

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства та екології

Кафедра загальної
екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Коржик Максим Іванович

УДК:631.8:631.4:631.95

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
«АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ТЕХНОГЕННИХ ДОБРИВ ЗА
ВПЛИВОМ НА ГРУНТОВУ СИСТЕМУ»

101 – екологія

Подається на здобуття наукового ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ М. І. Коржик

Керівник роботи:
Соломатіна Валентина
Дмитрівна
д.б. наук, професор

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Коржик М. І. Агроекологічна оцінка техногенних добрив за впливом на ґрунтову систему. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 101 – екологія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Одним із основних параметрів стійкості агроєкосистем є збалансованість біотичного кругообігу речовин [9].

Конкретний стан кругообігу речовин в агроєкосистемах кількісно оцінюють за допомогою розрахунку балансу біогенних елементів, який можна назвати своєрідною системою сигналізації, що вказує на ті чи інші наявні в ній аномалії та підказує шляхи її стабілізації та нормального функціонування [1].

Значну увагу в балансі біогенних елементів приділяють біогенних елементів, необхідність чого зумовлена тісним зв'язком між фізичними, фізико-хімічними та технологічними властивостями ґрунту і вмістом у ньому органічної речовини. Доведено, що тривале використання ґрунтів без достатніх заходів по компенсації втрат біогенних елементів призводить до зменшення їх вмісту в усіх типах ґрунтів. Втрати біогенних елементів в таких умовах спричиняються в основному як процесами ерозії ґрунтів, так і переважанням процесів мінералізації над процесами його новоутворення [1, 27]. Постійний від'ємний баланс біогенних елементів, що спостерігається на орних землях України останніми десятиріччями, уже призвів до зменшення вмісту гумусу в ґрунтах держави на 0,3–0,4% [1, 34].

Усі вище перелічені проблеми спонукають до проведення об'єктивної, науково-обґрунтованої та комплексної агроекологічної оцінки техногенних добрив.

Ключові слова: мінеральні добрива, ґрунтова система, клас небезпечності, індириктивна дія, ґрунтова біота, біологічна активність.

SUMMARY

Korzhik M.I. Agroecological assessment of technogenic fertilizers by impact on the soil system. – Qualifying work on the rights of manuscript.

Qualification work for the master's degree in specialty 101 - Ecology. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

One of the main parameters of the sustainability of agroecosystems is the balance of the biotic cycle of substances [1, 9].

The specific state of the cycle of substances in agroecosystems is quantified by calculating the balance of nutrients, which can be called a kind of alarm system that indicates certain anomalies and suggests ways to stabilize it and normal functioning [1].

Considerable attention in the balance of nutrients is paid to nutrients, the need for which is due to the close relationship between physical, physico-chemical and technological properties of the soil and its content of organic matter. It is proved that long-term use of soils without sufficient measures to compensate for the loss of nutrients leads to a decrease in their content in all types of soils. Loss of nutrients in such conditions is caused mainly by soil erosion processes and the predominance of mineralization processes over the processes of its formation [1, 27].

The constant negative balance of nutrients observed in the arable lands of Ukraine in recent decades has already led to a decrease in the content of humus in the soil of the state by 0.3-0.4% [1, 34].

All the above problems lead to an objective, scientifically sound and comprehensive agri-environmental assessment of man-made fertilizers.

Key words: mineral fertilizers, soil system, hazard class, indirect action, soil biota, biological activity.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У СВІТІ І В УКРАЇНІ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ)	8
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	13
2.1. Об'єкти дослідження	13
2.2. Методи, які використовувалися при проведенні дослідження	14
2.3. Умови проведення досліджень	15
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	17
3.1 Групування мінеральних добрив залежно від особливостей впливу на ґрунтову систему	17
3.1.1 Загальна оцінка мінеральних добрив директивної дії	19
3.1.2 Оцінка мінеральних добрив індирективної дії	24
3.2 Оцінка мінеральних добрив за впливом на біологічну активність ґрунту	25
3.3 Використання біотестів задля оцінки впливу техногенних добрив на ґрунтову систему	27
3.4 Послідовність проведення агроекологічної оцінки техногенних добрив за впливом на ґрунтову систему	32
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	36

ВСТУП

Актуальність теми. Значний досвід з оцінки деградаційних процесів ґрунтів з точки зору погіршення їхньої родючості накопичений зарубіжними науковцями у ході виконання таких масштабних проектів, як створення Світової карти стану зумовленої антропогенною діяльністю деградації ґрунтів (GLASOD) та карти ураженості ґрунтів і земель Центральної і Східної Європи (SOVEUR), ініційованих Всесвітньою організацією продовольства і сільського господарства при ООН (FAO) і Міжнародним центром ґрунтової інформації (ISRIC) [1, 27], національних програм щодо оцінки деградації ґрунтів і земель тощо.

Забруднення ґрунтів, зумовлене певними видами господарської діяльності, у свою чергу, поділяють на забруднення кислотами, важкими металами, пестицидами і іншими органічними забруднювачами, евтрофікацію азотними і фосфорними сполуками, забруднення радіонуклідами [2, 6]. Для визначення ступеня забруднення ґрунтів голландськими науковцями була запропонована 3-рівнева шкала, за якою розрізняють слабкий, помірний і сильний рівень забруднення в залежності від концентрації токсичних речовин та визначено екологічні нормативи вмісту різних поллютантів у ґрунті [34].

Тому у зв'язку із поглибленням кризових явищ у сучасних агроландшафтах, викликаних нераціональною господарською діяльністю людини, надзвичайно актуальною постає проблема розробки практичних методів складання прогнозів та їхнього використання в процесах, що вимагають врахування значної кількості взаємопов'язаних факторів і залучення величезного об'єму інформації прогностичного характеру.

Мета і завдання досліджень. Полягала в розробці науково обґрунтованого механізму екологічної оцінки мінеральних добрив задля вдосконалення нормування стосовно їх негативного впливу на ґрунтові процеси і, як наслідок визначають екологічний стан ґрунту, а також стан суміжних складових агроєкосистеми.

Виходячи з мети було виділено наступні завдання:

- вивчити використання індириективних та директивних видів добрив для агроекологічної оцінки з урахуванням характеру їх дії на ґрунтову систему;
- керуючись теоретичними узагальненнями та результатами експериментальних досліджень і проведених прорахунків зробити екологічне нормування негативних впливів техногенних добрив на ґрунтову систему;
- провести агроекологічну оцінку найпоширеніших видів техногенних добрив вітчизняного виробництва.

Об'єкт дослідження – техногенні добрива та їх вплив на ґрунт і процеси, що протікають у ньому та визначають його екологічний стан, а також стан суміжних складових агроєкосистеми.

Предмет дослідження. Агроєкологічна оцінка динаміки забруднення ґрунтової системи техногенними добривами та екологічний стан ґрунту.

Методи дослідження. польовий метод – вивчення впливу мінеральних добрив на стан ґрунтової системи; лабораторний метод - визначення фізико-хімічними, хімічними, методами кількісних і якісних характеристик об'єкту дослідження; статистичний метод.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

Волощук Т. С., Коржик М. І. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації пшениці озимої до негативних факторів природного середовища за впливу гербіцидних препаратів. *Сільське господарство - сталий розвиток України*: зб. тез наук. робіт всеукр. наук.-практ. конф., 12 листопада 2020 р. Житомир. С. 127-130.

Коржик М.І. Оцінка техногенного добрива за ступенем забруднення орного шару ґрунту токсичними елементами. *«Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій»*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції Поліського національного університету, 19 листопада. 2020 р. Житомир: 2020. С. 51-53.

Коржик М.І. Оцінка техногенних добрив за впливом на показники біологічної активності ґрунту. *Магістерські читання – 2020 : тези доповідей III студентської конференції (04 грудня 2020 р., м. Житомир) – Житомир : Видавництво «Поліський національний університет», 2020. С. 49-51.*

Практичне значення одержаних результатів. За результатами проведених нами досліджень встановлено та обраховано кількість токсичних елементів, що надходять у ґрунт з техногенними добривами, під впливом комплексу факторів приймають участь у реакціях обміну іонами. Токсиканти створюють мінерально-органічні сполуки – гетерополярні, комплексні гетерополярні солі, сорбційні комплекси та ін., але їх розчинність, рухомість, міграційна здатність і біодоступність, у більшості випадків, значно підвищується, що свідчить про їх більшу токсикологічну небезпечність.

