на сільськогосподарські угіддя за рахунок внесення мінеральних та органічних елементів.

Таблиця 3.13 - Визначення коефіцієнту виносу біогенних елементів, %

Культура	Мінеральні добрива			Органічні добрива		
	N	P	K	N	P	K
Пшениця	4,3	10.7	18.3	24.9	39.8	40.9
Ячмінь	7.0	17.7	30.5	31.9	8.4	8.5
Картопля	2.1	4.8	8.0	10.7	21.3	21.8

Проблема визначення вмісту біогенних елементів в агросистемах та водних об'єктах є досить важливою для території Київської області, завдяки складності вирішення проблеми евтрофування водних об'єктів, що є основною екологічною проблемою для даної території. За результатами даної роботи зроблено висновок про значну кількість біогенних елементів, які потрапляють в агросистеми та водні об'єкти, розташовані у водоохоронних зонах. В цілому, коефіцієнт виносу біогенних елементів з території Київської області складає біля 25 %. Цей показник є досить великим, у порівнянні з середнім для України (він складає 17%).

4 ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ НА ГРУНТОВО – РОСЛИННИЙ ПОКРИВ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

4.1 Основні методи оцінки впливу на рослинний покрив

Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою:

$$\frac{\Delta A_q^{\text{погл(о)}}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{\text{погл}} \bar{A}_q^{\text{почв}} m_r^j}{a_r} \quad (4.1)$$

де $\frac{\Delta A_q^{\text{погл}}}{\Delta t}$ – швидкість поглинання важких металів корінням рослини, $\text{мгм}^{-2}\text{доб}^{-1}$; $\alpha_q^{\text{погл}}$ – поглинальна здібність кореню, мс^{-1} ; $\bar{A}_q^{\text{почв}}$ – концентрація рухомих форм g -го виду важких металів у ґрунті, мгкг^{-1} ; a_r – радіус кореню, см ; q – вид важкого металу.

У зв'язку з можливим підвищенням рівню антропогенного забруднення ґрунту та рослин важкими металами врахуємо їх фітотоксичний вплив за допомогою коефіцієнту фітотоксичності $K_{\text{ВМ}}$, визначеного за принципом Лібіха з великої кількості коефіцієнтів фітотоксичності кожного виду важких металів

$$K_{\text{m.M}}^j = \min \{ K_q^j \}, q \in \text{Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn} \quad (4.2)$$

кожний з яких визначається з виразу:

$$K_q^{\text{крj}} = 1 - \left(\frac{\mu A_q}{A_q^{\text{кр2}} - A_q^{\text{кр1}}} \right) \cdot A_q^{\text{рос(j)}} \quad (4.3)$$

де μAq - зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині $A_q^{лз1}$ и $A_q^{лз2}$ (мг кг⁻¹) [10].

У таблиці 4.1 наведено параметри для розрахунку рівня забруднення сільськогосподарських рослин різними видами важких металів для умов Київської області.

Таблиця 4.1 – Параметри для розрахунку рівня забруднення сільськогосподарських рослин різними видами важких металів

Види важких металів	Поглиналина здібність коріння, м/с ²	Концентрація у ґрунті, мг/кг	Радіус кореня
Мідь Cu	0,000026	0,94	0,011
Цинк Zn	0,000021	5,30	0,014
Кадмій Cd	0,000031	0,15	0,027
Свинець Pb	0,000004	2,18	0,029

Згідно даних таблиці, найбільші значення поглинальної здібності кореню отримані для важкого металу – кадмію, який є дуже активним елементом і відноситься до найбільш токсичних для ґрунтового – рослинного покриву.

4.2 Критерії оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву

Згідно ГОСТу 17.4.1.02-92 по ступені небезпеки хімічні речовини, забруднюючі ґрунтовий покрив, підрозділяються на 3 класи: 1 – високо небезпечні, 2 – помірно небезпечні, 3 – мало небезпечні (таблиця 4.2).

При оцінці впливу важких металів на ґрунтового – рослинний покрив дуже важливими є питання активності їх у ґрунті, які визначаються через поняття персистентності в ґрунті та рослинах.

