

Міністерство освіти і науки України
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет агрономії та лісівництва

Спеціальність: 101 Екологія

«Допускається до захисту»
Завідувач кафедри екології та охорони
навколишнього середовища
доцент _____ Ткачук О.П.
«___» _____ 2021 р.
протокол № ___ від _____ 2021 р.

Агроекологічний стан ґрунтів Вінницького району

01.05. – ВР 290 м 29 12 20. 003

Студент-випускник

Н.М. Дергун

Керівник дипломної роботи,
професор

С.Ф. Разанов

Рецензент

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Агроекологічний стан ґрунтів Вінницького району» : 50 с., 7 рис., 2 табл., 51 літературних джерел.

Об'єкт дослідження: ґрунти Вінницького району.

Предмет дослідження: хімічний склад та забруднення ґрунтів важкими металами.

Мета роботи: проведення моніторингу та надання агроекологічної оцінки ґрунтів Вінницького району.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання:**

- вивчити вміст гумусу в ґрунті;
- вивчити рН ґрунту;
- вивчити вміст рухомого фосфору та обмінного калію в ґрунтах;
- вивчити інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами;
- встановити коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді у ґрунтах.

Методи дослідження: лабораторні; аналітико-діагностичні; математико-статистичні (для обробки даних); комплексні.

На основі проведених досліджень та узагальнення літературних даних вперше одержано оцінку агроекологічного стану ґрунтового покриву сільськогосподарських земель Вінницького району. Досліджено якісний склад ґрунту: гумус, кислотність, поживні елементи (азот, фосфор, калій), інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами, встановлено коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунтах.

Проведений аналіз став підґрунтям для визначення шляхів поліпшення агроекологічного стану та раціонального використання сільськогосподарських земель.

Ключові слова: гумус, рухомий фосфор, обмінний калій, важкі метали, ґрунт, свинець, кадмій; цинк, мідь, коефіцієнт небезпеки.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ҐРУНТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА (огляд літератури)	7
1.1. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів	7
1.2. Інтенсивне землеробство в Україні	15
1.3. Шляхи мінімізації деградації ґрунтів	21
РОЗДІЛ 2. УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
2.1. Характеристика Вінницького району та його природно-кліматичних факторів	27
2.2. Методика проведення досліджень	29
РОЗДІЛ 3. АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ	30
3.1. Агрохімічний склад ґрунтів Вінницького району	30
3.2. Інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами	37
РОЗДІЛ 4. ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	40
ВИСНОВКИ	43
РЕКОМЕНДАЦІЇ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	45

ВСТУП

Багатством якої країни і планети в цілому є ґрунт, який є зовнішнім шаром літосфери, бар'єром, що захищає нижчі горизонти від дії зовнішніх факторів природного й антропогенного походження. Вони є невідновним природним ресурсом, оскільки утворилися в результаті складних природних ґрунтоутворних процесів взаємодії біологічного світу з верхнім безплідним шаром порід протягом багатьох тисячоліть. Штучне створення ґрунтів неможливе, як і відтворення історії їхнього природного утворення, тому неможливо зберегти ні рослинний, ні тваринний світ, ні чистоту води та повітря без збереження ґрунтового покриву Землі.

Ґрунт є головним і найціннішим компонентом біосфери, стан та особливості використання якого зумовлюють не лише добробут людства, а й умови життя на Землі. При цьому ґрунти характеризуються високою чутливістю та вразливістю до зовнішніх природних й антропогенних чинників. За останні двісті років спостерігається суттєва деградація ґрунтів, що загалом пов'язано зі збільшенням кількості населення планети (на 2020 рік вона становить 7,8 млрд осіб), що зумовило залучення додаткових площ землі для ведення сільського, промислового виробництва, будівництва та ін.

Господарська діяльність людини є домінуючим фактором у трансформації ґрунтів, а саме: знищенні, погіршенні або підвищенні їх родючості. Антропогенні чинники ведуть до порушення екологічної рівноваги, зміни процесів ґрунтоутворення, впливають на хімічні, фізичні, біологічні процеси, водний і повітряний режими, формують нові його властивості, сприяють деградації ґрунтів, зниженню їх родючості.

Ведення інтенсивного землеробства є одним із найбільш потужних факторів антропогенного впливу на ґрунти, що зумовлює погіршення їхнього екологічного стану. Тому дослідження агроекологічного стану ґрунтів є актуальним.

Мета роботи: проведення моніторингу та надання агроекологічної оцінки ґрунтів Вінницького району.

Об'єкт дослідження: ґрунти Вінницького району.

Предмет дослідження: хімічний склад та забруднення ґрунтів важкими металами.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання:**

- вивчити вміст гумусу в ґрунті;
- вивчити рН ґрунту;
- вивчити вміст рухомого фосфору та обмінного калію в ґрунтах;
- вивчити інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами;
- встановити коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді в ґрунтах.

Методи дослідження: лабораторні, аналітико-діагностичні, математико-статистичні (для обробки даних), комплексні.

Наукова новизна роботи. На основі проведених досліджень та узагальнення літературних даних вперше одержано оцінку агроекологічного стану ґрунтового покриву сільськогосподарських земель Вінницького району. Досліджено якісний склад ґрунту: гумус, кислотність, поживні елементи (азот, фосфор, калій), інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами, встановлено коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунтах.

Практичне значення. Проведений аналіз став підґрунтям для визначення шляхів поліпшення агроекологічного стану та раціонального використання сільськогосподарських земель.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ҐРУНТІВ В УМОВАХ ІНТЕНСИВНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА (огляд літератури)

1.1. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів

Одним з основних компонентів довкілля, що виконує біосферні функції, є ґрунтовий покрив, а його родючість становить одну з основних властивостей, яка має вплив на урожайність. Сільськогосподарське виробництво повинно здійснюватися на тих територіях, де ґрунтовий ресурс буде підтримувати стабільне і безпечне для навколишнього середовища ведення сільського господарства. Єдиний спосіб зробити – це зрозуміти придатність ґрунтового ресурсу, його еколого-агрохімічних показників, а саме: визначити рівень родючості, види та ступінь забруднення, а відтак і екологічний стан ґрунту.

Родючість є основною властивістю ґрунту. Під родючістю розуміють здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення і воді [46]. У більш широкому розумінні поняття родючості полягає у здатності ґрунту забезпечувати рослини всіма необхідними умовами росту і розвитку (а не тільки водою та елементами живлення).

У зв'язку з тим, що ознакою родючості ґрунту є величина врожаю, яка обумовлюється сукупністю властивостей, здатних забезпечувати рослини всім необхідним, О.М. Грінченко зобразив їх у вигляді шестикутника, у кожному з кутів якого стоїть один із факторів, всі вони зв'язані між собою: гумус; гранулометричний склад; будова профілю і щільність; хімічний склад; структура; водно-повітряний і температурний режими; рослинність і мікробіологічна активність [9].

Визначимо ряд факторів, які впливають на родючість. Відомо, що під час розкладання органічної речовини внаслідок дії ферментів, які виділяють гриби і бактерії, відбуваються процеси повторного синтезу, полімеризації і конденсації з утворенням нових високомолекулярних сполук колоїдного характеру. При

цьому утворюється складна органічна речовина, що отримала назву гумус, тобто ґрунтовий перегній.

Гумусові речовини, які утворюються в ґрунті, активно беруть участь у процесах ґрунтоутворення. Гумус відіграє головну роль у формуванні профілю ґрунту. У сприятливих для росту рослин умовах формується добре виражений темнофарбований гумусовий горизонт. Гумус склеює ґрунтові частинки в агрегати (грудочки), сприяючи створенню агрономічно цінної структури і сприятливих для життя рослин фізичних властивостей ґрунту. В гумусі містяться основні елементи живлення рослин (N, P, K, S, Ca, Mg) і різні мікроелементи. Ці елементи у процесі поступової мінералізації гумусових речовин стають доступними для рослин. Гумусові речовини ґрунту служать їжею для гетеротрофних ґрунтових мікроорганізмів. Від вмісту гумусу в ґрунті залежить інтенсивність біологічних і біохімічних процесів, що обумовлюють накопичення поживних речовин, необхідних рослинам. Ґрунтовий гумус надає ґрунту темне забарвлення і сприяє поглинанню сонячної енергії. Багаті гумусом ґрунти більш теплі, в них створюються сприятливі умови для росту і розвитку культурних рослин, а також для ґрунтових мікроорганізмів. Ґрунти з низьким вмістом гумусу відрізняються безструктурністю, поганими водними, повітряними і тепловими властивостями. Ґрунти, багаті гумусом, характеризуються більшою поглинаючою здатністю, кращими водними і фізичними властивостями [10, 46].

Фактори ґрунтоутворення, зовнішні умови значною мірою впливають на накопичення, особливості утворення органічних залишків і склад гумусу. Вирішальну роль у цьому мають рослинність і відповідна їй мікрофлора ґрунту, яка розкладає залишки цієї рослинності. Різні типи ґрунтів містять неоднакову кількість гумусу. Бідні на гумус підзолисті і дерново-підзолисті ґрунти Полісся містять від 0,5 до 2 %, сірі лісові ґрунти Лісостепу – 1,5-3,0%. У чорноземах Лісостепової та Степової зон України від 3 до 6 % гумусу [46].

У систематичному аналізі стану родючості ґрунту з таких показників як гумус та рухомі поживні речовини (азот, фосфор, калій), в умовах

інтенсифікації землеробства надзвичайно важливим є розрахунок балансу гумусу, що дозволяє здійснювати контроль за характером змін його вмісту за існуючої структури посівних площ і рівня застосування мінеральних та органічних добрив. А також встановити, в якому напрямку змінюються ґрунтові процеси – накопичується чи мінералізується органічна речовина. Знаючи ці процеси, розраховуються норми органічних та мінеральних добрив для бездефіцитного чи додаткового балансу поживних речовин у землеробстві, а також розробляється система управління родючістю ґрунтів та охорони їх від деградації. Під час розрахунку балансу гумусу спочатку визначають кількість надходження в ґрунт органічної речовини і гною, користуючись відповідними коефіцієнтами гуміфікації, що показують кількість новоутвореного гумусу. Водночас мають на увазі не величину власне гумусу, а ту його кількість, яка ще перебуває в процесі свого утворення, але вже прив'язана до ґрунтового гумусу у вигляді периферичних ланцюгів. Так, за розрахунками філій ДУ «Держґрунтохорона» баланс гумусу в ґрунтах України протягом 2011–2015 років був дефіцитним і коливався в межах 0,13-0,37 т/га. У цілому середній баланс гумусу за звітній період склав мінус 4797,7 тис. т, що становить мінус 0,21 т/га [28].

Отже, гумус ґрунту необхідно не тільки зберігати, але і піклуватися про збільшення його вмісту та підвищення якості. З цією метою необхідно вносити в ґрунт перегній, торф, компости, висівати багаторічні трави, люпин тощо. Внесення достатньої кількості мінеральних добрив і окультурення сприятимуть розвитку мікрофлори в ґрунті, що, в свою чергу, посилить процеси утворення гумусу з переважанням в ньому гумінових кислот, протиерозійна та безвідвальна обробка ґрунту допоможе запобігти розкладанню і сприятиме накопиченню гумусу.

Як зазначає Гудзь В.П., одним з показників раціонального ведення землеробства в межах окремого господарства і в цілому в державі, відповідно до закону повернення, є баланс таких дефіцитних, біологічно важливих елементів у ґрунті, як азот, фосфор і калій [10].

Щодо вмісту рухомих форм азоту в ґрунті необхідно зазначити, що азот є основним біогенним елементом, що входить до складу білкових речовин, а також ліпоїдів, хлорофілу, алкалоїдів, різних ферментів тощо.

Весь азотний фонд ґрунту поділяються на наступні фракції азоту, які використовуються як критерії оцінки родючості ґрунтів, а саме:

- мінеральний азот є основним джерелом азотного живлення рослин, до складу якого входять нітрати та обмінний амоній, які характеризують забезпеченість рослин азотом ґрунту на момент визначення;
- азот, що легко гідролізується та є найближчим резервом для поповнення мінерального азоту, складається з нітратів, нітритів, амонію, амідів, амінокислот, аміноцукорів, вміст яких у ґрунті показує на потенційне забезпечення азотом рослин протягом всього періоду вегетації;
- азот, що важко гідролізується та становить основну частину валового азоту ґрунту і є резервом забезпечення ґрунту мінеральним азотом;
- азот, який не гідролізується, тобто азот, який практично не бере участі в азотному живленні рослин у ґрунті, а саме: гумінові кислоти, гуміни, азот сполук, які міцно зв'язані з мінеральною частиною ґрунту [48].