Установлено та охарактеризовано, зміни, що відбуваються у ґрунтовій екосистемі та спричиняють певні порушення у суміжних екосистемах. Саме крізь ґрунт техногенні добрива опосередковано впливають на біофізіологічні процеси котрі проходять у рослині, це і є основною причиною погіршення її санітарно-гігієнічної якості.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота викладена українською мовою на 39 сторінках комп'ютерного тексту, ілюстрована 8 таблицями і 6 рисунками; складається з анотацій, вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел, який налічує 34 найменування.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

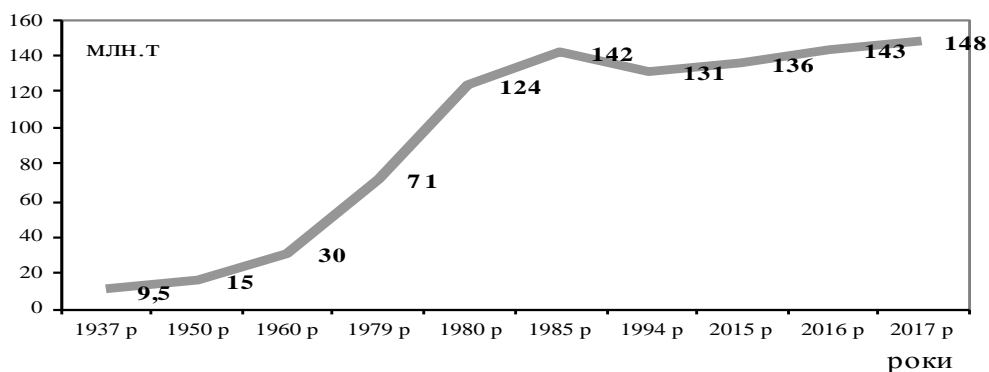
ТЕНДЕНЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У СВІТІ І В УКРАЇНІ

На сьогодні перед сільськогосподарськими виробниками стоїть першочергова задача – забезпечити потребу в мінеральних добривах. Говорячи про кількість, часто забувають про якість, аргументуючи це хронічною нестачею елементів живлення для сільськогосподарських культур, зниженням їх кількості у ґрунті і недобором врожаю, а також потенційною небезпечністю мінеральних добрив. Промисловість часто рекомендує використовувати як добрива так звані побічні продукти виробництва, опираючись на те, що вони містять деяку кількість елементів живлення для рослин. Дефіцит мінеральних добрив в останні роки і невисока собівартість таких відходів сприяє їх активному використанню у сільськогосподарському виробництві. Сполучення термінів “утилізація відходів” і “добрива” сьогодні стало звичним, хоча, чи можуть бути ґрунти, наше національне багатство, місцем їх утилізації? Інший шлях вирішення проблеми – імпорт сировини. Так для виробництва фосфорних добрив у середині 90-х років пропонувалося імпортувати алжирські, туніські, марокканські і т.д. фосфорити, ціна яких була у 1,5 рази нижчою від тих, що поставлялися комерційними структурами з Росії, але при цьому з недопустимо високим вмістом у їх складі токсичних домішок, зокрема кадмію [1, 2].

Брак техногенних добрив і використання неякісних високобаластних їх видів призвели до потреби вирішення загальної проблеми: забезпечення сільського господарства нашої держави необхідною їх кількістю і, як наслідок, унеможливити негативні наслідки за їх застосування шляхом заборони використання низької якості.

Величина застосування мінеральних добрив коливалася і відповідно залежала від економічних і екологічних вимог. Якщо протягом 1961-1985 рр. у розвинутих країнах Європи, Північної Америки, Азії рівень застосування

мінеральних добрив зростав і становив 375 кг/га NPK (Англія), 436 кг/га (Японія), 805 кг/га (Голандія), то вже у другій половині 80-х років обсяг їх використання дещо стабілізувався і навіть почав зменшуватися (рис.1.1). На сьогодні у США вносять 208 кг/га NPK, у Германії - 238 кг/га NPK, Великобританії – 365 кг/га, Франції – 277 кг/га NPK [3, 8]. Перше місце у світі по виробництву і використанню мінеральних добрив займає Китай:



виробляє – 27582 тис.т, використовує – 36500 тис.т [4].

Рис.1.1. Динаміка застосування мінеральних добрив у світі, млн.т (1937-2017 рр.)

З екологічної точки зору, беззаперечними для оцінки можливої негативної дії техногенних добрив на довкілля представляються такі питання: кількісний та якісний склад мінеральних добрив (у тому числі домішки); особливості впливу на ґрунт і, у тому числі на кислотно-основні властивості його; процеси вилугування й міграції біогенних хімічних елементів та токсикантів; активність мікробних і біохімічних процесів у ґрунті; вплив на якість сільськогосподарських рослин, які є першим осередком у трофічному ланцюгу живлення. Тому, при аналізі літературних даних щодо оцінки мінеральних добрив, основну увагу було зосереджено на результатах спостережень за можливими негативними ефектами при їх застосуванні [5].

Характер впливу мінеральних добрив на агроєкосистеми, в першу

чергу, обумовлюється їх хімічним складом, який, в свою чергу, залежить від особливостей сировини і промислових технологій виробництва.

За своїм складом мінеральні добрива поділяють на прості (вміщують лише один компонент із головних елементів живлення) і комплексні (вміщують не менше двох головних елементів живлення). Прості МД, залежно від того, який елемент живлення в них міститься, поділяють на азотні, фосфорні, калійні, магнієві, сірчані та ін., а комплексні діляться на складні, складно-змішані і змішані. За характером опосередкованої дії на ґрунт і рослин МД класифікують як фізіологічно і біологічно кислі, хімічно і фізіологічно лужні та фізіологічно нейтральні [4, 6].

Характеристика токсичної дії азотних добрив виявляється у негативному впливі, що пов'язаний, у першу чергу, з нітратною формою азоту. Гранична концентрація нітратів у воді, яка визначається за органолептичними показниками – 400 мг/л, гранична концентрація NH_4NO_3 , що не впливає на загальний санітарний стан водоймищ – 10 мг/л, гранично допустима концентрація NH_4NO_3 , що за постійного впливу не викликає порушень біохімічних процесів – 2 мг/л. Гідробіонти: токсична концентрація NH_4NO_3 для окуня – 800 мг/л, гупі – 191 мг/л; NaNO_3 – форель гине при концентрації 15‰ через 96 год.; $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - концентрація 127 мг/л смертельна для колючки. Летальна доза нітратів для людини – 8-15 г, допустима добова доза, згідно рекомендацій ФАО/ВООЗ – 5мг/кг. Зафіксовано гострі отруєння при роботі в полі з аміачною селітрою – гостру серцеву недостатність, міокардит, токсичний нефрит. За випадкового використання аміачної селітри, як солі, через десять хвилин нудота, через чотири з половиною години утрата свідомості. Відомі випадки гострих отруєнь водою з водопровідної мережі, забрудненою нітратом кальцію, який було вивезено в якості добрива в район вододжерела. Відмічена величезна кількість випадків гострих отруєнь їжею з високим умістом нітратів [7, 8].

У процесі виготовлення фосфорних добрив з їх руд значна частина токсикантів переходить у кінцевий продукт. Так, за отримання

суперфосфатів кадмій повністю лишається у кінцевому продукті, а при виготовленні фосфорної кислоти до 2/3 кадмію переходить у готовий продукт [19]. Подібна залежність відмічається і відносно фтору. Фактично 50-80% фтору, що надходить з фосфатами, лишається в добривах і, на відміну від природних, де фтор знаходиться у складі нерозчинного апатиту або фтористого кальцію, в добривах містяться розчинні сполуки фтору [23].

Токсиканти, що потрапляють у ґрунт з фосфорними добривами, після впливу комплексу факторів приймають участь у іонообмінних реакціях. Вони утворюють органо-мінеральні сполуки – гетерополярні, комплексно-гетерополярні солі, сорбційні комплекси та ін., але їх розчинність, рухомість, міграційна здатність і біодоступність, у більшості випадків, значно підвищується, що свідчить про їх більшу токсикологічну небезпечність [25].

Фосфорні добрива, у своїй більшості, слабо впливають на зміни кислотно-основних властивостей ґрунтів. Вони можуть викликати лише незначне підкислення, чи дещо знизити кислотність ґрунту (преципітат, фосфоритне борошно і т.д.) [21, 23].

Загальний токсичний вплив солей фосфорної кислоти можливий лише при високих дозах. Токсичність апатитів, суперфосфату і нітрофосок визначається головним чином домішками сполук фтору. Пил фосфоритів і апатитів призводить до пневмоконіозу. Накопичено досить багато спостережень відносно подразнюючої дії кислих солей – суперфосфату на слизисті оболонки і шкіру. Особи, які контактують із суперфосфатом, можуть страждати дерматитами. Потрапляючи в очі пил суперфосфату викликає сильне подразнення і кон'юнктивіти. У людей, що тривалий час працюють з фосфорними добривами, виникає астено-вегетативний синдром, зміни у периферійній нервовій системі, невралгії і хронічний радикуліт, посилюються порушення верхніх шляхів дихання [30].

З екотоксикологічної точки зору, калійні добрива можуть представляти певну небезпеку доквіллю не лише в зв'язку з тим, що впливають на реакцію ґрунтового середовища, а і з тим, що містять у своєму складі досить значні

домішки хлору, натрію, магнію та сульфат-іонів. Так, при внесенні у ґрунт 1 кг K_2O одночасно в нього надходить від 0,9 до 5,2 кг хлору та від 0,2 до 2,6 кг оксиду натрію.