Таблиця 4.2 – Критерії класів небезпеки хімічних речовин в ґрунтах

Показники	Норма для класів небезпеки		
	1-го класу	2-го класу	3-го класу
1. Токсичність, ЛД ₅₀ , мг/кг	<200	200 - 1000	>1000
2. Персистентність в ґрунті, міс.	>12	6 - 12	<6
3. ГДК в ґрунті, мг/кг	<0,2	0,2 – 0,5	>0,5
4. Міграція	мігрують	слабко мігрують	не мігрують
5. Персистентність в рослинах, міс.	>3	1 - 3	<1
6. Вплив на харчову цінність продукції	сильний	помірний	Не спостерігається

При санітарно-гігієнічному нормуванні враховуються показники шкідливості: транслокаційний (K_1) – лімітуючий перехід нормуємої забруднюючої речовини в рослині; міграційний водний (K_2) – лімітуючий перехід нормуємої забруднюючої речовини в водне середовище; загальносанітарний (K_3) – оцінюючий властивість ґрунтів до самоочищення і ґрунтовий мікробіоценоз (таблиця 4.3).

Таблиця 4.3 – ГДК окремих важких металів в ґрунтах і допустимий вміст по показнику шкідливості

Елемент	Клас небезпеки	ГДК, мг/кг ґрунту з урахуванням фону	Показник шкідливості		
			K_1	K_2	K_3
Zn	1	23,0	23,0	200,0	37,0
Cu	2	3,0	3,5	72,0	3,0
Ni	2	4,0	6,7	14,0	4,0
Pb	1	30,0	35,0	260,0	30,0
Hg	1	2,1	2,1	33,0	5,0
Pb	1	20,0	20,0	30,0	50,0

На основі цих показників розроблені чотири критерії ступеня забруднення ґрунтів і вод органічними і неорганічними речовинами: слабкий, середній, сильний і дуже сильний (таблиця 4.4).

Таблиця 4.4 – Критерії оцінки ступеня забруднення ґрунтів

Вміст в ґрунті, мг/кг	Клас небезпеки		
	1	2	3
$>K_{\max}$	дуже сильно забруднена	дуже сильно забруднена	сильно забруднена
$1\text{ПДК} - K_{\max}$	дуже сильно забруднена	сильно забруднена	середнє забруднена
2 фона – ПДК	слабко забруднена	слабко забруднена	слабко забруднена

В районах сільськогосподарської діяльності і гідромеліоративного освоєння земель забруднення ґрунтів і інших компонентів геологічного середовища зв'язано, насамперед, з внесенням добрив, обробкою культурних рослин пестицидами (таблиця 4.5).

Таблиця 4.5 – Сільськогосподарські джерела забруднення ґрунтів важкими металами, стосовно Київської області

Елемент	Надходження важких металів, мг/кг сухого ґрунту				
	Фосфорні добрива	Вапнування	Азотні добрива	Органічні добрива	Пестициди
Cd	10-90	0,04-0,1	0,5-8,0	0,3-0,8	-
Cu	10-180	10-100	1-15	2-60	15-50
Hg	0,2-1,0	0,05	0,5-2,0	0,1-0,2	1-40
Ni	10-40	10-20	10-30	10-30	-
Pb	10-150	50-500	10-20	-	15-50
Zn	100-400	10-400	10-40	-	5-20

Нормування забруднення ґрунтів з розробкою науково обґрунтованих ГДК – достатньо важка задача, не вирішена до цих пір. Однак всі ґрунти

сілськогосподарського використання, включаючи ступінь їх забруднення хімічними речовинами, можна умовно розділити на 4 категорії: 1 – допустима; 2 – помірно небезпечна; 3 – високо небезпечна; 4 – надзвичайно небезпечна (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6 - Принципова схема оцінки ґрунтів сілськогосподарського використання по ступеню забруднення хімічними речовинами

Категорія ґрунтів по ступеню забруднення	Сумарний показник забруднення (Zс)	Забрудненість відповідно ГДК	Можливе використання ґрунтів	Необхідні заходи
1. Допустима	<16,0	Перевищує фоновий, але не більше ГДК	Можна використовувати під будь-які культури	Здійснення заходів по зниженню доступності токсикантів для рослин
2. Помірно небезпечна	16,1-32,0	Не нище ГДК по транс-локаційному показнику	Можна використовувати під любі культури при умові контролю якості продукції	Заходи аналогічні катег.1. Проводиться контроль за вмістом речовин у водах
3. Високо небезпечна	32,1-128,0	Перевищує фонове, але не перевищує ГДК при транс-локаційному показнику	Використовують технічні культури без одержання із них продуктів	Контроль за вмістом токсикантів в рослинах, які використовують в якості продуктів
4. Надзвичайно небезпечна	>128,0	Вміст хімічних речовин в ґрунті вище ГДК по всім показникам	Виключають із сілськогосподарського використання	Контроль за вмістом токсикантів в ґрунті, атмосфері, воді

Господарська діяльність людини, особливо інтенсифікація сільськогосподарського виробництва, призводить до забруднення довкілля. Зростання вживання добрив може давати побічний негативний результат, пов'язаний із збільшенням вмісту в ґрунті важких металів. Стосовно ґрунтів Київської області вивчався зміст рухливих форм основних видів важких металів на прикладі міді (Cu), цинку (Zn), кадмію (Cd), ртуті (Pb) і інших у ґрунтах сільськогосподарського призначення .