Зазначимо, що при діагностиці азотного стану ґрунту для використання при вирощуванні сільськогосподарських культур до уваги беруть або азот мінеральних сполук, або азот, який легко гідролізується [48].

При нестачі азоту в ґрунті проводять внесення азотних та органічних добрив, а також впроваджують сівозміни бобових сільськогосподарських культур [38, 42].

Одним з головних показників родючості ґрунтів також є фосфор. З ним тісно пов'язаний розвиток кореневої системи, її поглинальна здатність, процес синтезу білку, інтенсивність фотосинтезу, продуктивність рослин та якість сільськогосподарської продукції. Вміст солей, що містять фосфор у ґрунтах регулюється мінералогічним складом материнської породи та гранулометричним складом ґрунту, а також деякими іншими важливими параметрами, зокрема, вмістом гумусу (в ньому міститься до половини

фосфорних сполук ґрунту), реакцією ґрунтового розчину, що впливає на розчинність солей ортофосфорної кислоти, складом колоїдного комплексу.

Переважаюча частина фосфору в ґрунті представлена органічними сполуками, відсотковий вміст яких складає від 10-20 до 70-80% усіх запасів фосфору. Тому органічні сполуки служать важливим резервом забезпечення рослин фосфором. Рослини використовують фосфор переважно з добрив. Важливою умовою забезпеченості рослин фосфором є мобілізація його ґрунтових запасів та підвищення ефективності використання фосфорних добрив [49].

Збалансоване живлення фосфором забезпечує кращий розвиток кореневої системи, зокрема відбувається сильніше її розгалуження і проникнення у глибші горизонти, підвищується стійкість культур до вилягання тощо [7]. При недостатньому забезпеченні молодих рослин фосфором на початкових етапах росту та розвитку може спостерігатися зниження врожайності культур, незважаючи на посилене фосфорне живлення в пізніші строки.

Нерідко на природні закономірності розподілу фосфору в ґрунті сильно впливають антропогенні фактори. Так, в зонах довготривалого вирощування цукрового буряку, зокрема, на території Лісостепу спостерігається надзвичайно високий вміст фосфору, що пов'язано з багаторічним внесенням високих норм фосфорних добрив [20].

Згідно з Державним стандартом (ДСТУ 4362:2004) оптимальний вміст рухомого фосфору для головних ґрунтів України, в залежності від сільськогосподарських культур, коливається у межах 70-180 мг/кг ґрунту (оцінка зроблена за методикою визначення рухомого фосфору за методом Чирікова). Пересічно оптимальний вміст у всіх ґрунтах приблизно дорівнює 120-130 мг/кг ґрунту. Нестача в ґрунті рухомих форм фосфорних сполук повинна компенсуватися внесенням фосфорних та органічних добрив [48].

Важливим елементом життєдіяльності рослин є також калій, який є одним із 17 елементів живлення, необхідних для росту та розвитку сільськогосподарських культур, який впливає на створення цитоплазматичних

структур, посилює ферментативну діяльність, сприяє синтезу простих та високомолекулярних вуглеводів, вітамінів тощо.

Калій також підвищує стійкість рослин до шкідників і хвороб, регулює водний режим та підвищує стійкість до посух, а також покращує розвиток кореневої системи. Поряд з азотом і фосфором, калій входить до складу NPK, який за потребою необхідно вносити з добривами для отримання гарних врожаїв [1].

У ґрунті калій представлений мінеральними формами. Його валовий вміст у чорноземних ґрунтах становить 2-2,5% від маси ґрунту, що в 5-50 разів більше, ніж азоту, і 8-40 разів більше, ніж фосфору. Попри високі запаси у ґрунті, лише 0,5-1,2% калію від його валового вмісту перебуває в рухомій формі (водорозчинний та обмінний калій), яка є джерелом живлення рослин. Уміст рухомого калію у ґрунті залежить від ряду факторів, серед яких найважливішими є норма застосування добрив, інтенсивність балансу калію в системі добриво– ґрунт– рослина, фізико-хімічні особливості ґрунту, структура сівозміни, обробіток ґрунту та ін. [44].

На відміну від азоту та фосфору, калій виноситься із врожаєм у невеликій кількості, оскільки він переважно зосереджений у соломі та інших пожнивних рештках культур. Калій слугує регуляторним і транспортним «агентом» у рослині, а головне – сприяє оптимізації якості, за що його називають також «елементом якості» [1].

Рослини здатні поглинати калій у вигляді іону (K^+) безпосередньо з ґрунту. Проте в інтенсивному сільському господарстві лише ґрунтові його запаси не здатні повністю забезпечити зростаючі потреби високоврожайних культур. В такому разі можуть спостерігатись такі симптоми дефіциту калію:

- сповільнення росту;
- дрібне та щупле зерно/насіння;
- зниження ефективності використання води;
- погано розвинена коренева система;
- часте вилягання посівів (злакові) та слабе стебло;

- зменшення врожаю;
- зниження стійкості до хвороб і вимерзання;
- погіршення поглинання азоту [1].

Білера Н. приходиться до висновку, що якість поглинання калію культурами залежить від наступних чинників, а саме: вологості ґрунту; аерації ґрунту; температури ґрунту; системи обробітку ґрунту. Так, чим вища вологість ґрунту, тим краща доступність калію рослинам. Підвищення вмісту вологи у ґрунті асоціюється з кращим надходженням калію в рослину через кореневу систему. Дослідження засвідчили, що культури краще реагують на удобрення калієм в посушливі роки. Наявність повітря також є необхідною умовою для кореневого дихання та поглинання калію. Коренева діяльність і, відповідно, поглинання калію знижується в міру наближення рівня вологи ґрунту до повної вологоємності, за якої рівень кисню буде низьким [1].

Відмічено, що з підвищенням температури покращується коренева активність, функціонування рослини та фізіологічні процеси, що в свою чергу, сприяє кращому поглинанню калію. Оптимальною температурою для поглинання є 16-27°C. За низьких температур спостерігається зниження поглинання. Щодо впливу системи обробітку ґрунту, за ствердженням Білери Н., доступність калію знижується за використання No-till і гребеневої системи посадки. Точна причина такого явища іще не з'ясована. Дослідження свідчать про можливі обмеження для росту коренів та їх поширення у товщі ґрунту [1].

Ґрунти України мають досить контрастний вміст калію, що пояснюється різними мінералогією та гідротермічним режимом. Найнижча забезпеченість культур калієм спостерігається у ґрунтах легкого гранулометричного складу в Поліссі. Водночас у зонах Степу та Сухого Степу вміст калію у ґрунті настільки високий, що в офіційних рекомендаціях щодо удобрення він відсутній для культур з невисоким виносом (пшениці, ячменю). Проте тут слід пам'ятати про правило оптимального зволоження. Дефіцит вологи навіть у ґрунтах із дуже високим вмістом калію може спричинити зниження

надходження останнього до рослин. Висока ефективність калію навіть без внесення азоту та фосфору спостерігається на торф'яних ґрунтах, тому тут його доцільно вносити в першу чергу. Особливо слід звертати увагу на внесення калію на ґрунтах, забруднених радіонуклідами. Справа в тому, що калій і цезій є аналогами. Навіть за найменшого зниження вмісту доступного калію в ґрунті рослини будуть поглинати цезій, приймаючи його за калій. Необхідно зазначити, що калій можна визначити функціональним елементом, який позитивно впливає на процеси трансформації сполук у рослині та їх переміщення, але якщо не буде матеріалу для побудови цих сполук – азоту та фосфору, то й калій буде неефективний.

Кислотність ґрунту поряд з такими важливими агрохімічними показниками як вміст гумусу та макроелементів (N, P, K) відіграє не останню роль у формуванні родючості ґрунту. Адже вона впливає на доступність та засвоєння рослинами поживних речовин, мінералізацію органічних речовин, життєдіяльність мікроорганізмів, коагуляцію і пептизацію колоїдів та інші фізико-хімічні процеси [10].

Кислотність більшою мірою, ніж інші показники, перебуває під дією сільськогосподарського виробництва. Систематичне застосування мінеральних добрив, винос урожаю та вимивання кальцію в умовах промивного режиму, кислі атмосферні опади спричиняють підкислення ґрунтового розчину [10]. Надмірна кислотність створює несприятливі умови для росту і розвитку рослин, знижує ефективність мінеральних добрив, стримує підвищення родючості ґрунтів [42].

Родючість ґрунту є основою усіх засобів виробництва цивілізації, тому головним законом стабільності економіки виступає закон відтворення динамічної родючості, через організацію колообігу органічної речовини в агроценозах. Родючість ґрунту, як відомо, можна відновлювати безкінечно, так як це відбувалося в природі протягом тисячоліть. Врожаї відновлюються уже через 5 років, а не 500 як стверджують деякі ґрунтознавці. Це відбувається завдяки тому, що з підвищенням динамічної родючості ґрунту врожаї

збільшуються до оптимальних, а рентабельність виробництва цієї продукції зростає до максимуму. Іншими словами – високорентабельне землеробство можливе лише на динамічно родючих землях [25].

Науковці ВНАУ зазначають: «перед нами виникає проблема підвищення родючості ґрунтів, як основного засобу сільськогосподарського виробництва. В зв'язку з цим, виникає необхідність бережного і раціонального використання ґрунтів. Кожний землероб повинен удосконалювати свої знання про властивості ґрунтів і повинен вміти регулювати ґрунтові процеси. Адже в різних географічних умовах формуються різні ґрунти, культивуються різні рослини і вони неоднаково реагують на негативні явища. Міри попередження та усунення їх, потребують спеціальних досліджень, іноді дуже тонких і складних, і обов'язково з необхідною статистичною ймовірністю. Саме тому, недостатнє знання природних умов та особливостей ґрунтового покриву, є однією з причин зниження родючості та втрати врожаїв. Таким чином, сьогодні основним завданням є раціональне використання земельно-ресурсного потенціалу у сільськогосподарському виробництві, що потребує належного наукового забезпечення» [46].

1.2. Інтенсивне землеробство в Україні

У сучасних умовах людство дедалі більше стикається зі світовими проблемами, такими як зміна клімату, стрімкий ріст населення, падіння рівня життя, глобалізація сільського господарства, деградація ґрунту, втрата біологічного різноманіття тощо. Інтенсивні технології виробництва продукції рослинництва, засновані ще в 70-х рр. минулого століття, сьогодні проявляють більше недоліків, ніж переваг, таких як негативний баланс елементів живлення, деградація ґрунту, посилена мінералізація у результаті інтенсивного обробітку і застосування тільки мінеральних добрив, інтенсивна хімізація сільськогосподарського виробництва, а також втрати гумусу в результаті ерозії. Якщо така тенденція до зменшення гумусу в ґрунтах зберігатиметься і надалі, то в недалекому майбутньому Україна може опинитися на порозі гумусового

голоду – великої екологічної катастрофи, і тоді вже ніякі агротехнічні, меліоративні, природоохоронні та організаційно-господарські заходи не зможуть відновити агротехнічний потенціал українського чорнозему [25].

Сільське господарство є однією з найважливіших галузей народного господарства. Щоб поліпшити ріст і розвиток сільськогосподарських рослин та забезпечити найвищий рівень урожайності, аграрії все частіше використовують інтенсивні технології, які є головним напрямом науково-технічного прогресу в сільськогосподарському виробництві. При цьому досить часто площі розорюваних територій не мають наукового обґрунтування, порушується оптимальне співвідношення орних земель та екологічно стабільних територій, що є передумовою деградації ґрунтів через інтенсифікацію процесів ерозії, дефляції, підкислення, дегуміфікації, що, зрештою, призводить до зниження їхньої родючості і, як наслідок, зменшення продуктивності сільськогосподарських угідь.

Необхідно зазначити, що Україна має значний земельно-ресурсний потенціал. Станом на 1 січня 2020 р. (за даними Держгеокадастру України) земельний фонд України складає 60,3 млн. га, що становить близько 6 % території Європи. Сільськогосподарські угіддя становлять близько 19 % від загальноєвропейських, у тому числі рілля – близько 27 %. Показник площі сільськогосподарських угідь у розрахунку на одну особу є найвищим серед європейських країн і становить 0,9 га, у тому числі 0,7 га ріллі (середній показник європейських країн – 0,44 і 0,25 га відповідно) [24].