Рухливість катіонів ґрунту підвищується з унесенням хлористих солей так, як ні один із них не створює з аніонами хлору нерозчинних солей, це і є причина вимивання підвищеної кількості кальцію і магнію з ґрунту.

За значного умісту в ґрунтовому поглинальному комплексі одновалентних катіонів калію та натрію згіршується структурність ґрунту; пептизуюча здатність по відношенню до ґрунтових колоїдів у натрію вище, ніж у калію [24].

Небезпеку можуть представляти також домішки, які містяться й у калійних добривах, про це свідчать результати оцінок хлористого калію: Zn – 3,0, Cu – 8,8, Ni – 4,4, Pb – 8,6, Cd – 0,24 мг/кг [24, 31].

Проведений вище аналіз наукової літератури показує, що мінеральні добрива можуть виступати джерелом у довілля хімічних елементів і сполук, яким притаманна висока ступінь небезпечності як у відношенні людини, так і у відношення біоти природних екосистем.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти дослідження

Об'єктами дослідження були мінеральні добрива і їх складові – біохімічно і педохімічно активні речовини, а також речовини, здатні до міграції у горизонтальному та вертикальному напрямку, що може призводити до погіршення стану ґрунтової і суміжних екосистем.

Досліджували можливий негативний вплив традиційних мінеральних добрив і нових видів мінеральних добрив вітчизняного виробництва.

В якості традиційних мінеральних добрив вивчали:

- *аміачну селітру* (амоній азотнокислий, нітрат амонію NH_4NO_3), яка, згідно ГОСТ 2-75, містить не менше 34,5% N в аміачній і нітратній формі. Фізіологічно слабокисле добриво, добре розчиняється у воді;

- *суперфосфат простий гранульований* (фосфор міститься у формі монокальцієвого фосфату $\text{Ca}(\text{HPO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$). Згідно ГОСТ 5956-78 вміст P_2O_5 не менше 19,5%, вільної фосфорної кислоти – 1-2,5%;

- *хлористий калій* (калію хлорид KCl). Згідно з ТУ 6-12-84-75 містить 53,6- 62,5% K_2O . З 1 кг K_2O в ґрунт надходить 0,9-1,0 кг хлору, 0,2 кг натрію. Підкислює ґрунт, у посушливих районах – викликає засолення.

Дослідженню підлягали широковикористовувані види техногенних добрив і, відповідно, сировина для їхнього виготовлення:

фосфоровмісні руди родовищ України: Ново-Амвросієвське – фосфоритовий концентрат (25% P_2O_5), глауконітовий продукт (I -7,7% P_2O_5 ; II - 8,3% P_2O_5 , III – 16,0% P_2O_5), шлам (1,3% P_2O_5); Південно-Осиківське – фосфоритовий концентрат (28% P_2O_5), глинистий шлам (I – 5,7% P_2O_5 , II – 4,1% P_2O_5), глауконітовий концентрат (3,4% P_2O_5); Осиківське – фосфоритовий концентрат (19% P_2O_5); Маневицько-Клеванська фосфоритоносна площадка – фосфоритовий концентрат (25% P_2O_5), глауконітовий продукт (5,0% P_2O_5), шлами (I -1,9%, II – 9,6% P_2O_5); Ратновське – фосфоритовий концентрат (I – 19%, II – 28% P_2O_5); Волинське – зернистий фосфорит (8,6% P_2O_5), жовновий фосфорит (7,9 P_2O_5);

Здолбунівське – фосфорит (12,6% P₂O₅); Котовське - глауконітовий продукт (8,7% P₂O₅).

2.2. Методи, які використовувалися при проведенні дослідження

Для вивчення впливу мінеральних добрив на елементи агроєкосистеми в лабораторних умовах використовували традиційні хімічні і фізико-хімічні методи визначення полютантів і біогенних елементів у об'єктах природного середовища. Поряд з цим, для визначення важких металів у ґрунті і воді використовувався розроблений у відділі екотоксикології ІАБ УААН метод хроматографії у тонкому шарі сорбенту.

Визначення фізико-хімічних властивостей ґрунтів проводили наступними методами:

загальний вміст гумусу – за методом Тюріна [11];

груповий склад гумусу – за методом Конової-Бельчикової з використанням пірофосфату натрію [11, 12];

уміст вільних і зв'язаних з рухомими півтораоксидами гумусових речовин за схемою Тюріна в модифікації Пономарьової і Плотникової [10, 11];

уміст рухомих органічних речовин ґрунту, що знаходяться на перших стадіях гуміфікації – за кількістю водорозчинного гумусу [28];

актуальну кислотність ґрунту за допомогою іонселективних електродів на потенціометрі марки ЕВ-74 [13, 14];

уміст обмінного натрію – у водній витяжці з полуменевим фотометром із довжиною хвилі 589 і 589,9 нм;

уміст часток розміром <0,001 мм – у процесі встановлення гранулометричного складу ґрунту методом розтирання з розчином пірофосфату натрію у модифікації Долгова і Лічманової [18, 19].

2.3. Умови проведення досліджень

Дослідження з вивчення особливостей впливу мінеральних добрив на стан ґрунтової екосистеми проводили протягом 2017-2019 рр. робота виконувалася згідно плану НДР Інституту землеробства УААН в умовах стаціонарного дослідження, який було закладено у 1987 році у типових для Київського Передполіського агроґрунтового регіону ґрунтово-кліматичних умовах. У адміністративному відношенні територія проведення досліджень була розташована у Києво-Святошинському районі Київської області, який входить до зони Лісостепу України (правий берег р. Дніпро).

Клімат території помірно-континентальний з теплим, достатньо вологим літом і м'якою з тривалими відлигами зимою. Все це супроводжується нестійким ходом температур і нерівномірним розподілом опадів. У найбільш холодному місяці - січні середня температура повітря становить мінус 4-7⁰С. Літній період відзначається високими і сталими температурами, в найтеплішому місяці – липні середня температура повітря становить 18-20⁰С. Річна середня кількість опадів складає 558 мм, а інколи коливається, за роками, від 300 до 700 мм. Більша їх частина (до 70%) припадає на теплий період року – квітень-жовтень.

Ґрунт дослідної ділянки – дерново-середньо підзолистий з наступною характеристикою в (шар 0-20 см): рН_{сол} – 5,2, гідролітична кислотність – 3,9 мг-екв /100 г ґрунту, сума поглинутих основ – 12,5 мг-екв/100г ґрунту, вміст загального гумусу – 2,0% (за Тюрінім), рухомого фосфору – 16,0 мг/100 г ґрунту (за Чиріковим), обмінного калію – 14 мг/100 г ґрунту (за Масловою) [10, 14, 17, 18].

У морфологічному відношенні у ґрунті спостерігаються ознаки опідзолювання: білястий відтінок елювіального горизонту у зв'язку з підвищеним вмістом SiO₂, наявність ілювіального горизонту. Верхній горизонт здатний до запливання і утворення кірки.

<i>He</i>	0-35 см	гумусовий, темно-сірий, вологий, легкосуглинковий, пилювато-грудкуватий, ущільнений, пронизаний корінням, перехід поступовий, але добре помітний;
<i>Hi</i>	35-75 см	світло-сірий з буруватими плямами, вологий, при підсиханні помітна присипка SiO ₂ , легкосуглинковий, горіховидний, ущільнений, коріння, перехід помітний;
<i>Ih</i>	72-126 см	бурий з натьоками гумусу, свіжий, середньосуглинковий, призматично-грудкуватий, щільний, коріння, кротовини, перехід помітний;
<i>Pi</i>	126-140 см	слабоілювійований лесовидний суглинок, жовто-палевий, вологий, середньосуглинковий, грудкувато-призматичний, ущільнений, перехід помітний;
<i>Pk</i>	140-190 см	буровато-палевий карбонатний лесовидний легкий суглинок

Клімат – помірно континентальний, формується під впливом у зимовий час отрогів азійського, а у літній – азорського барометричного максимумів, а також вторгненням вологих атлантичних мас. Середньорічна температура повітря за період 1913 – 1998 років складає 6,9⁰С. Середня багаторічна температура повітря самого теплого місяця (липень) +19,8⁰С, а самого холодного (січень) -6,7⁰С. Сума активних температур (вище +10⁰С) складає 2500 – 2600⁰С. За даними Чернігівського інституту АПВ середньо багаторічна кількість опадів у зоні проведення досліджень становить 526 мм. Достатня кількість опадів і особливості геоморфології ґрунтотворних порід сприяють пануванню на території періодично промивного водного режиму ґрунтів, що в свою чергу сприяє вертикальній інфільтрації хімічних речовин за профілем ґрунту.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Групування мінеральних добрив залежно від особливостей впливу на ґрунтову систему

Важливим для розуміння особливостей кругообігу токсичних елементів в агроєкосистемі є усвідомлення ролі техногенних добрив у цих процесах. Якщо агроєкосистему розглядати не як окреме поле, а як єдиний природно-антропогенний комплекс, то основним джерелом токсикантів виступають саме мінеральні добрива

В основу класифікації техногенних добрив (ТД) за впливом на ґрунтову систему було покладено методичні рекомендації щодо:

- екотоксикологічної оцінки екзогенних хімічних сполук у природному середовищі, яка базується на роботах відомих вчених в галузі токсикології - Є.І. Гончарука, М.С. Соколова та ін.;
- оцінки екологічного стану ґрунтів, основи якої розроблено колективом вчених, співробітників ННЦ “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського” під керівництвом академіка В.В. Медведєва.