4.3 Аналіз сучасного стану забруднення сільськогосподарських угідь Київської області важкими металами

За даними 2018 року було виконано оцінку вмісту основних важких металів у ґрунтах Київської області. На рисунках 4.1 – 4.6 приведено значення вмісту важких металів у ґрунтах Київської області.

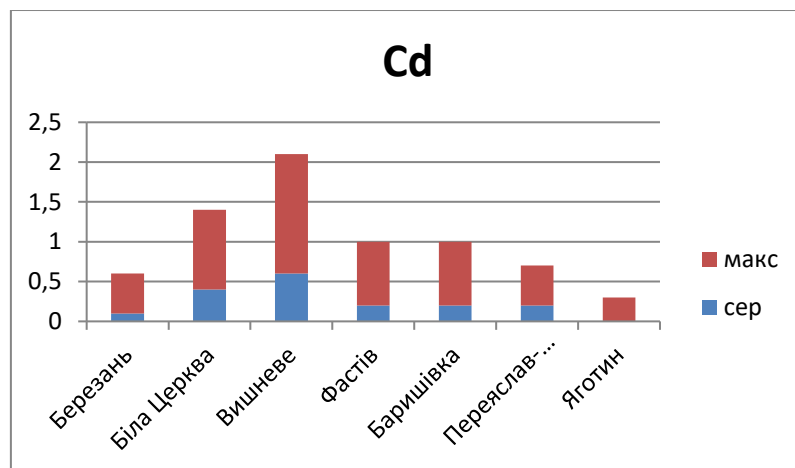


Рис. 4.1 - Вміст кадмію у ґрунтах Київської області.

З рисунку видно, що найбільші значення цього показника отримані у Вишневому , найменші у Яготинському районі, а середні показники цієї речовини у Баришківському районі.

Потрапляючи в рослини, важкі метали розподіляються в їх органах і тканинах нерівномірно. Тому вивчення особливостей акумуляції важких металів в рослинах може допомогти обмежити їх попадання в організм людини .

Частіше кореневі системи рослин утримують більше цинку, чим надземні органи. У надземних органах цинк концентрується переважно в старому листі. Рівень накопичення важких металів в репродуктивних органах рослин значно нижчий, ніж у вегетативних, і залежить від біологічних особливостей культури, фізіологічної ролі елемента, його вміст в ґрунті і доступності для рослин. Це можна вважати позитивним фактором, оскільки саме вони складають господарську важливу частину основних овочевих культур.

Механізми поглинання, транспорту, метаболізму і розподілу важких металів в органах і тканинах тісно пов'язана з видовими і сортовими особливостями вирощуваних культур, на які впливають екологічні і антропогенні чинники. Знання про закономірності розподілу важких металів в тканинах і органах рослин дають можливість визначити механізми їх перерозподілу і акумуляції в процесі розвитку рослин, розробити достовірні методи оцінки якості урожаю, вірно сертифікувати продукцію.

Накопичення і розподіл важких металів в органах рослин залежить перш за все від вигляду, фізіологічної спеціалізації і морфологічних ознак окремих органів (тип листа, розмір стебел і прожилків). На рисунку 4.2 наведено вміст одного з найбільш розповсюджених у ґрунтах важкого металу - марганцю у Київській області.