В Україні для господарського використання залучено понад 92 % всієї території. Надзвичайно високим є рівень розораності території і становить понад 54 %. У розвинутих країнах Європи цей показник не перевищує 35 %. Фактична лісистість території України становить лише 16 %, що недостатньо для забезпечення екологічної рівноваги (середній показник європейських країн від 25 до 30 %). Найбільш цінні землі в Україні – це сільськогосподарські угіддя і землі природно-заповідного фонду. Землі природно-заповідного фонду України станом на 01.01.2020 р. складають приблизно 4 млн. га [24].

У складі земель України станом на 01.01.2020 р. сільськогосподарські угіддя становлять близько 41,31 млн. га (68,4 % від загальної площі земель). З них рілля становить найбільшу питому вагу і займає площу 32,76 млн. га (54,3 % загальної площі земель), що свідчить про високу розораність і сільськогосподарську освоєність території України. Порівняно з 2016 роком загальна площа сільськогосподарських угідь зменшилась на 178,9 тис. га, що відбулось переважно за рахунок таких категорій сільськогосподарських угідь як перелоги, пасовища, сіножаті, при цьому площа під орними землями не тільки не зменшилась, але збільшилась на 214,7 тис. га. Відбулося збільшення площі земель під лісами на 53,5 тис. га, що є позитивним з екологічної точки зору. Але скорочення площі природних і напівприродних середовищ існування, включаючи лукопасовищні угіддя, пустирі і торф'яні болота, які характеризуються високим вмістом органічної речовини в ґрунтах, є серйозною причиною для занепокоєння. Про урбанізацію земель, яка потребує відчуження земель для будівництва інфраструктури, зокрема транспортної, свідчить збільшення площі під господарськими шляхами та прогонами порівняно з 2016 роком на 392,3 тис. га [24].

Генетично земельні ресурси України на 60 % складаються з чорноземів. Взагалі ж, за матеріалами великомасштабних досліджень 1957-1961 рр., ґрунтовий покрив України характеризується значною генетичною неоднорідністю, виділено понад 800 таксономічних одиниць ґрунтів [24].

Площа чорноземів в Україні становить близько 25 млн. га, або близько 8 % світових його запасів. Існують важливі зв'язки між характером землекористування, станом земель, з одного боку, і пріоритетними екологічними проблемами – з іншого. Види і характер землекористування – одна з основних причин зміни стану навколишнього середовища. З кожним видом і характером землекористування пов'язаний свій комплекс надбань і втрат для суспільства і природи. Зміни в землекористуванні, наприклад, інтенсифікація сільського господарства або розростання міст, часто спричиняють повну чи часткову втрату корисних функцій земель, зокрема,

таких як потенціал поглинання парникових газів, культурна цінність традиційних ландшафтів, здатність до збереження біорізноманіття тощо і призводять до проблем з деградацією земель, якістю водних ресурсів, з посухами і повеннями, тощо [24].

За визначенням науковців ВНАУ, деградація ґрунтів – це погіршення корисних властивостей та родючості ґрунту внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів. Деградація земель – природне або антропогенне спрощення ландшафту, погіршення стану, складу, корисних властивостей і функцій земель та інших органічно пов'язаних із землею природних компонентів. Забруднення ґрунтів – накопичення в ґрунтах речовин, які негативно впливають на їх родючість та інші корисні властивості. Головною з причин деградації ґрунтів є людська діяльність (антропогенне втручання). Деградація, ерозія ґрунтів, зменшення гумусного покриву планети, забруднення отруйними хімічними й біологічними сполуками й радіонуклідами – такі очевидні наслідки антропогенного впливу на землю [46].

Зазначимо, що в Україні (станом на 01.01.2020) нараховується понад 1,1 млн. га деградованих, малопродуктивних та техногенно забруднених земель, які підлягають консервації; 143,4 тис. га порушених земель, які потребують рекультивациі, та 315,6 тис. га малопродуктивних угідь, які потребують поліпшення. Основними ознаками деградації ґрунтів в Україні, які використовують для інтегральної оцінки їх екологічного стану є:

- втрата гумусу і поживних елементів (зменшення родючості);
- розвиток ерозійних процесів;
- зміна кислотно-лужних умов;
- фізична деградація ґрунтів;
- засолення та осолонцювання ґрунтів;
- забруднення ґрунтів тощо [24].

Вінниччина, як інтенсивнодіючий агропромисловий регіон, не залишилась осторонь окреслених напрямків деградації ґрунтового покриву. Особливо гостро для регіону стоїть питання дегуміфікації і декальцинації

ґрунтів, забруднення радіонуклідами, важкими металами та залишками пестицидів, загальні ознаки агрофізичної деградації (переуцільнення, зниження вмісту агрономічно цінної структури, вмісту водотривких агрегатів тощо. Зокрема, на Вінниччині у різній мірі деградовано 79 % сільськогосподарських угідь і 75,5 % орних земель (у тому числі 9,4 % – сильно деградовані). Основною причиною деградації ґрунтів є прискорена водна та вітрова ерозія, як наслідок розташування орних земель на схилах понад 2⁰, а також застосування еколого-небезпечної техніки та технологій тощо. За даними Державного підприємства «Вінницький науково-дослідний та проектний інститут землеустрою», в області 641,9 тис. га ерозійно-небезпечних земель [46].

Найбільш шкідливими з точки зору екологічної безпеки є погіршення якісних характеристик земель і ґрунтів шляхом забруднення їх небезпечними речовинами. М.М. Воробець визначає, що найпоширенішими забруднювачами земель, які впливають на фізичні й хімічні процеси у них, ріст і розвиток рослин, функціонування наземних і водних екосистем, є мінеральні добрива, нафтопродукти, важкі метали, радіонукліди, пестициди [5].

Зазначимо, що для компенсації втрат мінеральних речовин і підтримання родючості земель вносять добрива: азотні, фосфорні та калійні, які часто виготовлені за екологічно недосконалими технологіями, які, крім основних елементів живлення, містять до 5 % домішок. Так, з фосфорними добривами до ґрунту надходять свинець, кадмій, ртуть, фтор, асмут, радій. З калійними до ґрунту потрапляють натрій, хлор. Багато важких металів надходить з промисловими меліорантами – шлаки, зола, гіпс [42].

Під час внесення добрив не завжди враховують хімічний склад ґрунту, агротехніку культури, терміни й норми внесення, що призводить до їх накопичення в ґрунті й рослинах. Зокрема, у колективній монографії В.А. Мазур, О.П. Ткачук та Л.А. Яковець відзначають, що тривале і систематичне застосування добрив у дозах, що значно перевищують винос поживних речовин сільськогосподарськими культурами, може призвести до низки негативних змін властивостей ґрунту, порушення природних циклів і

режимів та до накопичення у рослинах важких металів, нітратів, залишків пестицидів [29]. Дане ствердження проходить скрізь праці С.Ф. Разанова, Г.В. Гуцол, Г.В. Мудрак, О.І. Врадій [31, 11, 50, 19].

С.Ф. Разанов і О.П. Ткачук дослідили, що інтенсивна хімізація технологічних процесів вирощування основних культур зумовлює накопичення у їхньому зерні важких металів у концентраціях значно вищих ГДК. Зокрема, насіння соняшнику накопичує кадмій та мідь у 3,6 та 1,02 раза вище ГДК відповідно; насіння озимого ріпаку – свинець та кадмій у 1,26 та 1,4 раза вище ГДК відповідно; зерно озимої пшениці та ярого ячменю – свинець у 2,1 раза вище ГДК, що є небезпечним для подальшого використання такого зерна для продовольчих і кормових цілей [31].

Масштабними джерелами надходження важких металів є теплові електростанції, підприємства чорної та кольорової металургії, з видобутку і виробництва будівельних матеріалів, транспорт і комунальні стічні, а також зрошувальні води, пестициди [42].

Забруднення ґрунту важкими металами призводить до зниження врожайності та якості сільськогосподарської продукції. Важкі метали в орних ґрунтах становлять серйозну загрозу і для здоров'я людей, оскільки з ґрунту вони потрапляють в рослини, а з них – в організм [30, 34].

Ще одним із найнебезпечніших видів забруднення земель небезпечними речовинами є радіаційне забруднення. Радіаційний фон земної поверхні залежить від радіоактивності гірських порід, які виходять на поверхню. У породах вулканічного походження більше радіоактивних ізотопів, ніж в осадових. Джерелами радіоактивних ізотопів у ґрунті є такі: розробка родовищ уранових руд; аварії на АЕС; випробування ядерної зброї; паливно-енергетичний комплекс; могильники радіоактивних відходів; втрати під час переробки уранових руд. Прикладом найбільш масового забруднення земель радіонуклідами є забруднення земель і ґрунтів у результаті аварії на Чорнобильській АЕС [5].

За твердженням С.Ф. Разанова, одним з найнебезпечніших наслідків аварії на Чорнобильській АЕС є радіоактивне забруднення сільськогосподарських угідь – орних земель, лісів та лук. Радіоактивні речовини, які входили до складу ядерного палива, сконцентрувалися в об'єктах довкілля, переважно у ґрунтовому покриві, звідки по трофічному ланцюзі мігрують у рослини та їх продукцію, використання якої в харчуванні населення призводить до підвищення їх доз опромінення [34].

Отже, зазначені вище джерела забруднення земель становлять загрозу не тільки тому, що можуть суттєво впливати на погіршення їх якості, а й бути причиною виникнення небезпечних патологічних захворювань у людей, тому є нагальна потреба у вивченні питання мінімізації деградації ґрунтів.

1.3. Шляхи мінімізації деградації ґрунтів

Сьогодні питання ролі та значущості ґрунтів, їх збалансованого використання, управління, охорони та боротьби з деградацією набули глобального рівня. У найбільш розвинених країнах світу висока культура землеробства передбачає не лише інтенсивне використання ґрунтів, а й обов'язкове вжиття заходів щодо запобігання їхньої деградації [28].

При вирощуванні рослинницької продукції за інтенсивного землеробства для забезпечення населення продукцією харчування необхідно постійно вдосконалювати технології вирощування культур без шкідливого впливу на стан ґрунту, які включатимуть розробку протиерозійних заходів, вдосконалення технології обробітку ґрунту та оптимальні обсяги його хімізації.

Для мінімізації деградації ґрунтів рекомендуються заходи, які полягають у створенні оптимального розміру водостійких агрегатів і їх зчеплення. Цього можна досягти шляхом внесення органічних і мінеральних добрив, посівом багаторічних трав, штучним структуруванням ґрунту, зниженням впливу потужної сільськогосподарської техніки, що має велику одиничну масу [15, 16, 41, 43].

Останнім часом в Україні набуває поширення використання соломи та рослинних решток сільськогосподарських культур. Обумовлений він перш за все тим, що в сучасних умовах при значному скороченні поголів'я худоби та обмеженому внесенні в ґрунт органічних і мінеральних добрив підтримання балансу гумусу на відносно задовільному рівні, запобігання деградаційним процесам та підвищення родючості ґрунтів можливе головним чином за рахунок застосування післяжнивних рослинних решток польових культур і, передусім соломи озимих культур як органічних добрив. Так, за рахунок соломи та рослинних решток можна повертати в ґрунт 15-20 кг азоту, 8-10 кг фосфору і 30-40 кг калію на гектар, а також важливі мікроелементи, такі, як бор, мідь, марганець, молібден, цинк, кобальт. Використовуючи як органічні добрива 17-20 млн тонн соломи, можна заощадити понад 100 тис. тонн азоту, 70 тис. тонн фосфору та 250 тис. тонн калію щорічно. Наведені вище Г.М. Калетніком дані свідчать, що солома є цінним органічним добривом, адже за гумусним еквівалентом тонна соломи замінює 2,5-2,8 тонни підстилкового гною [15].

Розглядаючи структуру рельєфу ґрунтового покриву як чинник інтенсивності ерозійних процесів, Л.Ф. Броннікова зазначає, що ерозійні процеси безпосередньо залежать від крутизни схилів, яка і визначає ступінь змитості ґрунтів та є умовою для проведення протиерозійних заходів. Так, при крутизні схилу до 1° – ґрунт не зазнає змиву, його ділянки можна використовувати під будь-які культури; 1-3° – можливий слабкий змив ґрунтів, для їх захисту від ерозії оранку слід проводити упоперек схилів, а під пар і зяб – безполицевий обробіток; 3-5° – спостерігається середній змив ґрунтів; доцільно впроваджувати ґрунтозахисні сівозміни кормового напрямку з великим насиченням багаторічними травами; від 5 до 8° – можливий сильний змив ґрунтів, такі ділянки обмежено використовують у сільському господарстві, необхідним є залуження на бровках балок і ярів; понад 8° – ґрунти сильно змиваються, їх вважають неорнопридатними, вони підлягають залуженню та закріпленню в окремих місцях штучними спорудами; понад 15° – не

використовують у сільському господарстві без проведення спеціальних заходів. Таким чином, структура крутизни схилівих земель певної території є надійним критерієм протиерозійної її стійкості [3].