Задля виявлення особливості впливу мінеральних добрив на ґрунт, зосередження уваги на їх головних негативах і розроблення подальшої схеми дослідження ми пропонуємо розподіл техногенних добрив на групи:

директивної дії – небажаний вплив на навколишнє середовище спонукається за рахунок токсичної домішки, як складової ТД, серед яких найбільш небезпечними є важкі метали, галогени, радіонукліди та ін., що надходять у ґрунт при застосуванні.

У цю групу відносять фосфорні добрива за походженням та хімічною будовою сировини, з котрої вони виготовляються, та особливостями технологій виробництва;

індирективної дії – вплив відбувається як наслідок фізико-хімічних властивостей мінерального добрива. Часті випадки зміни реакції ґрунтового розчину, координація процесу синтезу та розпад гумусових сполук,

активізація мікробіологічних та інших процесів. Ці добрива змінюють рухомість біогенних елементів і токсикантів. Сюди відносять, перш за все, азотні добрива, які у більшості є фізіологічно кислими або лужними.

Наведене групування відбиває головні властивості, притаманні окремим видам мінеральних добрив, але цей поділ до певної міри умовний. Фосфорні добрива змінюють реакцію ґрунтового розчину, та цей вплив не настільки значний, як азотних добрив. Азотні мінеральні добрива, у свою чергу, можуть бути джерелом токсичних елементів, хоча у значно меншій мірі, ніж фосфорні. Треба відмітити, що більшість комплексних та калійних добрив займають опосередковане положення згідно наведеного групування. (рис 3.1).



**Рис.3.1. Поділ мінеральних добрив за характером впливу на ґрунтову систему:
N – азотні, K- калійні, комплексні, P – фосфорні мінеральні добрива**

Незважаючи на певну умовність наведеного групування, представлений підхід дозволяє зосередити увагу на головних негативних властивостях МД і уникнути зайвих досліджень, передбачених системою екотоксикологічної оцінки хімічних речовин у ґрунті, яка була розроблена, в першу чергу, для оцінки пестицидів.

3.1.1 Загальна оцінка мінеральних добрив директивної дії повинна базуватися на оцінці їх окремих компонентів, які можуть представляти небезпеку при надходженні у природне середовище, тому обов'язковим неодмінно є:

- установлення угруповання елементів, котрі мають підлягати беззаперечному контролю, виходячи з рівня їх інтегральної небезпечності;

При цьому необхідно враховувати вміст хімічних елементів у МД згідно ТУ і геохімічну обстановку зони застосування.

Першочерговий контроль необхідно здійснювати за елементами 1 і 2 ступеню небезпечності (I клас небезпечності): кадмій, свинець, миш'як, фтор. Такі елементи як купрум, цинк, нікель, кобальт та ін. відносяться за інтегральною класифікацією до 3 ступеню небезпечності (II клас), тому контроль щодо їх умісту треба робити за необхідності (високий вміст у добриві згідно ТУ, застосування у геохімічно аномальних зонах тощо).

- проведення експертної оцінки щодо можливості нагромадження підконтрольних елементів у ґрунті вище допустимого рівня при рекомендованих дозах застосування добрива.

Прогноз ризику застосування мінеральних добрив ґрунтується на встановленні часу чи терміну накопичення критичної концентрації у ґрунті елементів, які потребують контролю (T_k). В основу такого підходу покладено розробки по встановленню рівня небезпечності осадів стічних вод [20] з подальшим введенням коефіцієнту толерантності ґрунтів і класифікацією добрив за рівнем T_k .

Час досягнення критичної концентрації токсикантів у ґрунті (T_k) це відношення додаткового (можливого) надходження токсинів з добривами (A) до фактичного (G):

$$T_k = A/G \text{ (роки)}$$

Додаткове можливе надходження токсинів у ґрунт з добривами можливо розрахувати відносно рівня ГДК, так і відносно фонового вмісту хімічних елементів у ґрунті:

$$A = (ГДК - F) \cdot 3000 \text{ к};$$

$$A = 2F \cdot 3000 \text{ к, де}$$

A - додаткове (можливе) внесення токсинів у ґрунт з добривами, мг/га;
ГДК – гранична к-ція, мг/кг; F - фоновий вміст токсиканта у ґрунті, мг/кг;

3000 - маса орного шару ґрунту (суха речовина), т/га; k_t – коефіцієнт толерантності, бал.

Коефіцієнти толерантності (k_t) було розраховано для різних типів ґрунтів, усереднені їх величини наведено у таблиці 3.1.

Надходження фактичне токсикантів у ґрунт з добривом розраховується за наступною формулою:

$$G = d \cdot g_2 \cdot 100 / g_1, \text{ де}$$

G - надходження фактичне токсикантів у ґрунт з добривом, мг/га; d – норма добрив у розрахунку за діючою речовиною, кг/ га; g_1 – уміст елемента у діючій речовині у добриві, %; g_2 – уміст токсичного елемента у добриві, мг/кг.

Таблиця 3.1

Усереднені коефіцієнти толерантності ґрунтів відносно біохімічно активних елементів

Ґрунтова-кліматична зона	Коефіцієнт толерантності (k_t), бал						
	<i>Pb</i>	<i>Cd</i>	<i>F</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>	<i>Ni</i>	<i>Co</i>
Полісся	0,31	0,15	0,82	0,33	0,11	0,36	0,12
Лісостеп	0,70	0,52	0,43	0,73	0,55	0,67	0,51
Степ	0,72	0,61	0,24	0,77	0,67	0,77	0,53

За протяжністю часу для набору критичної концентрації біохімічно активних елементів ґрунтом (T_k) нами пропонується наступна градація ризику застосування мінеральних добрив: менше 10 років - високо небезпечний; 10-31 – небезпечний; 32-100 – помірно небезпечний і більше 100 років - мало небезпечний рівень. На основі наведеної градації було визначено класи мінеральних добрив з метою встановлення їх потенційного рівня небезпечності (табл. 3.2):

Таблиця 3.2

Оцінка мінеральних добрив за часом досягнення у ґрунті критичної концентрації токсикантів (T_k)

Клас небезпечності	T_k , роки
Високонебезпечний	< 10
Небезпечний	10-30
Помірно небезпечний	31-100
Мало небезпечний	> 100

Прогноз небезпечності мінеральних добрив за величиною T_k передбачає прийняття деяких припущень: по-перше, період напіввиведення ТЕ з ґрунту складає сотні і тисячі років [25], що дозволяє не вносити поправки на міграцію полютантів; по-друге, винос ТЕ культурними рослинами, в більшості випадків, урівноважується привнесенням токсичних елементів з атмосферними опадами [19, 22], а також частина ТЕ, що надходить з мінеральних добрив, включається в обмінний фонд кругообігу агроєкосистеми і знову повертається в ґрунт, тому це дозволяє при розрахунках T_k не враховувати розміри біогенного виносу ТЕ.

За наведеною схемою було проведено розрахунки T_k для ряду відомих мінеральних добрив. Отримані результати показали, що за величиною T_k більшість мінеральних добрив у відношенні таких високотоксичних елементів як Cd, Pb, As не представляє підвищеної загрози. Виключення становлять фосфорні добрива закордонного виробництва. Ця залежність не розповсюджується на фтор - T_k за фтором у більшості випадків менше 100 років, а для окремих добрив - менше 10 років.

Розрахунки T_k дають можливість оцінки потенційної небезпеки нового виду мінерального добрива ще на стадії розробки і, в разі потреби, прийняти необхідні заходи по поліпшенню якісного його складу або обмеження використання його в умовах нестійкості екосистеми.

- оцінка мінерального добрива за перевищенням фонового і гранично допустимого рівня підконтрольних елементів у верхньому шарі ґрунту. Проводиться на основі результатів експериментальних дослідів у конкретних ґрунтових та кліматичних умовах.

Переважає більшість хімічних елементів, які надходять у ґрунтову екосистему з добривами, є для неї характерними природними сполуками. Для кожної агрокліматичної зони притаманний свій уміст елементів у ґрунті – фон (фоновий уміст). Внесення цих елементів у ґрунт ззовні до певної межі не спричинить негативного впливу, але перевищення матиме негативні наслідки.