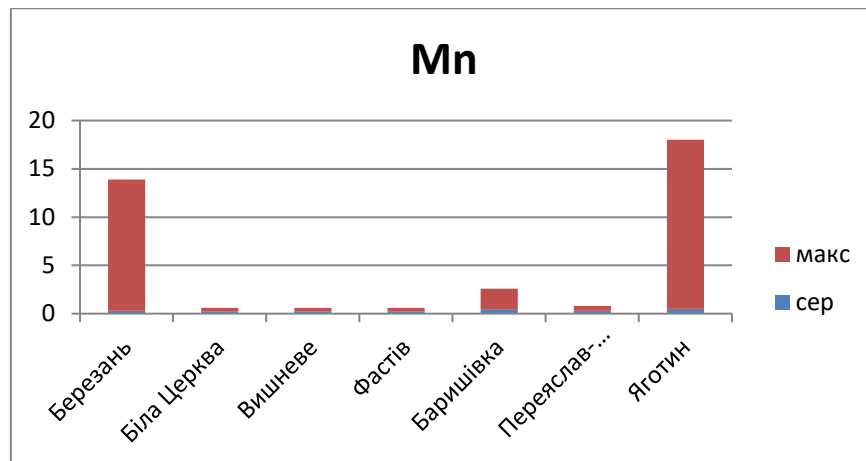


Рис. 4.2 - Вміст Mn у ґрунтах Київської області.

З рисунку видно, що найбільші значення цього показника отримані у Яготинському, найменші у Білоцерківському та Фастівському районах, а середні показники цієї речовини у Баришівському. В цілому, у ґрунтах сільськогосподарського призначення Київської області перевищень ГДК за середніми показниками не спостерігалось.

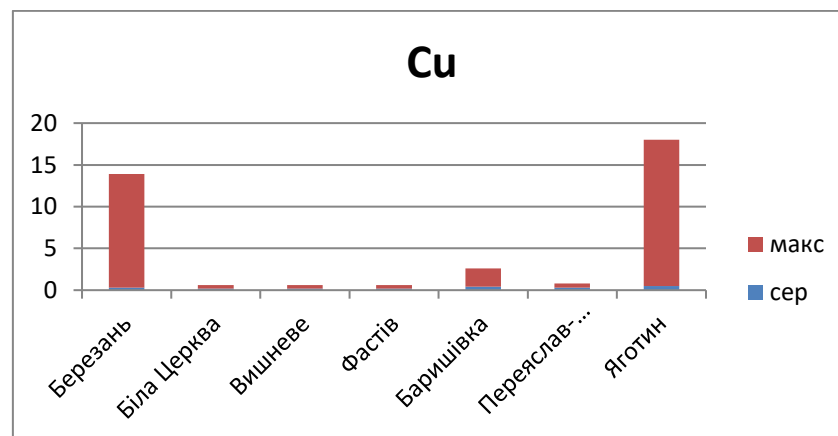


Рис. 4.3 - Вміст Cu у ґрунтах Київської області.

З рисунку видно, що найбільші значення цього показника отримані у Яготинському, найменші у Білоцерківському районах, а середні показники цієї речовини у Баришівському.

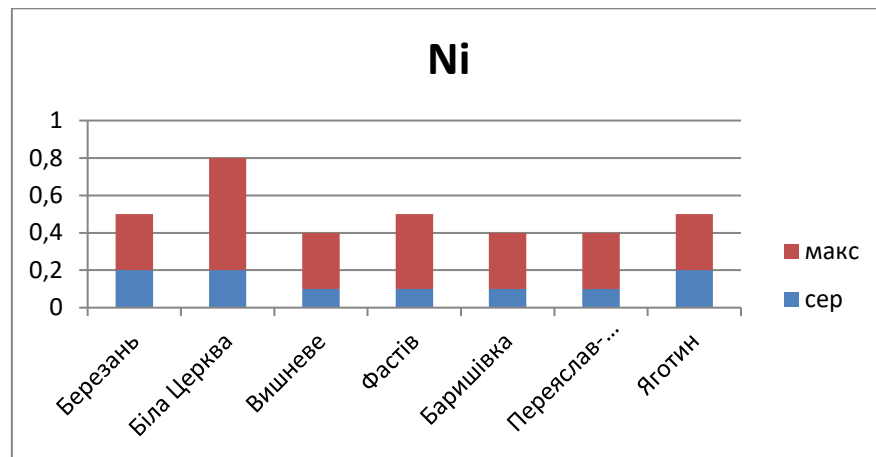


Рис. 4.4 - Вміст Ni у ґрунтах Київської області.

З рисунку видно, що найбільші значення цього показника отримані у Білоцерківському, найменші у Вишневому, Баришківському, Переяславському районах, а середні показники цієї речовини у Березанському, Фастівському та Яготинському.

Київська область розташована у техногенно – напруженій зоні, де спостерігається значне забруднення таким токсичним важким металом як свинець, тому проблема вмісту цього елемента у ґрунтах сільськогосподарського призначення є дуже актуальною. На рисунку 1 наведено вміст свинцю у ґрунтах деяких районів Київської області.