Вивченню впливу багаторічних трав на ґрунт присвячені праці І.М. Дідура, О.П. Ткачука, С.Ф. Разанова, Н.Я. Гетман та ін. [6, 13, 30, 33, 38, 41]. З дослідних даних Н.Я. Гетман та Г.П. Квітка видно, що після трирічного використання травостою люцерни агроекологічний склад сірого лісового ґрунту поліпшився, вміст гумусу в ньому зріс із 2,3 до 2,7%, рівень рН змінився з 4,6 до 5,4, вміст фосфору зріс із 14,0 до 15,5 мг/100 г ґрунту, а після вирощування еспарцету піщаного і лядвенцю рогатого – відповідно вміст гумусу становив 2,8%, рН – 5,4 і 5,9, фосфору – 17,0 і 18,0 мг/100 г ґрунту [6].

За результатами досліджень О.П. Ткачука встановлено, що дворічне вирощування бобових багаторічних трав (люцерна посівна, конюшина лучна, буркун білий, козлятник східний, лядвенець рогатий, еспарцет піщаний) на сірих лісових ґрунтах сприяло підвищенню вмісту гумусу на 1,2-1,5%, забезпеченості ґрунту обмінним калієм на фоні K_{90} в 1,8-2,7, кальцієм – у 1,4-1,7 раз; підвищенню вмісту гумусу з низького до середнього і підвищеного рівня, обмінного калію – із середнього до підвищеного та високого, та до дуже високого вмісту рухомого фосфору [41].

Отже, багаторічні бобові трави поліпшують родючість ґрунту, захищають його від вітрової й водної ерозії, залишають у ґрунті сухі корені й пожнивні рештки (від 40 до 100-120 ц/га). У їхній кореневій системі міститься від 2,5-3 до 4% азоту (з розрахунку на суху речовину). Після її відмирання й розкладання запаси азоту в ґрунті збільшуються на 150-200, іноді 300 кг/га. Акумуляований у кореневій системі та пожнивних рештках бобових культур азот у ґрунті добре засвоюється іншими культурами сівозміни [37].

Одним із резервів підвищення родючості ґрунтів є використання вегетативної маси рослин, які включені в загальну назву – сидерати (зелені добрива) [36]. Сидерація ґрунту останнім часом починає користуватися все більшою популярністю. Причиною тому послужила як мода на органічне

(екологічно чисте) землеробство так і необхідність внесення органіки в ґрунт, при значному скороченні тваринництва і зростання цін на перегній.

За загальним визначенням сидерати – це рослини, які вирощують перед посівом основної культури з метою підвищення родючості верхнього шару ґрунту та покращення його структури. Найпоширенішими сидератами, які використовують на зелені добрива є: гірчиця біла, жито, ячмінь, гречка, овес, люпин, фацелія, вика, ріпак, редька олійна та ін. [36]. Всі ці рослини, в певній варіації за видами і часу посіву, забезпечують утворення на одному гектарі: органічних добрив – 35-45 тонн; азоту – 127-200 кг; фосфору – 55-58 кг; калію – 149-200 кг; кальцію – 32-140 кг. Ці показники значно перевершують ті, які дає внесення 20 тонн гною на гектар.

Для зниження концентрації рухомих форм важких металів: свинцю, кадмію, міді і цинку у ґрунтах, за ствердженням Гуцол Г.В., необхідно проводити вапнування ґрунтів, що сприятиме зв'язуванню рухомих форм важких металів. Мінеральні добрива слід замінювати на органічні, що суттєво знизить рівень забруднення ґрунтів важкими металами. Збільшення кількості поживних речовин в ґрунтах проводити за рахунок застосування сидеральних культур у якості органічних добрив [12].

С.Ф. Разанов стверджує, що вапнування кислих ґрунтів із розрахунку 6 т/га знижує коефіцієнт накопичення у вегетативній масі гречки цинку у 1,2 раза, міді – у 1,54 раза [34]; чотирирічне вирощування бобових багаторічних трав сприяє більшому виведенню важких металів з ґрунту порівняно з дворічним, зокрема свинцю – у 1,6 – 2,3 раза; кадмію – у 2 – 60 раз; міді – у 15 – 68 раз; цинку – у 1,2 – 8,3 раза [32].

За свідченням Г.В. Мудрак, знизити вміст важких металів (якщо їх концентрація перевищує гранично допустимі концентрації) у ґрунтах є досить складною проблемою. Для її вирішення необхідно підходити комплексно. Поперше необхідно врахувати елементи-антагоністи важких металів, при внесенні яких ґрунт від даного виду важкого металу буде очищатись шляхом заміщення. Цей спосіб є ефективним, але надто дорогим, тому що необхідно

вносити дорогі хімічні речовини у великій кількості. Тому, додає Г.В.Мудрак, більш перспективним способом є не вилучення важких металів, а переведення у малорухомі та малоактивні сполуки. Цього можна досягти шляхом підвищення ємності вбирного комплексу ґрунту внесенням певних добрив, переважно органічних, сидератів, посліду та мікродобрив [50].

Також альтернативою підвищення родючості ґрунтів, зниження їх деградації та підвищення якості та безпеки продукції рослинництва є органічне (біологічне, екологічне) землеробство, яке в останній час впроваджується на території України. Суть якого полягає в об'єднанні агропромислових виробників, які підтримують органічне виробництво сільськогосподарської продукції високої якості за рахунок заміни синтезованих хімічних добрив на безпечні екологічні засоби. Широкого застосування при цьому набуває запровадження стійких сівозмін, використання рослинних решток, вегетативної маси, гною, компостів, багаторічних бобових рослин, сидератів як джерела органіки, механічних і біологічних засобів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин [18, 36].

Відзначаючи роль біологічного землеробства як одного із важливих пріоритетів розвитку сучасного сільського господарства України, О.М. Тітаренко зазначає, що використовуючи основні методи біологічного землеробства для збереження та відтворення агробіорізноманіття, необхідно урізноманітнювати сівозміни, відводити під пасовища луки, ліси, деградовані землі; збільшувати межі природоохоронних територій, ефективно використовувати органічні добрива для підвищення родючості ґрунту [39].

Стан розвитку органічного землеробства та його подальші перспективи на території Вінницької області на високому професійному рівні описано в наукових працях І.В. Гончарук, Я.Г. Цищори, С.Є. Окрушко [8, 45, 26].

Отже, відповідно до структури та обсягів поширення деградаційних процесів в Україні основними напрямками для досягнення нейтрального її рівня науковцями визнано:

- боротьба з процесами дегуміфікації (стимулювання сільгоспвиробників до збереження та відтворення гумусу в ґрунтах);
- зменшення ерозії ґрунтів (дотримання науково обґрунтованих сівозмін та зменшення площ просапних культур);
- подолання агрофізичної деградації (мінімізування механічного впливу на ґрунт);
- запобігання збідненню ґрунтів на поживні елементи (дотримання науково обґрунтованого співвідношення елементів живлення, збільшення надходження елементів живлення з рослинними рештками та органічними добривами, збільшення частки біологічного азоту завдяки бобовим культурам, сидерації, інокуляції насіння та застосуванню мікробіологічних препаратів у землеробстві);
- мінімізування засолення, осолонцювання та підкислення ґрунтів (проведення хімічної меліорації в науково обґрунтованих обсягах);
 - регулювання водного режиму в зонах недостатнього або надлишкового зволоження);
- запобігання забрудненню ґрунтів (важкими металами, радіонуклідами та пестицидами);
- запобігання іншим чинникам регіонального та локального значення [28].

Ці заходи дозволять мінімізувати деградацію ґрунтів, забезпечити збереження родючості ґрунтів, сприятимуть підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва, а також насиченню ринку продовольством і сировиною для переробної промисловості.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика Вінницького району та його природно-кліматичних факторів

Дослідження за темою роботи проводили в умовах Вінницького району, що розташований в центральній частині Вінницької області, до складу якого входять 16 територіальних громад.

За даними органів місцевого самоврядування Вінницького району станом на 01.01.2020 наявне населення складає 98835 чол., зареєстроване населення - 84554 чол.[27].

Вінницький район утворений у 1923 році, його територія складає 0,91 тис.кв.км., у т. ч. сільськогосподарські угіддя становлять 67,8 тис. га із них: рілля – 57,2 тис. га; ліси та інші лісовкриті площі – 17,0 тис. га; забудовані землі – 6,1 тис. га; землі водного фонду – 2,0 тис. га; заповідники – 1,2 тис. га; інші землі – 1,2 тис. га. Район об'єднує 56 населених пункти, у тому числі 2 селища міського типу, 54 сільських населених пунктів та 22 сільських селищних рад [27].

Розташований Вінницький район у центральній частині Вінницької області, яка знаходиться у Південно-Західній частині України в межах Подільської та Придністровської височин. Межує з Липовецьким, Немирівським, Тиврівським, Жмеринським, Літинським і Калинівським районами Вінницької області.

Поверхня Вінницького району представляє собою підвищену пологохвилясту рівнину. Важливою характеристикою геологічної будови є неглибоке залягання метаморфічних та магматичних порід докембрійського фундаменту, які виступають на поверхню в долині річок (пороги на річці Південний Буг). Осадкові породи розміщені по території району нерівномірно і збільшуються у пониженнях рельєфу, а на підвищеннях відповідно зменшуються. Основну

частину осадових порід складають товщі піщано-глинистих і антропогенні відкладів [27].

Вінницький район знаходиться під впливом вологих циклонів, з помірно-континентальним кліматом. Середня температура січня становить мінус 4-6°C, липня – плюс 18-20°C, середні річні суми опадів становлять 590 – 650 мм. В холодний період року (листопад-березень) випадає 155-205 мм, в теплий період року 435- 445 мм опадів. Висота снігового покриву становить в середньому 5-13 см. До несприятливих кліматичних явищ на території району відносять хуртовини, ожеледь, тумани в холодний період року, а влітку спостерігаються грози з градом, суховії [27].

На території району протікає 27 річок і 312 ставків. Малих річок – 12, серед них: Десна (Десенка), Ровець, Вороновиця та інші. Загальна їх довжина - 154 км. Одна річка велика – Південний Буг, довжиною 40 км. Усі річки належать до басейну Південного Бугу. Для річок характерний значний похил русла, деяких з них зустрічаються порожисті ділянки, їхнє живлення відбувається переважно дощовими, сніговими та підземними водами. Річки і ставки району використовують для рибальства, зрошування земель та судноплавства [27].

Необхідно зазначити, що серед зональних типів ґрунтів переважають сірі лісові (50,5%) та типові малогумусні чорноземи (42,1%). Розорано близько 70% території району. За морфологічними ознаками, фізичними та фізико-хімічними показниками ґрунти району є типовими для Вінницької області та в цілому для Лісостепу і сприятливими для вирощування різних сільськогосподарських культур [11].

Рослинність природного походження займає близько 17% території району, з них понад 3% займають лучні степи і луки, 0,5% болота [14].

Вінницький район є агропромисловим районом. Сільське господарство району спеціалізується на вирощуванні зернових культур (ячмінь, пшениця), вирощуванні ріпаку, сої, соняшника, плодово-ягідних культур, а також на виробництві молока, яєць і м'яса.

2.2. Методика проведення досліджень

Для досліджень було використано дані ґрунтового моніторингу Вінниччини, зокрема, Вінницького району відповідно до стандартизованих методик та визначень прийнятих у сертифікованих агрохімічних лабораторіях наданого Вінницькою філією ДУ «Держґрунтохорона».

Еколого-агрохімічне оцінювання земель сільськогосподарського призначення проводили за показниками агроекологічного стану ґрунтів, а саме: якості ґрунту, його родючості, вмісту гумусу, рН ґрунту, доступних форм азоту, фосфору, калію у орному шарі ґрунту, забруднення токсикантами (свинець, кадмій, мідь, цинк). Відбір ґрунтів з сільськогосподарських угідь проводили методом конверту. Концентрацію важких металів проводили за методичними вказівками з атомно-абсорбційних методів визначення токсичних елементів у харчових продуктах та харчовій сировині атомно-абсорбційним спектрофотометром ААС-200 [51].