Співвідношення умісту токсикантів у ґрунті при застосуванні мінеральних добрив до їх фонового вмісту (контрольний варіант) можна використовувати у якості показника екологічного стану ґрунту. Забрудненим можливо вважати ґрунт, у якому уміст токсиканта перевищує фоновий уміст у два-три рази [26, 29]. Виходячи з цього, а також враховуючи рекомендації ННЦ ІГА УААН, нами пропонується наступний поділ мінеральних добрив за впливом на величину нагромадження токсичних елементів у ґрунті (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Оцінка мінеральних добрив за впливом на перевищення фонового вмісту токсичних елементів у орному шарі ґрунту

<i>Клас небезпечності</i>	<i>Перевищення фону, кратність</i>
Високонебезпечний	більше 6
Небезпечний	4-6
Помірно небезпечний	3-4
Мало небезпечний	менше 2

Поруч із фоновим умістом, доцільно проводити оцінку за рівнем перевищення гранично допустимої концентрації (ГДК). Проблеми, перш за все, пов'язані із невідповідністю фонового вмісту токсичних елементів в

грунті та їх допустимим рівнем у валовому умісті. На нашу думку, виходом із ситуації, що склалася, є відмова від нормування біохімічно активних елементів по валовому їх умісту і орієнтування на ГДК рухомих форм. Це ми пояснюємо тим, що негативну дію зумовлюють саме рухомі форми елементів. Ймовірність того, що у ґрунтах з низькою толерантною здатністю кількість біохімічно активних елементів у рухомій формі буде більшою, ніж у високо толерантних ґрунтах навіть при однакових інших умовах, значно вища. У даному випадку можна провести аналогію з біогенними елементами – азотом, фосфором та калієм. Загальний вміст цих елементів у ґрунті використовують лише для характеристики потенційної родючості ґрунтів, а умови живлення рослин оцінюють за вмістом їх рухомих форм. На підставі визначення вмісту у ґрунті саме цих форм робляться прогнози, складаються картограми тощо. Подібний підхід доцільно використовувати відносно оцінки біохімічно активних елементів – лише вміст рухомих форм буде визначати рівень їх небезпечності.

Тому при поділі мінеральних добрив на класи небезпечності за впливом на нагромадження токсичних елементів у ґрунті відносно ГДК, керувалися нормативами екологічної оцінки ґрунтів за їх рухомими формами (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Поділ мінеральних добрив на класи небезпечності за впливом на нагромадження токсичних елементів у ґрунті відповідно до ГДК

<i>Клас небезпечності</i>	<i>Перевищення ГДК рухомих форм, рази</i>
Високо небезпечний	більше 10,0
Небезпечний	2,0-10,0
Помірно небезпечний	1,0-2,0
Мало небезпечний	менше 1,0

3.1.2 Оцінка мінеральних добрив індирективної дії повинна починатися з встановлення впливу на кислотно-основні показники стану ґрунтового середовища за зміною актуальної і потенційної кислотності. Вивчення повинно проводитися на ґрунтах з низькою буферною здатністю, що дозволить визначити максимально можливий рівень негативного впливу добрива на ґрунтову систему.

Можливість мінеральних добрив впливати на кислотно-основні властивості ґрунту обумовлюється наявністю у їх складі педохімічно активних речовин. До них, в першу чергу, відносяться хімічні сполуки, які при взаємодії з ґрунтовим комплексом можуть утворювати кислоти і луги, що призводить до суттєвих змін концентрації катіонів/аніонів і змінює кислотно-основну ситуацію в цілому у ґрунті. Серед традиційних мінеральних добрив, які можуть упливати на кислотні й основні ґрунтові властивості, найактивнішими є азотні добрива, серед яких можна відмітити ті, що порушують рівновагу ґрунтового розчину у бік: підлушення - натрієва селітра, кальцієва селітра; підкислення - аміачна селітра, аміак рідкий, аміак водний, сульфат амонію, сульфат амонію-натрію, хлористий амоній, сечовина (карбамід).

На кислотно-основні властивості ґрунту також впливають калійні і фосфорні добрива, хоча і в меншій мірі. Калійні добрива, де присутній іон SO_4^- , сприяють збільшенню розчинності алюмінію і обмінна кислотність обумовлюється саме його вмістом [31]. Фосфорні добрива у більшості мало упливають на зміщення кислотних властивостей ґрунтів – вони можуть спонукати лиш незначне підкислення (суперфосфати), чи ледь знизити ґрунтову кислотність (преципітат, знефторений фосфат, фосфоритне борошно) [32].

За основу поділу мінеральних добрив індирективної дії на класи небезпечності взято нормативи оцінки екологічного стану ґрунтів відносно кислотно-основних властивостей [31]. Визначення класів небезпечності

мінеральних добрив за впливом на актуальну (pH_{H_2O}), обмінну (pH_{KCL}), гідролітичну кислотність наведено в таблиці 3.5.

3.2 Оцінка мінеральних добрив за впливом на біологічну активність ґрунту. Найбільш важливим етапом досліджень нових видів мінеральних добрив директивної і індирективної дії, є вивчення їх впливу на біологічну активність ґрунту за реакцією відповідних біологічних тестів (організмів-індикаторів або за активністю протікання позаклітинних біохімічних процесів).

Таблиця 3.5

Поділ мінеральних добрив на класи небезпечності за показниками впливу на кислотно-основні властивості ґрунтового розчину

Показник	Класи			
	I	II	III	IV
<i>pH водний</i> підвищення кислотності на од. pH підвищення лужності на од. pH	більше 2,5 більше 1,3	2,5 – 1,0 1,3 – 0,8	0,9 – 0,5 0,7 – 0,3	менше 0,5 менше 0,3
<i>pH сольовий</i> підвищення кислотності на од. pH	більше 1,5	1,5 – 1,0	0,9 – 0,5	менше 0,5
<i>Кислотність гідролітична</i> підвищення на мг-екв/100 г ґрунту	більше 4,0	4,0 – 2,0	1,9 – 1,0	менше 1,0

Оцінка мінеральних добрив за впливом на біологічну активність ґрунту є обов'язковою як для мінеральних добрив директивної, так і для мінеральних добрив індирективної дії, оскільки дає можливість врахувати весь комплекс можливих негативних ефектів.

Рівень впливу мінеральних добрив на біологічну активність ґрунту визначається за такими показниками як максимально нетоксична доза і порогова доза. Максимально нетоксичною дозою агенту (в даному випадку мінеральних добрив) вважається доза, яка не викликає будь-яких змін у тест-організмі або у протіканні біологічних процесів. Порогова доза, це доза, яка викликає певні зміни тест-організмів або у протіканні біологічних процесів [31]. Важливим етапом роботи по проведенню оцінки мінеральних добрив за

впливом на біологічну активність ґрунту є вибір чутливих тест-організмів або процесів.

За відповідною реакцією найбільш чутливого біологічного тесту встановлюється максимально нетоксична і порогова доза мінерального добрива.

Найбільш придатними показниками стану мікробіоценозу при вивченні дії хімічних речовин є показники динаміки загальної чисельності мікроорганізмів ґрунту. Набір ферментативних реакцій, що підлягає вивченню, не є строго обов'язковим у всіх випадках, він може змінюватися залежно від природи мінерального добрива. Згідно досліджень А.Галстяна, активність ферментів різних груп корелятивно пов'язана між собою, тому можна обмежитися визначенням активності одного ферменту, або представника з кожної групи.

Для поділу мінеральних добрив на класи за показниками впливу на біологічну активність ґрунту, використовували загальноприйняті методичні підходи [19], які передбачають встановлення класу екотоксикологічної небезпечності мінерального добрива за показниками пониження активного росту біо-тестів і за часту поновлення попереднього їх стану. За таких умов, оцінку мінеральних добрив необхідно проводити за градацією, наведеною у таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Поділ мінеральних добрив на класи небезпечності за показниками впливу на активність біологічних процесів ґрунту

<i>Клас небезпечності</i>	<i>Зниження чисельності тест-організмів, %</i>	<i>Час відновлення чисельності тест-організмів, міс.</i>
Високо небезпечний	50-100	більше 6
Небезпечний	24-50	3-5
Помірно небезпечний	10-24	1-2
Мало небезпечний	менше 10	менше 1

3.3 Використання біотестів задля оцінки впливу техногенних добрив на ґрунтову систему

Всупереч антропогенному навантаженню мікробіота видозмінюється як структуровано, так і функційно, що впливає у послідовну зміну чотирьох адапційних зон. У «зоні гомеостазу», яка характерна для низького навантаження, відбуваються зміни загальної біомаси мікробної спільноти за постійного складу. Вищі рівні навантаження викликають зміни мікробної ценозу у вигляді перерозділу спільноти за домінуванням, у той час, як загальний склад лишається незмінно «зона стресу». Відбувається розвиток токсино-утворюючих мікроорганізмів. Для «зони резистентності», що охарактеризована надмірним навантаженням, притаманні видозміни мікробценозу. Видовий склад швидко скорочується унаслідок гибелі більшості організмів, властивих контрольному ґрунту. Наступне звищення навантажень призведе до повномірного припинення зросту і розвивання мікробів у ґрунті – «зона репресії» [27].

Дослідження показали, що тривале застосування мінеральних добрив в цілому призвело до збільшення загальної чисельності мікроорганізмів у темно-сірому опідзоленому ґрунті. Але при застосуванні високих доз мінеральних добрив відбувалося пригнічення діяльності (рис. 3.2).