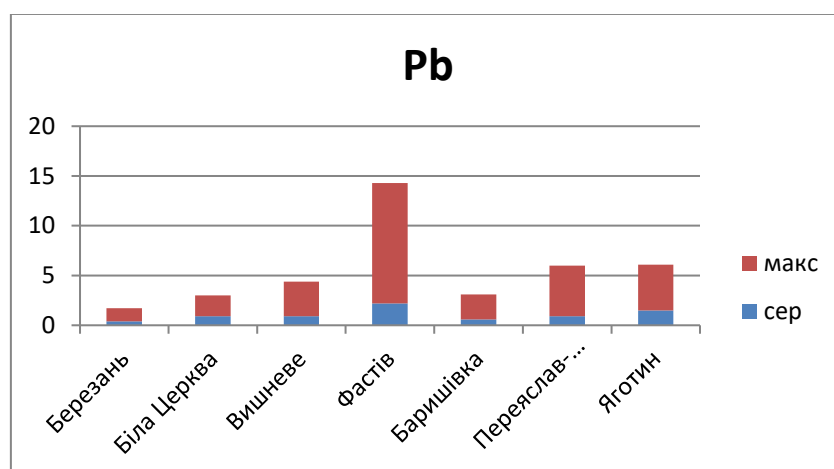


Рис. 4.5 - Вміст Pb у ґрунтах Київської області.

З рисунку видно, що найбільші значення цього показника отримані у Фастівському районі, найменші у Березанському, а середні показники цієї речовини у Вишневому районі.

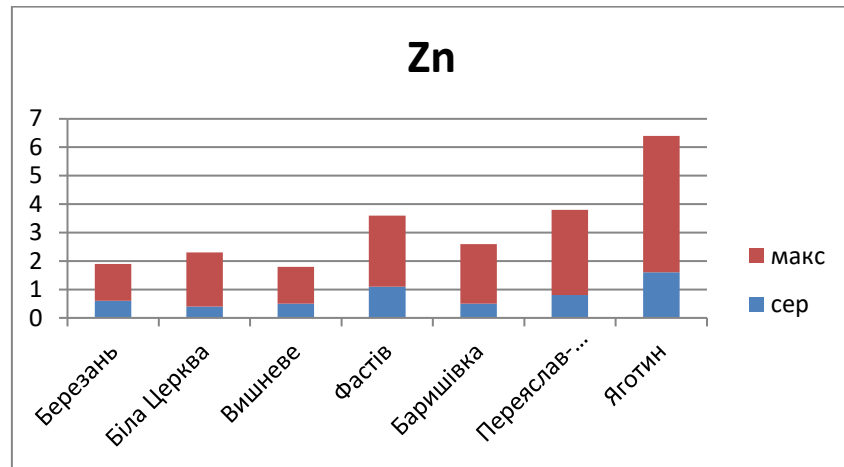


Рис. 4.6 - Вміст Zn у ґрунтах Київської області.

З рисунку видно, що найбільші значення цього показника отримані у Яготинському районі, найменші у Вишневому, а середні показники цієї речовини у Баришківському районі.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання наукової роботи були зроблені наступні висновки:

1. Ґрунт – це вельми специфічний компонент біосфери, оскільки вона не лише геохімічно акумулює компоненти забруднень, але і виступає як природний буфер, контролюючий перенесення хімічних елементів і з'єднань в атмосферу, гідросферу і живу речовину.

2. Найбільш небезпечними для живих організмів і рослин є такі важкі метали як свинець, ртуть, кадмій, миш'як, цинк, нікель і інші забруднюючі елементи. Біля 90% важких металів, потрапляючи в довкілля, акумулюються ґрунтом. Потім вони мігрують в природні води, поглинаються рослинами і потрапляють в харчові ланцюги.

3. Найбільші значення по кадмію отримані у Вишневому , найменші у Яготинському районі, а середні показники цієї речовини у Баришківському районі.

4. Найбільші значення по марганцю отримані у Яготинському , найменші у Білоцерківському та Фастівському районах, а середні показники цієї речовини у Баришівському.

5. Найбільші значення по міді отримані у Яготинському , найменші у Білоцерківському районах, а середні показники цієї речовини у Баришівському.

6. Найбільші значення по нікелю отримані у Білоцерківському, найменші у Вишневому, Баришківському, Переяславському районах, а середні показники цієї речовини у Березанському, Фастівському та Яготинському.

7. Найбільші значення по свинцю отримані у Фастівському районі, найменші у Березанському, а середні показники цієї речовини у Вишневому районі.