При проведенні агрохімічного аналізу ґрунту сільськогосподарського призначення застосовуються наступні методи визначення:

- якісних показників ґрунтового покриву: рН (вимірювання згідно з ГОСТом 26483-85;
- вміст рухомого фосфору і калію (встановлення згідно з ДСТУ 4115:2002);
- рухомого фосфору та обмінного калію – за методом Чирікова згідно з ДСТУ 4115:2002;
- загального азоту – за Корнфілдом, ГОСТ 26107-84;
- гумус – за методом Тюріна згідно з ДСТУ 4289:2004.

Для написання та оформлення роботи використовували «Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломних робіт студентами факультету агрономії та лісництва денної і заочної форм навчання галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 – «Екологія» другого (магістерського) освітнього рівня» [21].

РОЗДІЛ 3

АГРОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ҐРУНТІВ

3.1. Агрохімічний склад ґрунтів Вінницького району

Вінницька область є потужним аграрним регіоном, який входить до п'ятірки кращих областей України. Тому, систематичне сільськогосподарське використання земельного фонду Вінниччини, зокрема, Вінницького району, вимагає постійного контролю за станом ґрунтової родючості, ступенем еродованості, реакцією та сольовим режимом ґрунтового середовища, а також рівнем забрудненості важкими металами, радіонуклідами, тощо. Виконання цього завдання потребує проведення постійно діючого моніторингу, що здійснюється за рахунок дослідження агроекологічного стану ґрунтів сільськогосподарського призначення, який допоможе у вирішенні проблем, пов'язаних з моніторингом родючості ґрунтів, забезпечить наукове високоефективне застосування засобів хімізації, сприятиме підвищенню продуктивності сільськогосподарських угідь та збереження довкілля.

За результатами агроекологічного дослідження можна встановити стан родючості ґрунтів та його зміни, розробити агрозаходи щодо захисту ґрунтів від деградаційних процесів, технології високоефективного застосування мінеральних добрив, оптимізації доз, строків і способів їх внесення для вирощування рослинницької продукції.

У ході проведеного моніторингу ґрунтів Вінницького району ми проводили дослідження наступних показників: вміст гумусу; рН ґрунту; вміст поживних речовин (азот, фосфор, калій); забрудненість важкими металами (свинець, кадмій, цинку, мідь). Розглянемо основні складові агроекологічного потенціалу ґрунтів Вінницького району.

Можна стверджувати, що усі основні екологічні функції ґрунту замикаються на одному узагальнюючому показнику – ґрунтовій родючості, безумовною складовою якої є гумус. На сьогодні глобальною проблемою за значимістю є дегуміфікація. Адже на вміст гумусу, зокрема, у природних

екосистемах, опосередковано можуть впливати інтенсивні системи ведення сільського господарства, які є причиною зменшення вмісту гумусу в ґрунтах та погіршення якост, що притаманне Вінницькій області, зокрема, Вінницькому району. Це пов'язане з існуючою нині структурою посівних площ, рівнем застосування органічних і мінеральних добрив та пожнивних решток сільськогосподарських культур, який не забезпечує достатнього надходження органічної речовини в ґрунт і відтворення гумусу, адже в ґрунтах постійно відбуваються два протилежних процеси – мінералізація та синтез, а від того, який із них переважає, й залежить їх гумусний стан. Питання гумусного стану ґрунтів нерозривно пов'язане не лише з екологічним статусом ґрунтів та їх біосферними функціями, а й з моніторингом їх поживного режиму, що і вказує на актуальність наявності постійно діючої системи моніторингу вмісту гумусу в ґрунтах сільськогосподарського призначення.

Аналіз обстежених 13,8 тис.га ґрунтів Вінницького району (рис. 3.1) показав, що із вказаної кількості обстежених земель 26,1 % складають ґрунти з вмістом гумусу від 1,1 % до 2,0 %; 32,6 % – з вмістом гумусу 2,1 % – 3,0 %; 34,8 % – з вмістом гумусу 3,1 % – 4,0 % та 6,6 % – з вмістом гумусу від 4,1 % до 5,0 %.

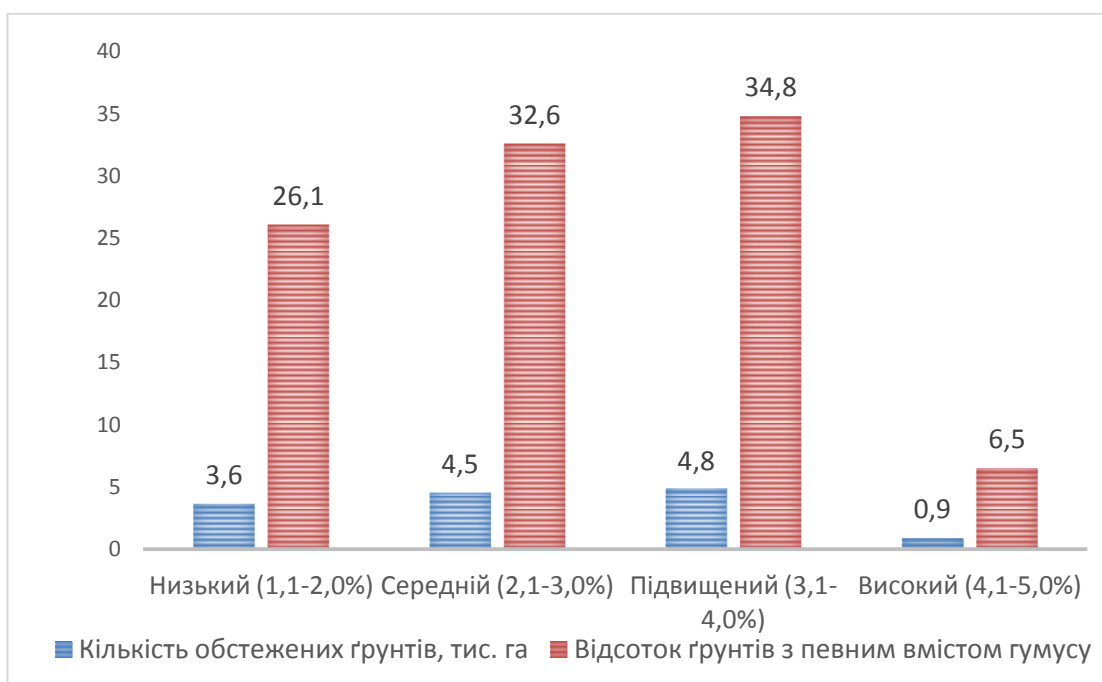


Рис. 3.1. Характеристика ґрунтів за вмістом гумусу

За результатами досліджень можемо також зазначити, що на території Вінницького району поширені ґрунти з вмістом гумусу в орному шарі від 1,1 до 4,0 % (середньозважений показник – 2,87), серед них найбільшу частку займають ґрунти із середнім та підвищеним вмістом гумусу від обстеженої площі (рис. 3.2).

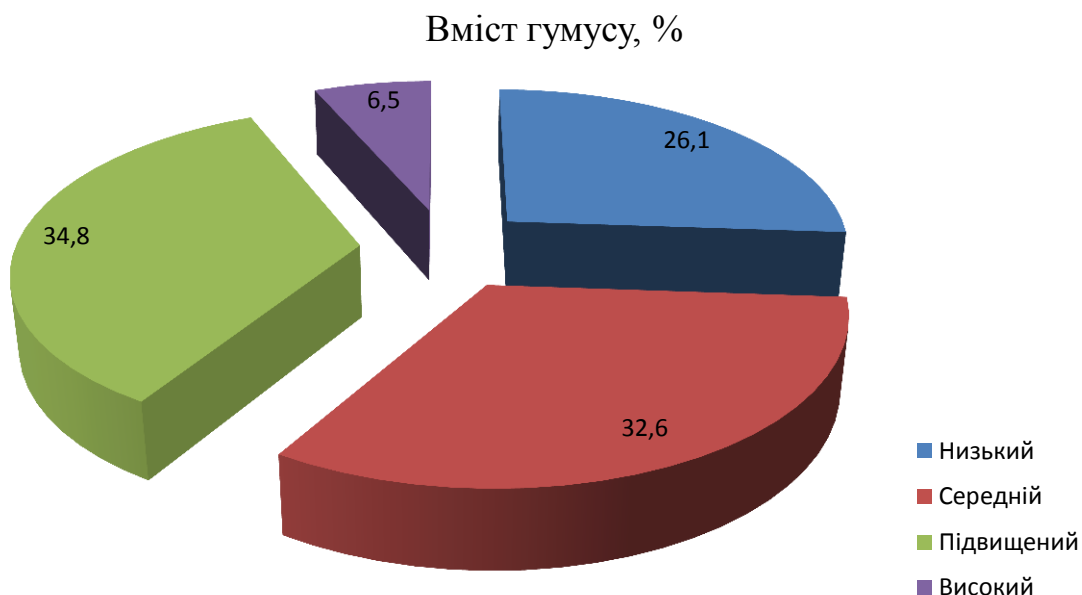


Рис. 3.2. Розподіл площ сільськогосподарських угідь Вінницького району за вмістом гумусу, % від обстеженої

Зазначимо, що за антропогенного впливу на ґрунти, внесення мінеральних добрив у поєднанні з використанням надлишків соломи на добриво і зеленого добрива є істотним джерелом збільшення запасів гумусу в ґрунті. Також для покращання родючості ґрунту, його фітосанітарного стану велике значення мають багаторічні бобові трави, які, накопичуючи в ґрунті фіксований з повітря азот у 2-3 рази більше, ніж інші культури, а також органічні речовини, є кращими попередниками для всіх (крім самих себе) культур сівозміни.

Також серед найвідчутніших проблем в сучасних умовах ведення землеробства є проблема кислотності ґрунтів. Застосування фізіологічно і біологічно кислих мінеральних добрив, переважно азотних, наявність кислотних опадів зумовлюють декальцинацію та підкислення ґрунтів, що генетично мали нейтральну реакцію, призводить до збільшення загальної площі

ґрунтів Вінницької області, зокрема, Вінницького району, які потребують прийняття відповідних заходів. Зазначимо, що ґрунти з підвищеною кислотністю характеризуються гіршими фізико – хімічними та іншими агротехнічними властивостями тому, що колоїдна частина цих ґрунтів бідна на кальцій та магній, багата на катіони водню, алюмінію, марганцю і заліза, що є причиною малого вмісту колоїдної фракції в кислих ґрунтах, їх низька вбирна здатність, слабка буферність, безструктурність. Також відомо, що різні рослини проявляють неоднакову чутливість до кислого та лужного середовища – реакції ґрунтового розчину. Тому визначення кислотності ґрунтів, проведення спеціальних заходів є дуже важливими чинниками щодо підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

За матеріалами агрохімічних обстежень Вінницької філії ДУ «Інститут охорони ґрунтів України» встановлено, що за кислотністю (рис. 3.3) ґрунти району можна розподілити на такі групи: сильнокислі (рН <4,5) – 1,1 тис. га (8,0%), середньо кислі (від 4,6 до 5,0) – 3,3 тис. га (23,9%), слабокислі (від 5,1 до 5,5) – 4,3 тис. га (31,1%), близькі до нейтральних (від 5,6 до 6,0) – 3,1 тис. га (22,5%), нейтральні (від 6,1 до 7,0) – 2,0 тис. га (14,5%).