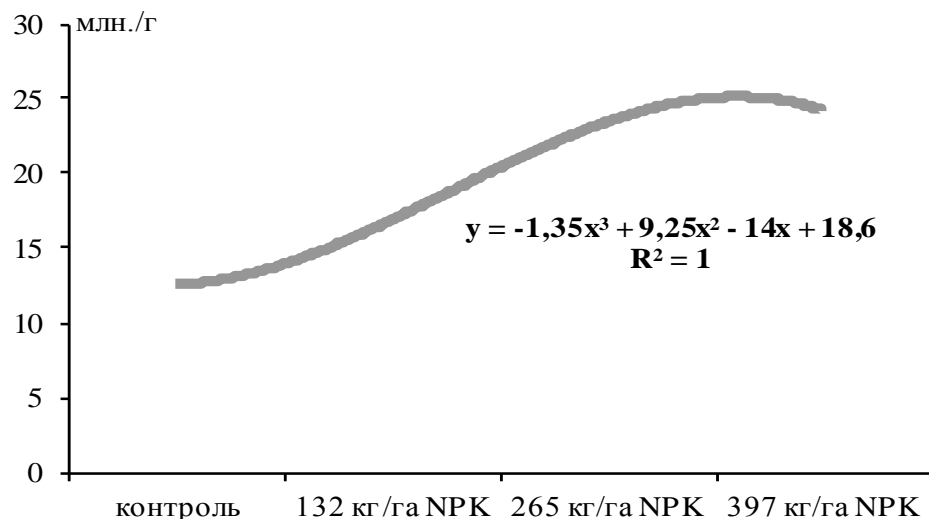


Рис. 3.2. Уплив довготривалого застосування техногенних добрив на загальну чисельність мікроорганізмів (орний шар), млн/г ґрунту

На фоні загальної тенденції до зменшення чисельності мікроорганізмів у ґрунті при застосуванні підвищених доз NPK (вище 180 кг/га NPK) спостерігалось збільшення кількості таксономічних груп, здатних до токсинування, що характерно для другої адаптивної зони – зони стресу. Чисельність грибів зросла з 112 до 153-160 тис., стрептоміцетів – з 4,09 до 5,3-5,8 млн., або відповідно на 36,4-40,8 % і 26,7-44,0 % (рис.3.3).

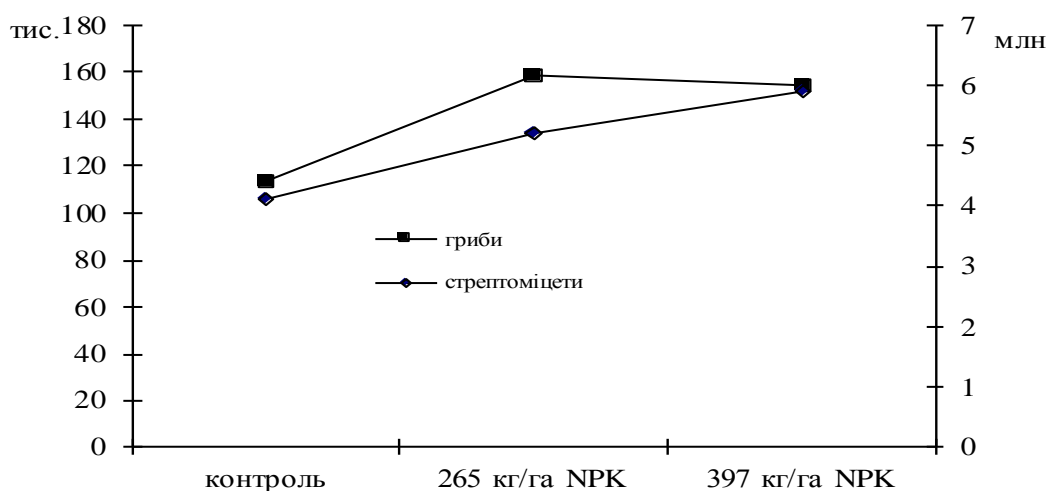


Рис.3.3. Уплив тривалого застосування техногенних добрив на чисельність токсинувальних груп мікроорганізмів

Для оцінки негативного впливу агрохімікатів на ґрунтову систему нинішні дослідження пропонують використання методу біо-тестування, або спостереження за відповідною реакцією тест-організму на вплив чинників середовища. Даний вид дослідження у цій галузі найбільш об'єктивний. Він базується на реалізації процесів, які відбуваються в організмі, зумовлені специфікою як організму, так і середовища. Організм залежить від середовища через характер його ресурсів і чинників, які впливають на харчування і обмін речовин. За стан середовища можна стверджувати по кількості чи інтенсивності розвивання видів або популяцій, чи, навіть угруповань якихось живих організмів. Чутливішими до впливу чинників середовища є види з низькою толерантністю, переважно – стенобіонти, тобто організми з низькими життєвими можливостями із-за зміни якогось чинника середовища, і антропоїчного [6, 7, 27].

За забруднення ґрунту «важкими металами» на рівні половини ГДК проявлявся стимулюючий ефект відносно рослин ячменю – біопродуктивність у порівнянні до контролю зростає на 15,0 %. Отже, ці концентрації важких металів не спричиняють руйнації толерантного потенціалу рослин і грають роль мікроелемента, або стимулятора фізіологічного процесу. З техногенними добривами до ґрунту потрапляє мізерна кількість біохімічно активних елементів, і перевищення рівня ГДК за їх валовими формами спостерігається у крайніх випадках, тому у відношенні екотоксикологічної оцінки мінеральних добрив за показниками фітотоксичності результати можуть бути необ'єктивними [6, 7].

Подібна залежність спостерігалась за використання онто-генетичного дослідження, або вивчення реакції тест-організму на певному етапі розвитку. Установлення «токсичності ґрунту» за показниками розвитку зернівки пшениці (I-II етапи органогенезу) виявилось можливим лише при високому рівні забруднення ґрунту: 5,0 ГДК Cd, Pb, Zn, Cu. В цьому випадку відмічалось пригнічення розвитку первинного (зародкового) кореню. За

менших рівнів забруднення (половина ГДК) на початкових етапах органогенезу помітною була активація росту кореня і пагона, себто важкі метали у той час виконують роль мікроелемента (табл.3.7).

Створення лінії тренду з використанням рівняння полі-номінальної залежності активності розвитку тест-організму до забруднення ґрунту токсинами дало можливість зробити оцінку фітотестів за показниками їх зовнішнього і внутрішнього розвитку. Рівень активної толерантності складав 4,0 і 8,1 умовних одиниць відповідно (рис.3.4).

Таблиця 3.7

Визначення токсичності штучно забрудненого важкими металами дерново-середньопідзолистого ґрунту за показниками стану тест-рослин

Варіанти	Вид фітотестування					
	Продуктивність, тест-рослина – <i>ячмінь</i> <i>ярий</i>		Стадія онтогенезу, тест-рослина - <i>зерно пшениці</i>			
			зародковий корінь		пагін	
	т/га	% до контролю	см	% до контролю	см	% до контролю
Контроль	2,62	-	4,81	-	1,32	-
0,5 ГДК <i>Cd, Pb, Cu, Zn</i>	3,04	+ 16,1	5,58	+ 16,1	1,94	+ 46,5
1,0 ГДК <i>Cd, Pb, Cu, Zn</i>	2,22	- 15,3	4,57	- 6,3	2,21	+ 65,3
5,0 ГДК <i>Cd, Pb, Cu, Zn</i>	загибель	-	3,40	- 29,2	1,15	- 12,7
НІР _{5%}	0,30	-	1,01	-	0,67	-

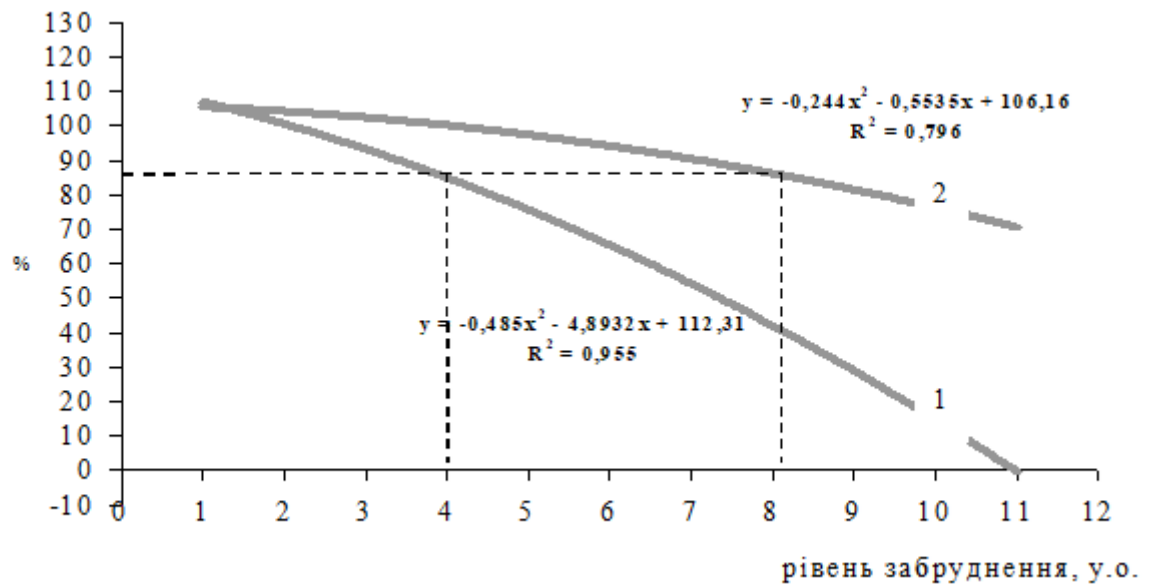


Рис.3.4. Фітотестування забруднення дерново-середньопідзолистого ґрунту важкими металами: 1 – ячмінь (урожай зерна, т/га), 2 – корінь пшениці (довжина, см)

Апроксимація отриманих даних дала можливість провести порівняльну оцінку біотестування за активністю поліфенолоксидази і пероксидази [24]. Рівень толерантності названих ферментів ґрунту був майже однаковий і відповідно 1,6 і 1,75 умовної одиниці (рис. 3.5).