8. Проаналізував вміст важких металів у ґрунтах сільськогосподарського призначення Київської області можна зробити висновок, що ця територія відноситься до умовно чистої, з точки зору забруднення важкими металами. Отримані значення не перевищують ГДК, що дозволяє зробити висновок про використання цих земель для сільськогосподарського виробництва та отримання екологічно чистої продукції.

Виконана робота дозволяє оцінити сучасний стан сільськогосподарських угідь Київської області з урахуванням антропогенного навантаження на них за рахунок сільськогосподарського виробництва та надати практичні рекомендації що до оптимізації посівних площ та раціонального використання земельних ресурсів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Куценко А.М. Писаренко В.Н. Охрана окружающей среды в сельском хозяйстве. – Киев: Урожай, 1991. – 387 с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Волинській області за 2013 та 2014 рік.
3. Ефимов В.Н. Система применения удобрений / В.Н. Ефимов, И.Н. Донских, В.П. Царенко - М.: Колос, 2002. – 320 с.
4. Писаренко В.Н., Писаренко П.В., Писаренко В.В. Агроэкология. – Полтава, 2008. – 408 с.
5. Оценка и регулирование качества окружающей природной среды / В.И. Седлецкий, А.Д. Хованский, Н.С. Серпокрылов и др.; Под ред. Н.Д. Порядина, А.Д. Хованского. – М.: Прибой, 1996.
6. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996.
7. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1974. – 740 с.
8. Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе "почва – растение". М.: Колос, 1980. – 365 с.
10. Прохоров В. М. Математическая модель поглощения элементов растениями из почвы. // Агрохимия. – 1970, № 7. С. 126–135.
9. Сердюк С. Н. Досвід зонування ґрунтового покриву урбосистем за ступенем забруднення важкими металами // Ґрунтознавство. - 2004. - Т. 5, № 1-2. - С. 79-85.
10. Опекунова М. Г. Особливості накопичення цинку, марганцю і заліза *Salvia stepposa* при різному рівні міді у середовищі існування // Тр. VII Конф. молодий. вчених Бот. ін-ту АН СРСР. -Л., 1985. - С. 127-134.
11. ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. К.: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
12. Клименко Т. Д. Особливості розповсюдження важких металів у ґрунтах урбосистем Придніпровського регіону // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. - 2004. - Вип. 12, № 1. - С. 72-75.

- 13.Клименко Т. Д. Особливості розповсюдження важких металів у грунтах урбосистем Придніпровського регіону / / Вісник Дніпропетр. ун-ту. Біологія. Екологія. - 2004. - Вип. 12, № 1. -С. 72-75. Вернандер П. Б., Гоголев И. П., Ковалишин Д. И. и др. Природа Украинской ССР. Почвы // Киев : Наук. думка, 1986. - 216 с.
- 14.Най П.Х., Тинкер П.Б. Движение растворов в системе "почва – растение"// Москва: Колос, 1980. – 365 с.
- 15.Азманова Н.В., Акімов І.А. та ін.. Екологічний атлас: Атлас-монографія// Київ: Варта, 2006. 220 с.
- 16.ДСТУ 4362:2004 Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів.//Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 19 с.
- 17.Земельний кодекс України/ Екологічне законодавство України. Збірник законодавчих актів: видання четверте.// Харків: Екоправо, 2002. С. 67-168.
- 18.Рижук С.М., Лісового М.В., ц. Бенцаровського М. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення// Київ: 2003. 64 с.
- 19.Татаріко О.Г. Бібліотека Всеукраїнської екологічної ліги. Серія «Охорона навколишнього середовища», « Стан ґрунтів України»//Київ: березень, 2005, №3 (15). 31 с.
- 20.Вигера С.М. Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни « Інтегрований захист рослин»//Київ: Видавничий центр НАУ, 2008. 73 с.
- 21.Городній М.М. Агрохімія: Підручник//Київ: ТОВ "Алефа", 2003. 778 с.
- 22.За ред. акад. Тараріко О.Г. Оцінка придатності Сільськогосподарських земель України для створення екологічно чистих сировинних зон і Господарств по виробництву продуктів дитячого та дієтичного харчування. Методичні рекомендації.//Київ: 1998. 58 с.