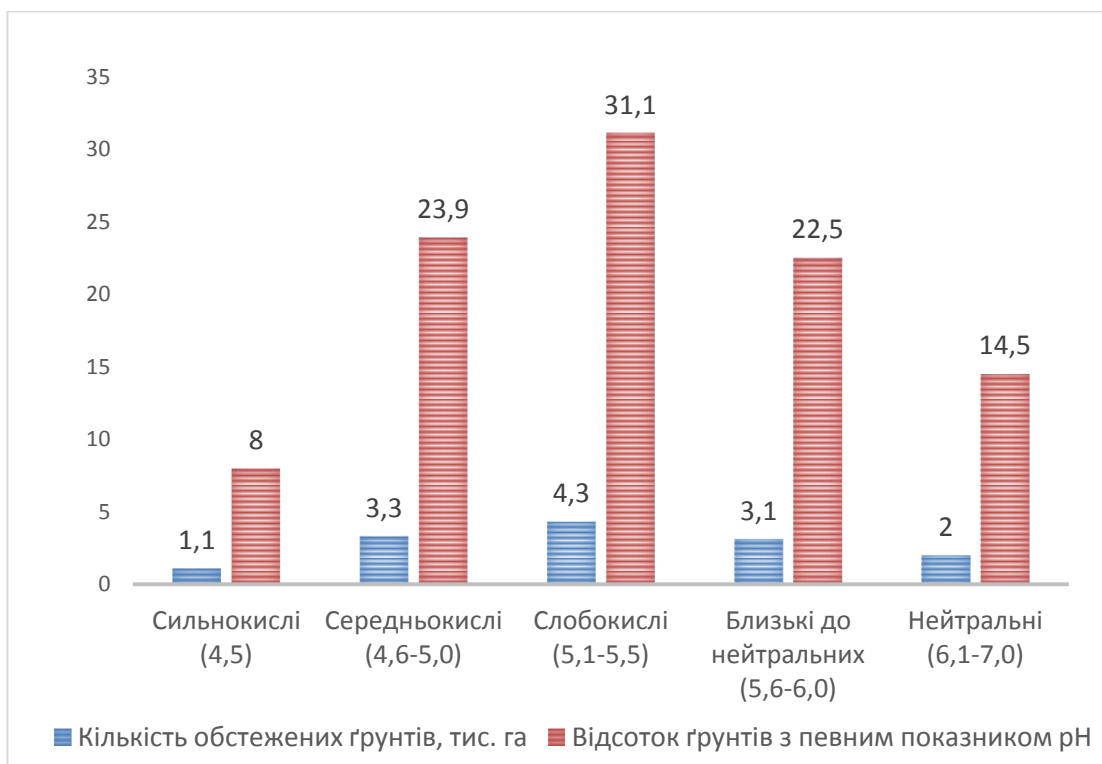


Рис. 3.3. Характеристика ґрунтів за рН показником

Аналіз ситуації щодо кислотності ґрунту (рис.3.4) показав, що найбільшу частку серед обстежених ґрунтів Вінницького району становлять кислі ґрунти з рН від 4,5 до 5,5, які, як зазначалося вище, негативно впливають на рослини та можуть бути причиною зниження врожайності сільськогосподарських культур. При цьому найбільше знижуються валові збори головних культур – пшениці, ячменю, кукурудзи, ріпаку, цукрових буряків. Зазначимо, що така ситуація характерна для всієї Вінницької області, яка є лідером за поширенням в зоні Лісостепу кислих ґрунтів.

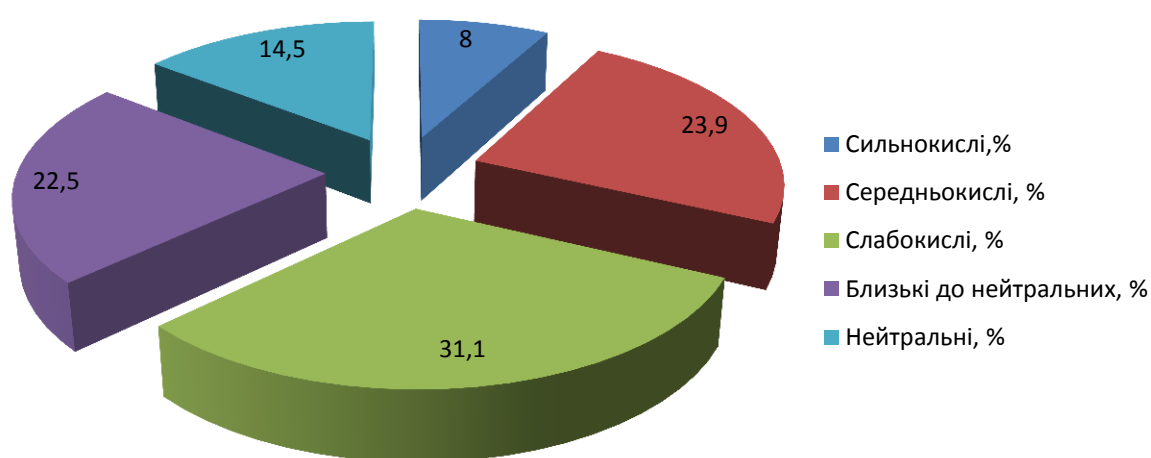


Рис. 3.4. Розподіл площ за кислотністю ґрунтів у Вінницькому районі

Головними причинами формування кислого ґрунтового середовища можуть становити кліматичні умови (промивний водний режим), властивості материнської породи (кисла чи карбонатна), а також антропогенні чинники, що пов'язані з діяльністю людини, серед яких важливу роль відіграє застосування в значних обсягах добрив, випадання кислотних опадів. Значної підкислювальної дії зазнає ґрунт унаслідок декальцинації – виносу кальцію урожаєм та інфільтрації його з талими водами та зливовими опадами. В останні десятиріччя відмічається потепління клімату, що також впливає на показник кислотності.

Підкислення ґрунту супроводжується комплексним погіршенням фізичних, фізико-хімічних, агрохімічних і біологічних його властивостей, що проявляється у таких змінах: пептизації колоїдів, що зумовлює руйнування структури; пригніченні росту і розвитку кореневої системи, що позначається на

зимостійкості та посухостійкості культур; зниженні окупності азотних і фосфорних добрив; пригніченні життєдіяльності азотфіксувальних вільно існуючих і бульбочкових бактерій, переважному розвитку грибної мікрофлори, внаслідок чого зростає ураження рослин грибковими хворобами; підвищенні забур'яненості полів, оскільки більшість бур'янів витримують кислу реакцію ґрунтового середовища.

Відомо, що азот, фосфор, калій та інші поживні елементи є необхідними для формування високих врожаїв сільськогосподарських культур. При цьому азот є одним із основних елементів, який становить основу життєдіяльності рослини, вміст якого залежить від метеорологічних умов, внесених добрив, типу ґрунту, його гранулометричного складу та вмісту гумусу – основного джерела наявності азоту в ґрунті. Досліджуваний нами такий показник азоту, що легко гідролізується, характеризує вміст потенційно доступного для рослин азоту, який пов'язаний з мінералізацією частини органічного азоту та залежить від умов, що зумовлюють біологічні процеси в ґрунті.

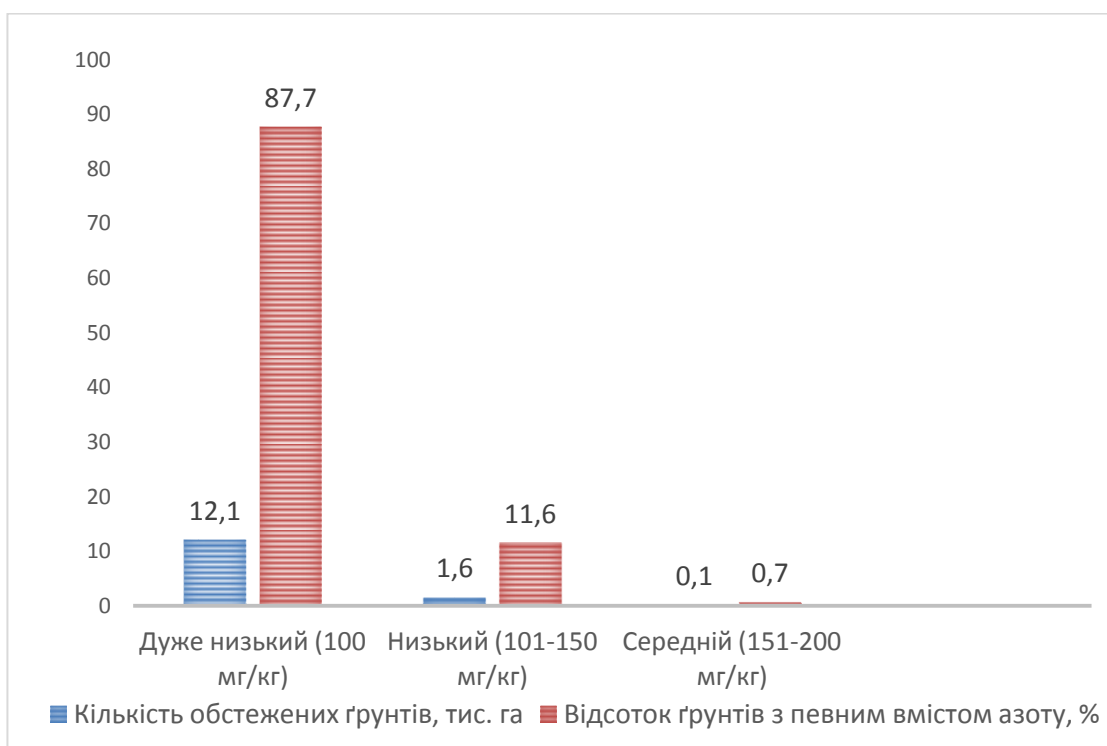


Рис. 3.5. Характеристика обстежених ґрунтів за вмістом азоту, що легко гідролізується

Аналіз вмісту азоту, що легко гідролізується, у ґрунтах Вінницького району (рис.3.5) показав, що із 13,8 тис.га площ – 87,7 % мають дуже низький рівень (100 мг/кг); 11,6 % – низький рівень (101-150 мг/кг) та 0,7 % – середній рівень (151-200 мг/кг).

Необхідно зазначити, що ґрунти з підвищеним вмістом азоту, що легко гідролізується, у Вінницькому районі із обстежених 13,8 тис.га зовсім відсутні. Результати такого зниженого вмісту азоту можуть бути наслідком значної втрати його від ерозії та вимивання, виносу із врожаєм і недостатнім поверненням його з органічними та мінеральними добривами.

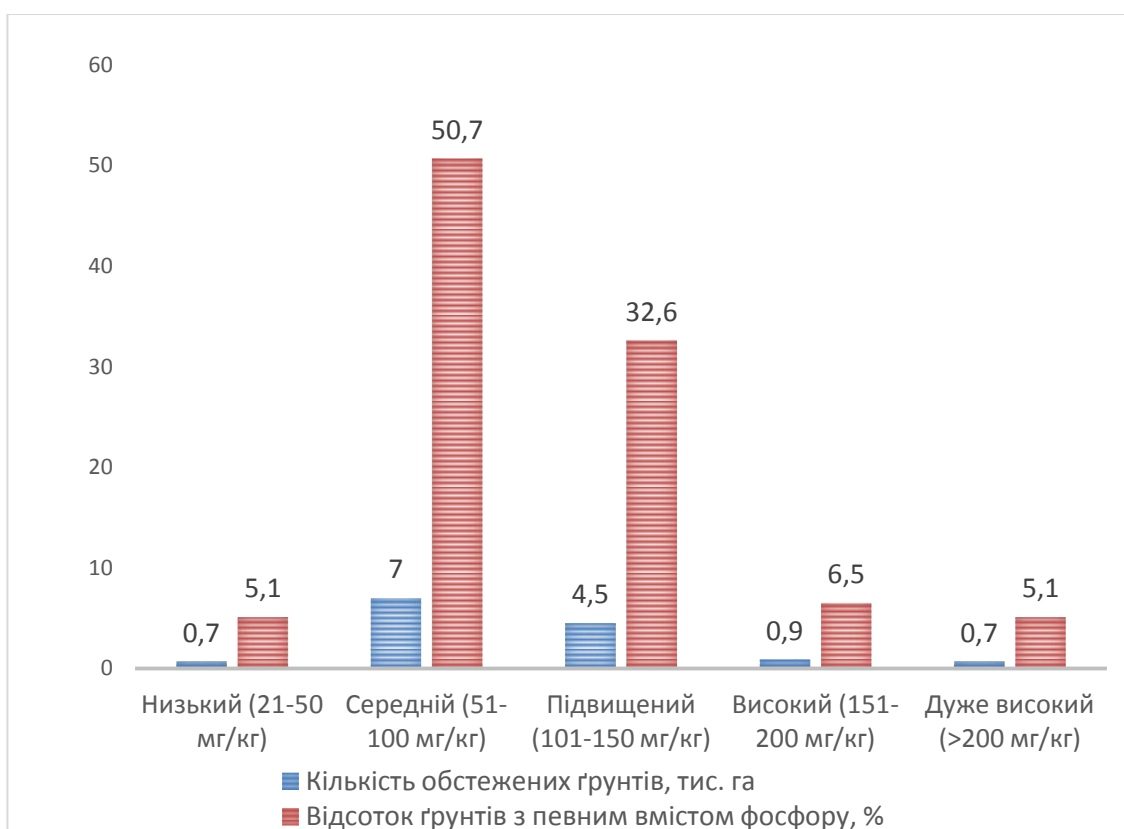


Рис. 3.6. Характеристика обстежених ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору

Характеризуючи ґрунти за вмістом рухомих сполук фосфору у Вінницькому районі (рис. 3.6) необхідно відмітити, що із обстежених 13,8 тис.га територій – 5,1 % має низький рівень (21-50 мг/кг); 50,7 % – середній рівень (51-100 мг/кг); 32, 6 % – підвищений рівень (101-150 мг/кг); 6,5 % – високий рівень (151-200 мг/кг) та 5,1 – дуже високий (більше 200 мг/кг).