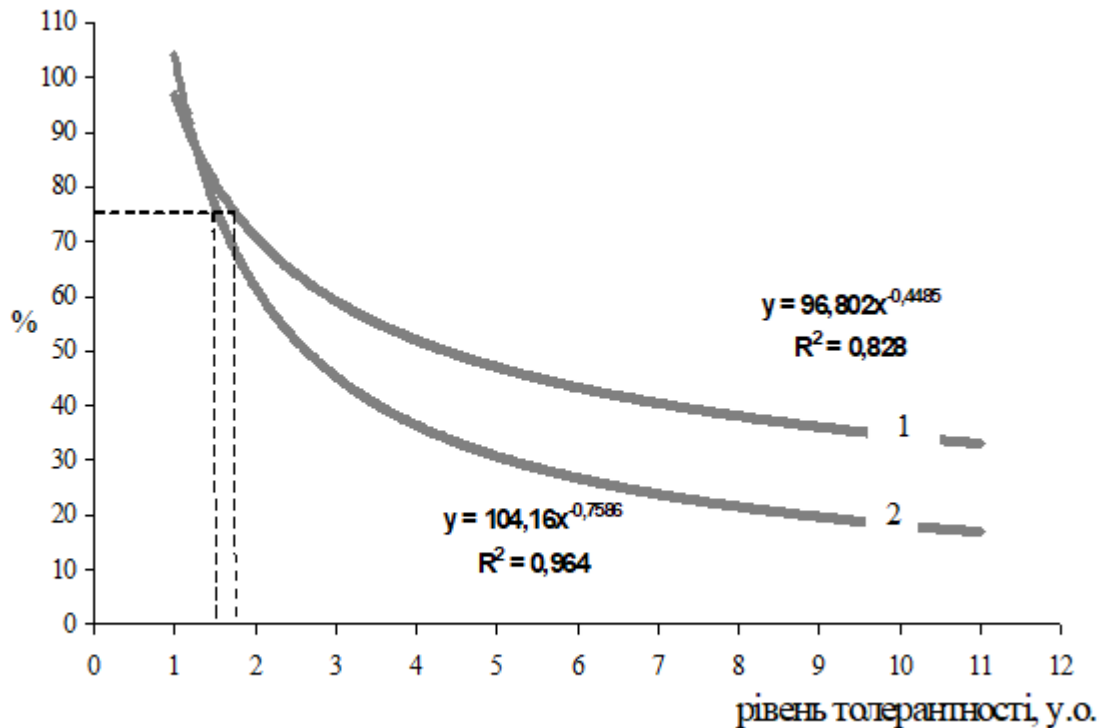


Рис.3.5. Біотестування забруднення дерново-середньопідзолистого ґрунту важкими металами (за активністю ґрунтових ферментів: 1 – поліфенолоксидаза, 2 – пероксидаза)

Поряд з активністю ферментів, чутливим до забруднення виявився такий показник стану ґрунту, як його нітрифікаційна здатність, яка є опосередкованим показником активності певної касти бактерій роду нітросомонас, нітробактер, і т.п.. Бактерії-нітрифікатори окисляють аміак аж до нітритів, наступна група нітробактер – нітрити окислюють до нітратів [6, 24].

Установлено, що оцінка впливу техногенних добрив на забруднення ґрунту біохімічно активними елементами і зміна кислотно-основних властивостей можливо зробити за активністю ґрунтових ферментів (оксидоредуктаз), а також за нітрифікаційною здатністю.

Фітотестування може ефективно використовуватися для оцінки негативного впливу мінеральних добрив на ґрунтову систему лише в разі застосування їх у високих дозах, або застосування низько концентрованих

добрив з високим вмістом токсичних домішок.

3.4 Послідовність проведення агроекологічної оцінки техногенних добрив за дією на ґрунтову систему.

Рівень негативного впливу техногенних добрив на ґрунтову систему будуть визначати такі основні фактори:

якісний склад добрива - уміст біохімічно і ґрунтово-хімічно активних речовин, що можуть негативно діяти на ґрунт;

величина потенціально-небезпечних елементів, що будуть потрапляти з добривами до ґрунту. Даний показник залежить, як від умісту токсикантів в добриві, так і норми внесення і періодичності застосування його;

ґрунтово-кліматичні умови у яких використовуються добрива, що можливе сприянню прояву небажаних властивостей добрив чи знижувати негативний вплив їх на ґрунт.

В ході експерименту встановлювався і за певними екотоксикологічними показниками встановлювався *гранично допустимий рівень внесення* мінеральних добрив, який не призведе до руйнування адаптивного потенціалу елементів у екосистемі і забруднення довкілля.

До складу техногенних добрив входять хімічні речовини з певним ефектом кумуляції, тому доцільно, крім максимально рекомендованих доз внесення МД, враховувати можливість сумарного накопичення речовин у ґрунті і досліджувати дози в декілька разів вищі рекомендованих.

Загальна схема наведена на рис. 3.6.

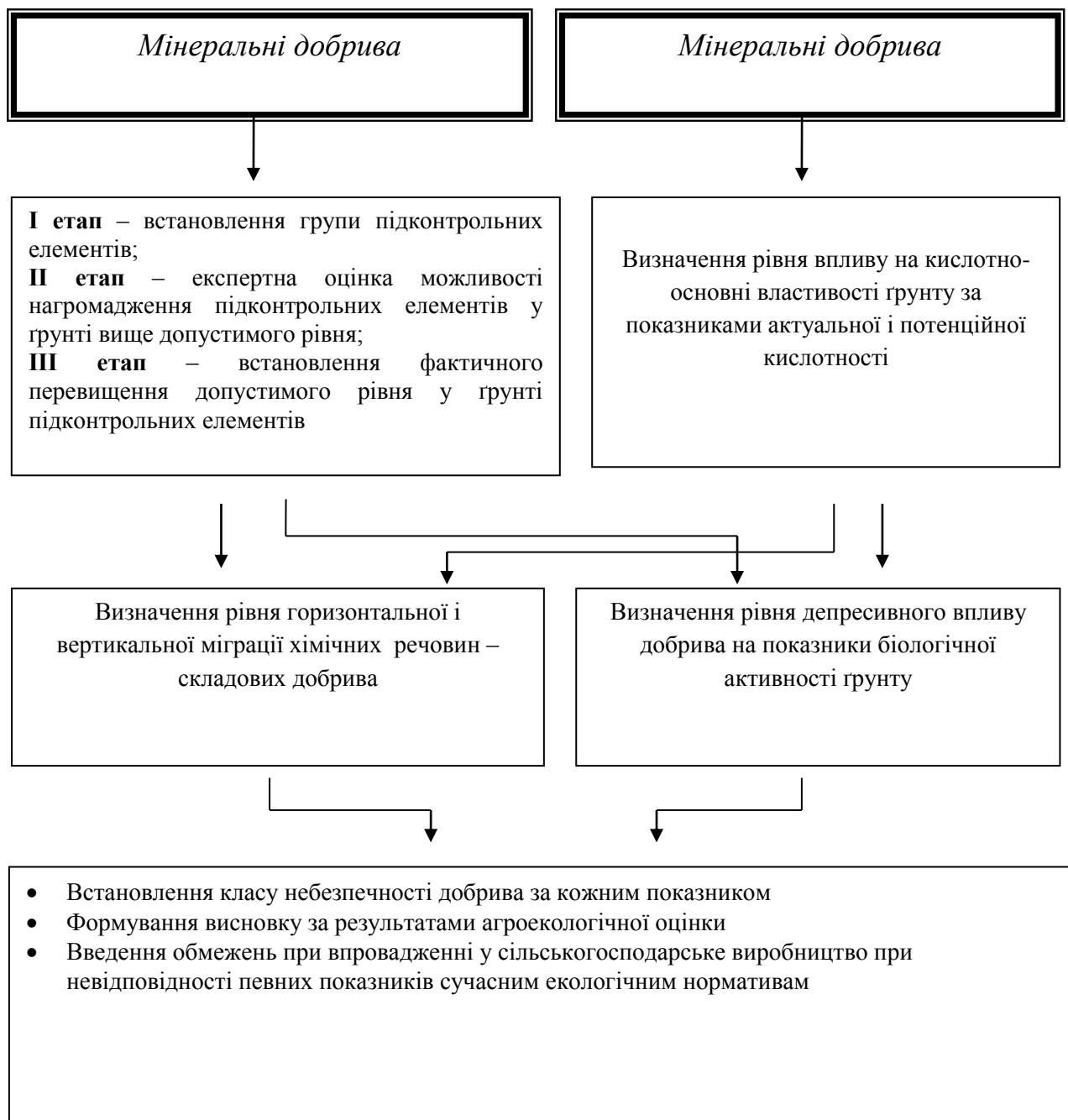


Рис. 3.6. Схема проведення агроекологічної оцінки мінеральних добрив

Висновок до розділу.