23. Давиденко В.А., Білявський Г.О., Арсенюк С. Ю. Ландшафтна екологія: Навчальний посібник. //Київ: Лібра,, 2007. 280 С.
24. Козлов М. В., Плишко А. А. Агрохімічне забезпечення високопродуктивних технологій вирощування зернових культур//Київ: Урожай, 1991. 232 с.
25. Булигін С. Ю. та ін. Оцінка і прогноз якості земель: Навч. посібник// Харків: нац. аграр. ун-т. Х., 2008. 237 с.
26. Винера С.М. Методичні вказівки до самостійної роботи з вивчення дисципліни « Інтегрований захист рослин» для студентів напрямку підготовки – 0401 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансованого природокористування»// Київ: НАУ, 2008. 73 с.
27. Гайнріх Д., Гергт М. Екологія: Пер. з 4-го нім. вид./Худож. Рудольф і Розмарі Фанерт; Наук. ред. пер. В. В. Серебряков.//Київ: Знання-Прес. 2001. 287 с.
28. Навчальний посібник/М.Д., Євтушенко, Ф. М. Марютін, І.І. Сушко, В. М. Жеребко та інші/За редакцією М. Д. Євтушенка, Ф. М. Марютіна. Пестициди і технічні засоби їх застосування//Харків, 2001. 349 с.

ДОДАТКИ

**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ
РОБОТИ**

1. Ільїна В.Г., Шпатар К.Р. Визначення виносу біогенних елементів агроєкосистемами Київської області / Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. – Одесса, 2019. – N 1(22), стор. 178 - 183.

2. Ільїна В.Г., Шпатар К.Р. Оцінка рівня забруднення ґрунтів Київської області важкими металами. / Матеріали XV Всеукраїнської наукової on – line конференції здобувачів вищої освіти і молодих учених міжнародною участю « Сучасні проблеми екології». Україна, ЖДТУ 28 березня, 2019 .

3. Ільїна В.Г., Шпатар К.Р. Аналіз забезпеченості ґрунтів органічними добривами Київської області / Матеріали щорічної міжнародної науково – технічної конференції « Екологічна і технологічна безпека, охорона водного і повітряного басейнів, утилізація відходів» 9 студентська секція 23-24 квітня 2019. Україна, Харков, 2019 .

4. Ільїна В.Г., Шпатар К.Р. Аналіз вмісту свинцю у ґрунтах деяких районів Київської області / Матеріали щорічної міжнародної науково – технічної конференції « Екологічна і технологічна безпека, охорона водного і повітряного басейнів, утилізація відходів» 9 студентська секція 23-24 квітня 2019. Україна, Харков, 2019 .

5. Ільїна В.Г., ., Шпатар К.Р. Оцінка внесення мінеральних добрив у ґрунти Київської області / Матеріали міжнародної науково – практичної конференції « VIN SMART ECO» . Україна, Вінниця, 2019 .

6. Ільїна В.Г., ., Шпатар К.Р. Оцінка ступеню забруднення ґрунтів Київської області міддю / Матеріали міжнародної науково – практичної конференції « VIN SMART ECO» . Україна, Вінниця, 2019 .

7. Ільїна В.Г., Шпатар К.Р. Оцінка ступеню впливу засолення та осолонцювання ґрунту на розвиток рослин за допомогою математичної

моделі / Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. Технічні науки. Випуск 86. – Одеса, 2018. – с. . (ВАК)

Додаток Б

Валовий хімічний склад ґрунту, % на безводну, бескарбонатну і безгумусну наважку

Зміст окислів:				
SiO ₂	95,35	96,34	96,03	92,83
Fe ₂ O ₃	0,73	0,53	0,62	0,39
Al ₂ O ₃	2,08	2,33	3,76	1,56
CaO	0,72	0,70	0,77	0,67
MgO	0,50	0,24	0,32	0,27
MnO	0,04	0,01	0,03	0,00
SiO ₂ : R ₂ O ₃	63,56	61,77	41,05	91,00

Груповий склад фосфатів (по Чирикова), мг на 100 г ґрунту

Валовий фосфор	51,00	31,00	19,00	11,00
Уксунокіслорастворимий	3,90	4,68	4,30	8,80
Солянокіслорастворимий	15,30	10,19	9,20	0,95
Органічний	23,34	5,62	2,38	2,30
Незнімний	8,45	10,51	3,14	4,50

Додаток В

Груповий склад калію, мг на 100 г ґрунту

Валовий калій	752,00	639,00	692,00	222,00
Водорозчинний	1,80	0,70	1,00	1,20
Обмінний	4,20	3,30	4,70	2,80
Необмінна (по різниці)	746,00	635,00	686,00	218,00

Характеристика сірих опідзолених ґрунтів на лесах

Найменування показників	Генетичний горизонт						
Фізико-хімічні показники	HE	It (h)	I ₂	I ₃	Pi	Pk	Pk
Глибина відбору зразків, см	10 – 20	30 - 40	65 – 75	95 - 105	125 - 135	170 - 180	210 - 220
pH сольовий	4,5	4,8	4,3	4,4	4,5	Не вияв.	Не вияв.