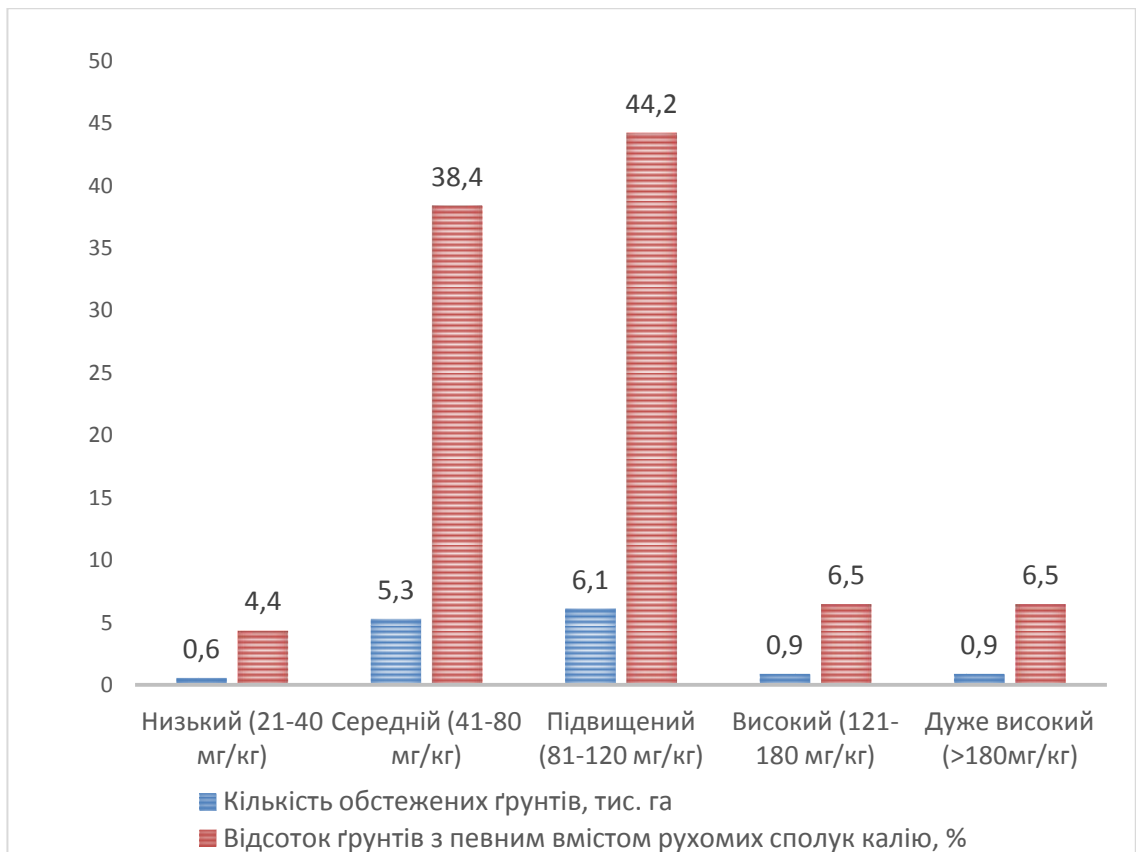


Рис. 3.7. Характеристика обстежених ґрунтів за вмістом рухомих сполук калію

Аналіз вмісту рухомих сполук калію у ґрунтах Вінницького району (рис. 3.7) показав, що із 13,8 тис.га обстежених територій 4,4 % мають низький (21-40 мг/кг) вміст; 38,4 – середній (41-80 мг/кг); 44,2 % – підвищений (81-120 мг/кг); 6,5 % – високий (121-180 мг/кг) та 6,5 % – дуже високий (більше 180 мг/кг).

За результатами проведених досліджень ступінь забезпечення вказаними елементами (фосфор, калій) в даний період ведення землеробства у Вінницькому районі можна вважати достатнім.

3.2. Інтенсивність забруднення ґрунтів важкими металами

Як зазначалося раніше, Вінниччина є одним із основних регіонів виробництва продукції рослинництва з притаманним для неї інтенсивним землеробством та високим рівнем хімізації, внаслідок чого спостерігається

високий рівень забруднення ґрунтів різними токсикантами, зокрема, важкими металами, кількість яких в ґрунтах помітно зростає.

Відомо, що забруднення ґрунту важкими металами призводить до зниження врожайності та якості рослинницької сировини. Концентрація важких металів понад ГДК в орних ґрунтах становить серйозну загрозу також для здоров'я людей, адже потрапляючи з ґрунту у рослини, вони надходять до організму людини, де в основному накопичуються в нирках і печінці, викликаючи порушення обміну речовин та можуть стати причиною багатьох захворювань. Тому проведення аналізу ґрунту на важкі метали має важливе значення не тільки для моніторингу стану ґрунтів, а й для здоров'я людини. Концентрація важких металів у ґрунтах Вінницького району та порівняння її з гранично допустимим концентраціями зазначено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Концентрація важких металів у ґрунтах, мг/кг

Важкі метали	Концентрація важких металів	ГДК
Свинець	0,87-1,02	6,0
Кадмій	0,167-0,23	0,7
Цинк	0,81-0,95	23,0
Мідь	0,24-0,28	3,0

Зазначимо, що головним джерелом забруднення ґрунтів важкими металами в умовах інтенсифікації галузі рослинництва є мінеральні добрива: фосфорні, калійні та азотні. Найбільший рівень навантаження на ґрунти мають фосфорні та калійні добрива, в меншій мірі – азотні. Потрапляючи у ґрунти, важкі метали, що перебувають в обмінній формі, мігрують в системі ґрунт-рослини, накопичуючись у їх продукції, що суттєво знижує якість останньої. Тут необхідно доповнити, що частина даних токсикантів виноситься з урожаєм, решта з вегетативною масою повертається знову у ґрунти.

Аналіз забруднення обстежених ґрунтів Вінницького району, проведений Вінницькою філією ДУ «Інститут охорони ґрунтів України», відображений у таблиці 3.1 показав, що в середньому концентрація свинцю становила 0,945 мг/кг; кадмію – 0,198,5 мг/кг, цинку – 0,88 мг/кг та міді – 0,26 мг/кг. Тобто перевищень концентрації важких металів у ґрунтах обстежених територій не виявлено. Концентрація даних токсикантів була нижча за ГДК у 6,3 раза по свинцю, у 3,5 раза – по кадмію, у 26,1 раза – по цинку та 11,5 раза – по міді.

Однак, враховуючи те, що важкі метали можуть накопичуватися у рослинах в десятки та, навіть, сотні разів більше, порівняно з концентрацією їх у ґрунтах (з розрахунку на 1 кг), небезпека від надходження їх у ґрунтове середовище залишається.

Таблиця 3.2

Коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунтах

Важкі метали	Фактична концентрація важких металів, мг/кг	ГДК	Коефіцієнт небезпеки
Свинець	0,945	6,0	0,157
Кадмій	0,198	0,7	0,282
Цинк	0,88	23,0	0,038
Мідь	0,26	3,0	0,086

Характеризуючи коефіцієнт небезпеки важких металів у ґрунтах необхідно відмітити, що даний показник склав по свинцю 0,157, по кадмію – 0,282, цинку – 0,038 та міді – 0,086. Враховуючи те, що коефіцієнт небезпеки свинцю, кадмію, цинку та міді на досліджуваних територіях Вінницького району не перевищує показник одиниці, а є порівняно нижчим, то в такому разі можна вважати вміст даних токсикантів безпечним.

РОЗДІЛ 4

ЕКОЛОГО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Останнім часом в Україні мають місце зміни, які істотно впливають на стан сільськогосподарського виробництва. Докорінні соціально-економічні перетворення, що зумовили запровадження нових форм господарювання на засадах приватної власності на землю і майно, стрімке зростання цін на мінеральні добрива та обмеження їх використання, скорочення обсягів внесення традиційних органічних добрив, заміна енерговитратних традиційних систем обробітку ґрунту на безполицеві й інші ресурсоощадні системи в цілому призвели до низки негативних наслідків. Набули значних масштабів такі явища, як розпорошення ґрунту, втрата ним структури, ущільнення, виникнення плужної підшви та інші небезпечні прояви агрофізичної деградації [20].

Досліджуючи екологічну кризу в Україні, І.С. Черета відзначає, що надмірне антропогенне навантаження на навколишнє природне середовище в Україні супроводжується: викидами у повітря шкідливих речовин і сполук, які спричиняють зміни хімічного складу та фізичного стану атмосфери; забрудненням поверхневих і підземних вод промисловими та побутовими скидами, яке призводить до зниження якості та вичерпання водних ресурсів, придатних до використання; забрудненням, виснаженням і зниженням якості земельних ресурсів, придатних до використання [47].

На думку Н.І. Бурлаки, основними шляхами вирішення вищезазначених проблем мають стати заходи спрямовані на виведення з інтенсивного обробітку землі, використання яких є економічно неефективним та екологічно небезпечним. Частину еродованих і деградованих земель доцільно перевести у сінокоси та пасовища, а частину сильно еродованих і деградованих земель треба законсервувати шляхом залуження та заліснення. Скорочення площі ріллі має відбуватись через заліснення схилів крутизною понад 7° та залуження схилів 5° - 7° із сильно еродованими ґрунтами [4].

Фахівці доводять, що протидіяти антропогенному впливу можливо за рахунок застосування інноваційних технологій. При цьому відводиться

відповідна роль економічному стимулюванню, джерелами якого можуть бути кошти Державного бюджету України та місцевих бюджетів відповідно до загальнодержавних і регіональних програм охорони земель, кредитні ресурси державних і комерційних банків. Необхідною умовою економічного стимулювання є покращення всіх показників родючості ґрунту або їх стабілізації, викладених в еколого-агрохімічному паспорті земельної ділянки і, відповідно, загальної еколого-агрохімічної оцінки в балах в порівнянні з оцінкою на момент одержання цієї земельної ділянки у власність чи користування або попереднього еколого-агрохімічного обстеження.

Економічне стимулювання запроваджених заходів, передбачених загальнодержавними і регіональними програмами, здійснюється органами виконавчої влади чи органами місцевого самоврядування, що виконують регулювання у сфері охорони земель, за місцем знаходження земельної ділянки.

Одним із пріоритетних шляхів економічного механізму стимулювання товаровиробників до збереження й підвищення родючості ґрунтів є запровадження виплати бюджетних дотацій за збільшення питомої ваги багаторічних трав у структурі посівних площ за умови зменшення до оптимального рівня питомої ваги посівів ґрунтовиснажливих культур. Водночас потрібно посилити відповідальність товаровиробників й удосконалити економічні санкції за істотне перевищення в структурі посівів питомої ваги ґрунтовиснажливих культур порівняно з науково обґрунтованими нормами. Справа відповідальності за використання ґрунтових ресурсів полягає і в площині післязбиральної кампанії. Йдеться про спалювання соломи та стерні на полях. Крім шкоди довкіллю, таке безвідповідальне ставлення до землі призводить до втрати родючого шару ґрунту та випалювання сприятливого мікросередовища. Солома, як й інші рослинні залишки, – це природне джерело азоту, фосфору, калію і вуглецю, тому вміле їх використання дає змогу зменшити внесення мінеральних добрив і тим самим підвищити прибутковість аграрного бізнесу.

Завдання держави має полягати у створенні придатних умов для відтворення родючості ґрунтів без очевидного втручання в господарську діяльність сільськогосподарських товаровиробників. З цією метою слід розвивати систему пільгового кредитування, підвищувати рівень знань фермерів, розширювати доступ до необхідної інформації. Також варто визнати, що перші кроки в цьому напрямі зроблені. Щорічно у державному бюджеті закладаються витрати на здійснення фінансової підтримки підприємств АПК через механізм здешевлення кредитів, а обсяги кредитних ресурсів, що залучаються до сільського господарства, залишаються досить низькими.

Еколого-економічні властивості ґрунтів є базовим показником, на основі якого повинні будуватися земельні відносини. Він має включати всі якісні показники землі як природного ресурсу, на основі яких потрібно будувати економіку землекористування. Сільськогосподарські підприємства, що володіють знаннями про земельну ділянку, можуть найефективніше використовувати їх потенціал. На основі якісних даних ефективний менеджмент дасть змогу побудувати таким чином всі агротехнічні заходи, систему добрив, сівозмін, підбір сортів та інше, щоб забезпечити раціонального використання наявних земельних угідь.