Алгоритм досліджень різних видів мінеральних добрив повинен базуватися на їх поділі на групу директивної і індирективної дії, що дозволяє врахувати особливості впливу мінерального добрива на ґрунтову систему і уникнути зайвих досліджень. До групи директивної дії необхідно відносити мінеральні добрива, які містять у своєму складі значну кількість біохімічно

активних елементів; до групи індирективної дії – мінеральні добрива, які впливають на педохімічні властивості ґрунту.

ВИСНОВКИ

1. Техногенні добрива можуть бути причиною небажаних впливів на процеси перетворення, що є у ґрунті. Внаслідок їх застосування може відбуватися погіршення екотоксикологічних показників ґрунту, та, як наслідок, якості продукції, природних вод тощо.

2. Для урахування особливості дії техногенних добрив на процеси, що проходять у ґрунті необхідно провести їх поділ на групи директивної дії (містять значну кількість токсикантів) та індирективної дії (упливають на кислотно-основні властивості). Схема досліджень різних видів техногенних добрив, яка орієнтована на цьому поділі, дає можливість акцентувати увагу на більш нагальних можливих небажаних впливах.

3. Науково-обґрунтовану агроекологічну оцінку техногенних добрив до їх впровадження у сільськогосподарське використання, необхідно проводити за чотирьохступеневою класифікацією небезпечності. Показники даної класифікації дозволяють встановити величину впливу техногенних добрив на екотоксикологічні, агрохімічні і інші властивості ґрунту; розподіл на класи дозволяє виявити відповідність екологічним нормам.

4. Оцінюючи техногенні добрива директивної дії перш за все увагу необхідно звертати на найбільш небезпечні елементи – Cd, As, F, Pb. Переважна їх більшість (до 70%) потрапляє у агроecosистему з фосфорними добривами, з азотними і калійними - 18%, вапняковими добривами до 13%.

5. Контроль за вмістом Cd, Pb, F, Zn, Cu, Ni, Co за застосування техногенних добрив безумовно проводити роздільно, оскільки екотоксикологічна небезпечність їх залежить не від маси, а тільки кількості, що є у рухливих формах. Рухомість Cd, Pb, F, Zn, Cu, Ni, Co є функцією фізико-хімічних властивостей ґрунту, які, в свою чергу, визначають його стійкість до забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дегодюк Е.Г. Еколого-техногенна безпека України / Е.Г. Дегодюк, С.Е. Дегодюк. – К.: Видавництво ЕКМО, 2006 – 306 с.
2. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні / А.В. Яцик. – К.: Генеза, 2001. – 216 с.
3. Барановський В.А. Територіальні передумови переходу України на модель екологічного сталого розвитку (теорія і практика картографічного дослідження). / В.А.Барановський – Київ: Укргеокартографія. 1998. – 96 с.
4. Кисель В.И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы. / В.И. Кисель – Харьков: Штрих, 2000. – 162 с.
5. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні: Монографія / За ред.. М.К.Шикули. – К.: Оранта, 2000. – 389 с.
6. Кисіль В.І. Агрохімічні аспекти екологізації землеробства. / В.І. Кисіль – Харків: Вид. «13 поліграфія». 2005р. – 167с.
7. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / [під. ред. М.К. Шикули]. – К.: Оранта, 1998.– 680 с.
8. ISO 10007:2003 Quality management systems – Guidelines for configuration management.
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М., Минсельхоз РФ, ЦИНАО, – 1992. – 40 с.
10. Метод почвенной съемки по описанию разрезом // Полевой определитель почв.– К.: Урожай, 1981. – 320 с.
11. Якість ґрунту. Метод визначання органічної речовини: ДСТУ 4289:2004 – К.: Держспоживстандарт України, 2004. – (Національний стандарт України).
12. Якість ґрунту. Визначення вмісту органічного і загального вуглецю методом сухого спалювання (ISO 10694:1995, IDT): ДСТУ ISO 10694 – 2001 – К.: Держспоживстандарт України, 2001. – (Національний стандарт України).

13. Якість ґрунту. Визначення рН (ISO 10390:2005, IDT): ДСТУ ISO 10390 – 2005 – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – (Національний стандарт України).

14. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО: ГОСТ 26483 – 85 – [Действителен от 01.07.1986] – М.: Министерство сельского хозяйства СССР – 1986 – 6 с. – (Межгосударственный стандарт).

15. Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методами ЦИНАО: ГОСТ 26487 – 85 – [Действителен от 01.07.1986] – М. – 1985 – 14 с. – (Межгосударственный стандарт).

16. Методические указания по определению нитрификационной способности почв. – М., «Союзсельхозхимия», 1984 – 16 с.

17. Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Мачигіна: ДСТУ 4114 – 2002 – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – (Національний стандарт України).

18. Ґрунти Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова: ДСТУ 4115 – 2002 – К.: Держспоживстандарт України, 2002. – (Національний стандарт України).

19. Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. [утв. Минздравом СССР 13.03.1987] – № 4266-87 – 1987.

20. Методические указания по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Гидрометиздат, 1981. С. 45 – 73.

21. Волощук Т. С., Коржик М. І. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації пшениці озимої до негативних факторів природного середовища за впливу гербіцидних препаратів. *Сільське господарство - сталий розвиток України*: зб. тез наук. робіт всеукр. наук.-практ. конф., 12 листопада 2020 р. Житомир. С. 127-130.

22. Панников В.Д. Почва, климат, удобрение и урожай. / В.Д.

Панников, В.Г.Минеев – М.: Колос, 1977. 416 с

23. Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок / [за ред. академіка О.О. Созінова]. – Київ. – 1996. – (Керівний нормативний документ).

24. Волощук Т. С., Коржик М. І. Фізіолого-біохімічні аспекти адаптації пшениці озимої до негативних факторів природного середовища за впливу гербіцидних препаратів. *Сільське господарство - сталий розвиток України: зб. тез наук. робіт всеукр. наук.-практ. конф., 12 листопада 2020 р. Житомир. С. 127-130.*

25. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / [за ред. В.П. Патики, О.Г. Тараріко]. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 296 с.

26. Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения / [Сайко В.Ф., Малиенко А.М., Мазур Г.А. та ін.] – К.: Урожай, 1993. – 319 с.

27. Коржик М.І. Оцінка техногенного добрива за ступенем забруднення орного шару ґрунту токсичними елементами. *«Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій»*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції Поліського національного університету, 19 листопада. 2020 р. Житомир: 2020. С. 51-53.

28. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ4362: 2004 [Чинний від 2004-12-09] – К. : Держспоживстандарт України, 2006. – 19 с. – (Національний стандарт України).

29. «Положення про склад і зміст матеріалів оцінки впливу запроєктованої господарської діяльності на стан оточуючого середовища і природних ресурсів (ОВНС)...» Екологічний аудит: Посібник з екологічного менеджменту і екологічного аудиту / Шевчук В.Я., Саталкін Ю.М., Навроцький В.М. та інш.– К.: Символ-Т, 1997. – 221с.

30. Гладюк М. М. Основи агрохімії. Хімія в сільському господарстві. — К., Ірпінь: Перун, 2003. — 288с.

31. Агрохімія / І. М. Карасюк, О. М. Геркіял, Г. М. Господаренко та

інші / За ред. І. М. Карасюка. — К.: Вища школа, 1995. — 471с.

32. Астрелін І. М. Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей : підручник / І. М. Астрелін, Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О. Я. ЛОБОЙКО, Г. І. ГРИНЬ та ін. — Харків : НТУ «ХП», 2011. — 288 с

33. Норми якості води // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 131.

34. Коржик М.І. Оцінка техногенних добрив за впливом на показники біологічної активності ґрунту. *Магістерські читання – 2020 : тези доповідей III студентської конференції (04 грудня 2020 р., м. Житомир) – Житомир : Видавництво «Поліський національний університет», 2020. С. 49-51.*