Додаток Г

Фізичні та водно-фізичні показники

Глибина відбору зразків	10 – 20	30 - 40	65 - 75	95 - 105	125 - 135	170 - 180	210 - 220
Об'ємна вага , г/см ³	1,37	1,46	1,46	1,46	1,49	Не вияв.	Не вияв.
Питома вага , г/см ³	2,66	2,72	2,70	2,72	2,71	»	»
Заг. пористість ,%	48,20	46,30	45,20	46,30	45,00	»	»
Вологість завядання , % від ваги ґрунту	6,10	8,80	11,70	11,80	12,50	»	»
Найменша вологоємність , % від ваги ґрунту	24,00	23,30	24,10	24,50	25,10	»	»
Діапазон активної вологи , мм	24,50	21,20	18,10	17,70	18,60	»	»
Аерація при найменшій вологоємності , % від обсягу ґрунту	15,60	12,30	10,70	10,50	7,80	»	»

Додаток І

Валовий хімічний склад ґрунту.,% на прокалену наважку

Зміст окислів:							
SiO ₂	83,24	81,01	75,90	Не вияв.	77,09	Не вияв.	85,50
Fe ₂ O ₃	1,85	2,55	4,00	»	3,80	»	1,80
Al ₂ O ₃	7,42	9,05	11,55	»	10,90	»	5,92
CaO	0,98	1,19	1,40	»	1,26	»	2,52
MgO	0,59	0,56	0,84	»	0,97	»	0,40
Na ₂ O	0,81	0,89	0,78	»	0,84	»	0,48
SiO ₂ : R ₂ O ₃	14,70	12,90	9,15	»	9,99	»	20,40

Валовий хімічний склад мулистій фракції,% на прокалену наважку

Зміст окислів:							
SiO ₂	53,89	53,13	55,15	Не вияв.	52,80	Не вияв.	55,31
Fe ₂ O ₃	7,65	8,30	10,27	»	9,83	»	9,15
Al ₂ O ₃	18,07	19,00	19,98	»	20,52	»	20,64
CaO	0,14	0,20	0,13	»	0,13	»	0,28
MgO	1,82	1,78	1,73	»	1,73	»	1,46
Na ₂ O	0,16	0,16	0,16	»	0,16	»	0,16
K ₂ O	2,64	2,70	2,50	»	2,62	»	2,35
SiO ₂ : R ₂ O ₃	4,01	3,72	2,62	»	3,36	»	2,56

Додаток Д
Групування ґрунтів за ступенем кислотності та їх потреба у вапнування

Номер групи	Ступінь кислотності	Нормативні показники		Потреба у вапнуванні
		pH _{KCl}	Нг,мг екв.на 100г ґрунту	
1	Дуже сильнокислі	<4	>6	Ґрунти потребують першочергового вапнування в усіх зонах України і всіх типах сівозмін
2	Сильнокислі	4,1-4,5	5,1-6,0	Те саме
3	Середньокислі	4,6-5,0	4,1-5,0	Ґрунти потребують першочергового вапнування в зонах Полісся й Лісостепу. Середня потреба у вапнуванні ґрунтів Прикарпаття й Західного Лісостепу, слабка - у гірських районах Карпат. Першими вапнують овочеві та кормові сівозміни на супіщаних і суглинкових ґрунтах, середня потреба в польових сівозмінах на піщаних ґрунтах
4	Слабокислі	5,1-5,5	3,1-4,0	Середня потреба ґрунтів у вапнуванні в зонах Полісся й Лісостепу, слабка - у Передкарпатті, відсутня - в гірських ґрунтах потребують в районах Карпат. Велика потреба у супіщаних і суглинкових ґрунтів, особливо в сівозмінах з травами, кормових та овочевих. В останню чергу вапнують піщані та глинисто-піщані ґрунти
5	Близькі до нейтральних	5,6-6,0	2,1-3,0	Вапнування необхідне в зоні Полісся на супіщаних, піщаних та глинисто-піщаних. Доцільне - на опідзолених ґрунтах Лісостепу. Вапнуються вибірково супіщані та суглинкові ґрунти в сівозмінах з вимогливими до вапна культурами
6	Нейтральні	>6	<2,0	Вапнування не потребують