Як зазначає І.В. Гончарук, пошук рішень у сфері економії вичерпних ресурсів, використання енергозберігаючих технологій, підвищення рівня життя та добробуту населення з одночасним дбайливим врахуванням особливостей оточуючого середовища - характерні риси періоду трансформацій у країні. Крім цього, для забезпечення сталого розвитку економіки необхідно запроваджувати шляхи протистояння сповільненим темпам приросту глобальної економіки та окреслити шляхи утворення моделі сталого розвитку [8].

ВИСНОВКИ

У результаті аналізу агрохімічного складу ґрунтів обстежених територій Вінницького району на площі 13,8 тис. га виявлено:

- вміст гумусу в ґрунтах низького рівня склав 26,1 %, середнього – 32,6 %, підвищеного – 34,8 % та високого – лише 6,5 %;
- вміст азоту, що легко гідролізується, дуже низького рівня склав 87,7%, низького рівня – 11,6 % та середнього – 0,7 %;
- вміст рухомих сполук фосфору низького рівня склав 5,1 %, середнього рівня – 50,7 %, підвищеного – 32,6 %, високого – 6,5 % та дуже високого – 5,1 %;
- вміст рухомих сполук калію низького рівня склав 4,4 %, середнього рівня – 38,4 %, підвищеного – 44,2 %, високого – 6,5 % та дуже високого – 6,5 %;
- рН сильнокислих ґрунтів встановлено 8,0 %, середньокислих – 23,9 %, слабокислих – 31,1 %, близьких до нейтральних – 22,5 % та нейтральних – 14,5 %;
- вміст у ґрунтах рухомих форм свинцю становив від 0,87 до 1,02 мг/кг, кадмію – 0,167-0,23 мг/кг, цинку – 0,81-0,95 мг/кг та міді – 0,24-0,28 мг/кг.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

У зв'язку з низьким вмістом гумусу та азоту у ґрунтах і необхідністю зниження надходження у них важких металів пропонуємо:

- розробити програму та визначити найбільш оптимальні заходи щодо зниження деградації ґрунтів в умовах Вінницького району;
- оптимізувати застосування науково-обґрунтованих норм внесення мінеральних добрив;
- щорічно сприяти підвищенню вмісту гумусу за рахунок внесення органіки та використання сидератів;
- підвищити у структурі посівних площ бобових культур;
- впроваджувати у систему удобрення зелених добрив;
- знизити кількість ґрунтів високої кислотності шляхом їх вапнування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білера Н. Калій – елемент якості або особливості калійного живлення рослин. *Агроном*, 2017. URL: <https://www.agronom.com.ua/kalij-element-yakosti-abo-osoblyvosti-kalijnogo-zhyvlennya-roslyn/> (дата звернення: 16.05.2021).
2. Броннікова Л.Ф. Роль рівня родючості ґрунтів у формуванні урожайності на прикладі кукурудзи на зерно. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 7 (Т. 1). С. 105-112.
3. Броннікова Л.Ф. Структура рельєфу ґрунтового покриву Вінниччини як чинник інтенсивності ерозійних процесів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 6 (Т. 2). С. 174-181.
4. Бурлака Н.І. Деградація ґрунту та шляхи її подолання. *Перспективні напрямки розвитку економіки, фінансів, обліку, менеджменту та права: теорія і практика : зб. тез доп. Міжнар. наук.-практ. конф.* Полтава: ЦФЕНД, 2019. Ч. 1. С. 38-39.
5. Воробець М.М. Джерела забруднення довкілля : навчальний посібник. Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. Чернівці : Вид-во Чернівецького нац. ун-ту, 2012. 80 с.
6. Гетман Н.Я., Квітко Г.П. Агробіологічне обґрунтування ресурсоощадних технологій вирощування фітоценозів багаторічних та однорічних кормових культур у польовому кормовиробництві. *Вісн. аграрн. наук.* 2013. Вересень. С. 44-47.
7. Голубченко В. Ф., Куліджанов Е. В. Динаміка вмісту рухомих фосфатів у ґрунтах Одеської області. *Наукові праці. Екологія*. 2012. Вип. 167, Том 169. С. 28-31.
8. Гончарук І.В., Ковальчук С.Я., Цицюра Я.Г., Лутковська С.М. Динамічні процеси розвитку органічного виробництва в Україні. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2020. 478 с.
9. Гринченко О.М. Окультуривание почв – основа підвищення природно-економічного плодороддя: Учеб. пособ. Х., 1984.

10. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьонний Ю.В., Танчик С.П. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. К.: Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
11. Гуцол Г.В. Дослідження інтенсивності забруднення ґрунтів сільськогосподарського призначення важкими металами в НДГ «Агрономічне» Вінницького національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 13. С. 45-53.
12. Гуцол Г.В. Моніторинг забруднення важкими металами ґрунтів сільськогосподарського призначення Лісостепу Правобережного. *Slovak international scientific journal*. 2020. № 40. Р. 12-17.
13. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Збірник наукових праць. Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця: ВНАУ. 2020. №16. С. 48-60.
14. Еколого-географічна характеристика Вінницької області. URL: <http://www.geograf.com.ua> (дата звернення: 22.07.2021).
15. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Гриник І.В. Науково обґрунтовані та практичні підходи використання соломи та рослинних решток у сільському господарстві. Серія: Технічні науки. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2011. Випуск № 9. С. 62-68.
16. Ковбаса В.П., Пришляк В.М., Ярощук Р.О. Визначення впливу сільськогосподарської техніки на ґрунт. *Техніка, енергетика, транспорт АПК*. 2019. № 4 (107). С. 11-19.
17. Логоша Р.В., Підвальна О.Г., Кричковський В.Ю. Методологія і методика оцінювання процесів використання та відтворення родючості ґрунту в овочівництві. *Бізнес Інформ*. 2018. №10. С. 177-187.
18. Мазур В.А., Вергеліс В.І. Оцінка придатності ґрунтів НДГ «Агрономічне» для вирощування органічної продукції за вмістом важких металів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2018. № 9. С. 165-177.
19. Мазур В.А., Врадій О.І. Моніторинг забруднення ґрунтів важкими металами науково-дослідної ділянки в НДГ «Агрономічне» Вінницького

національного аграрного університету. *Сільське господарство та лісівництво*. 2019. № 13. С. 16-24.

20. Медведєв Е.Б. Вплив способів обробітку і добрив на родючість ґрунту і урожайність сільськогосподарських культур в умовах північної частини Донецького кряжу. *Зернові культури*. 2018. Т. 2, № 2. С. 314-323.

21. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломних робіт студентами факультету агрономії та лісівництва денної і заочної форм навчання галузі знань 10 «Природничі науки» спеціальності 101 – «Екологія» другого (магістерського) освітнього рівня / Розробники: Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Мудрак Г.В. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2021. 39 с.

22. Мудрак Г.В., Вдовиченко І.В. Органічне сільське господарство: екологічно чиста технологія, її ваажливість та можливості у формуванні продовольчої безпеки. *Всеукраїн. наук.-практ. конф. «Органічне агровиробництво: освіта і наука»*. Київ : 2018. С. 100-109.

23. Навчальний посібник з дисципліни «Рослинництво» для студентів галузі знань 20 «Аграрні науки та продовольство» спеціальності 201 «Агрономія» першого бакалаврського рівня. Вінниця: Видавництво ТОВ «Друк». 2020. 352 с.

24. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2019 році. К., 2020. 559 с.

25. Негуляєва Н., Бондаренко А., Боднар О., Гусар І. Динамічна родючість ґрунту та її проявлення в новій системі землеробства. *Техніка і технології АПК*. 2017. № 10. С. 19-21.

26. Окрушко С.Є. Обґрунтування переходу до органічного землеробства у Вінницькій області. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва*. 2015. № 1. С. 93-101.

27. Паспорт Вінницького району за 2019 рік. URL: vinrayrada.gov.ua

28. Періодична доповідь про стан ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення України. ДУ «Інститут охорони ґрунтів України». К., 2020. 208 с.

29. Природно-ресурсний та енергетичний потенціали: напрями збереження, відновлення та раціонального використання : колективна монографія / за ред.

- О.О. Горба, Т.О. Чайки, І.О. Яснолоб. П. : Видавництво ПП «Астроя», 2019. 279 с.
30. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Динаміка зміни концентрації важких металів у ґрунті при вирощуванні багаторічних бобових трав. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету*. 2017. №4. С. 140-143.
31. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства – як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. *Збірник наукових праць Білоцерківського національного аграрного університету. Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2017. № 1. С. 70-75.
32. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Підвищення екологічної безпеки ґрунтів та продукції рослинництва в зоні інтенсивного землеробства. Методичні рекомендації. Вінниця: РВВ ВНАУ, 2017. 40 с.
33. Разанов С.Ф., Ткачук О.П., Гончарук І.І., Кравченко В.С. Зміна структури ґрунту при вирощуванні бобових багаторічних трав. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2018. № 92 (Ч.1). С. 206-214.
34. Разанов С.Ф., Швець В.В., Марчак Т.В. Вплив вапнування ґрунтів на концентрацію Zn і Cu у бджолиному обніжжі і перзі. *Збірник наукових праць ВНАУ*. 2013. №1 (71). С. 112–115.
35. Разанов С. Ф., Шевчук В. В., Коминар М. Ф. Накопичення ^{137}Cs у меді, виробленому бджолами з нектару сільськогосподарських медоносів в умовах північного Полісся. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. Вінниця: ВНАУ*. 2020. № 19. С. 148-158.
36. Razanov S., Ovcharuk V., Krasnyak O., Bakhmat M., Bakhmat O. Agroecological assessment of green manures grown from winter grain harvest lost in the conditions of the right-bank Forest-steppe of Ukraine. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science (IJEES)*. 2021. Vol. 11 (4). 895-902.
37. Собко М.Г., Собко Н.А., Собко О.М. Роль багаторічних бобових трав у підвищенні родючості ґрунту. *Корми і кормовиробництво*. 2012. Вип. 74. С. 53-57.
38. Телекало Н.В., Блах М.В. Біологічний азот, як запорука екологічної безпеки ґрунтів. *Сільське господарство та лісівництво*. 2017. № 5. С. 155-164.

39. Тітаренко О.М. Біологічне землеробство – пріоритет відтворення агробіорізноманіття. *Сільське господарство та лісівництво*. Вінниця: ВНАУ. 2018. 13 с.
40. Ткачук О.П. Вплив аміачної селітри на концентрацію важких металів у ґрунті. *Збалансоване природокористування*. 2016. № 2. С. 162-165.
41. Ткачук О.П. Вплив бобових багаторічних трав на стан ґрунту. *Збалансоване природокористування*. 2017. №1. С. 127-130.
42. Ткачук О. П., Шкатула Ю. М., Тітаренко О. М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.
43. Ткачук О.П., Овчарук В.В. Потенціал біомаси побічної продукції рослинництва для удобрення ґрунту. *Scientific achievements of modern society. Abstracts of IX international scientific and practical conference, April 28 – 30, 2020, Liverpool*. P. 1069 –1076.
44. Центило Л. В. Калійний режим чорнозему типового за різного удобрення та обробітку ґрунту. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2019. № 3. (79).
45. Цицюра Я.Г. Оцінка ґрунтового покриву Вінниччини на придатність до органічного виробництва. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 13-27.
46. Цицюра Я.Г., Поліщук М.І., Броннікова Л.Ф. Ґрунтознавство з основами геології. Частина II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів. Навчальний посібник. В.:ТОВ «Друк плюс», 2020. 676 с.
47. Черета І.С. Екологічна криза в Україні та шляхи її подолання. *Економіка*. 2015. № 27. С. 152-159.
48. Чорний С.Г. Оцінка якості ґрунтів: навчальний посібник. Миколаїв: МНАУ, 2018. 233 с.
49. Шевченко І.М. Зміна вмісту рухомого фосфору в ґрунті за різних систем удобрення й обробітку. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2013. № 4. С. 149-152.

50. Шевчук В.Д., Мудрак Г.В., Франчук М.О. Екологічна оцінка інтенсивності забруднення ґрунтів важкими металами. *Colloquium-journal*. 2021. № 10 (97). Р. 40-46.

51. Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук марганцю (цинку, кадмію, заліза, кобальту, міді, нікелю, хрому, свинцю) в ґрунті в буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії: ДСТУ 4770.1-9:2007.