

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА  
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

До захисту допустити:  
Зав.кафедри

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 р.

**Кваліфікаційна робота**  
за освітнім ступенем «Магістр» на тему:  
**«Екологічна чистота агроландшафтів і програмовані технології  
вирощування сільськогосподарських культур»**

Студентки  
економіко-правового факультету  
спеціальності «Екологія»  
освітнього ступеня «Магістр»  
Кір'якова Дар'я Олександрівна  
Науковий керівник:  
Черніченко Геннадій Олександрович  
доктор економічних наук, професор  
кафедри раціонального  
природокористування та охорони  
навколишнього середовища  
Рецензент:  
Турбіна О.І., к.е.н., доцент кафедри  
екологічного менеджменту  
Донецького державного  
університету управління

Кваліфікаційна робота захищена  
з оцінкою \_\_\_\_\_  
Секретар ЕК \_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2020р

Маріуполь – 2020 рік

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<b>РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ІСНУВАННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ.....</b>	<b>8</b>
1.1. Рівні ландшафтно-екологічного районування та типізації агроландшафтів .....	8
1.2. Формування і функціонування екологічно стійких і високопродуктивних агроландшафтів .....	16
1.3. Сучасні методики оцінки стійкості агроландшафтів .....	25
<b>РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ СТАНУ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ.....</b>	<b>34</b>
2.1. Аналіз методів дослідження фізико-хімічних властивостей ґрунтів .....	34
2.2. Роль сучасних інструментальних методів в дослідженні складу і властивостей ґрунтів .....	36
2.3. Методика визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО.....	39
2.4. Методика визначення важких металів і активності каталази в сірих лісових ґрунтах .....	43
<b>РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО.....</b>	<b>54</b>
3.1. Значення озимого ячменю в сільськогосподарському комплексі країни.....	54
3.2. Ботанічна характеристика і основні сорти озимого ячменю .....	60
3.3. Розрахунок концентрацій елементів (рухомих сполук фосфору і калію), активності каталази та способу обробітку ґрунту на урожайності досліджуваної культури.....	64

<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>86</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>88</b>

## ВСТУП

З метою попередження розвитку процесів опустелювання і підвищення продуктивності сільгоспугідь необхідна реалізація комплексу меліоративних заходів, що включають перш за все протиерозійні заходи, що складаються з організаційно-господарських, протиерозійних, агро-меліоративних, лісомеліоративних і гідромеліоративних заходів [44, с. 913].

Для запобігання розвитку ерозійних процесів необхідно розробка і виконання комплексного планування протиерозійних заходів. Дослідження геоекологічних проблем ландшафтів і шляхів їх вирішення в умовах активного техногенного впливу має базуватися на раціональному природокористуванні з урахуванням особливостей екологічної безпеки, ресурсозбереження (або економічного оптимуму) і надійного забезпечення зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію. У зв'язку з цим актуальним завданням сьогодення є практичне впровадження систем адаптивного ландшафтного землеробства і рослинництва, землеустрою та комплексних меліорацій і ін. Раціональні способи реалізації адаптивно-ландшафтних систем зазначених напрямків, безумовно, припускають необхідним об'єктивну оцінку всіх природних факторів агрогеосистем (грунтових, гідрологічних, агрокліматичних і ін.).

**Актуальність дослідження.** Оскільки на сьогоднішній день у світовій практиці збільшення виробництва і розширення посівних площ озимого ячменю направлено на освоєння самих північних регіонів як в Азії, Європі, так і в Північній Америці, де економічна ефективність вирощування цієї культури значно вище, ніж в зоні екваторіальних пустель, вважаємо, що вирощування

традиційних культур на рівнинно степовому агроландшафтів в центральній зоні України є вигідним оскільки існують усі необхідні ґрунтово-кліматичні умови [37, с. 138].

Посухостійкий та невибагливий озимий ячмінь може стати вигідною культурою в зоні ризикованого землеробства. Особливо це питання стає актуальним в період глобального потепління клімату. На відміну від технології вирощування озимого ячменю в інших кліматичних зонах, до переваг його виробництва на рівнинно степовому агроландшафтів в центральній частині України можна віднести і екологічну безпеку. Пестицидне навантаження при вирощуванні озимого ячменю набагато нижче, ніж цього вимагають ряд інших широко поширених культур в зоні південного землеробства (такі як люцерна, овочі, соя, пшениця) і має традиційну схему його застосування: протруювання насіння, внесення ґрунтових і листяних гербіцидів, дворазове обприскування проти шкідників. Відрізняється від інших культур відсутністю обробок фунгіцидами, проведенням хімічної карбування і дефоліації хлоратом магнію, який можна розглядати як мікродобриво [30, с. 55].

Зерно ячменю на світовому ринку користується великим попитом, тому на нього встановилася висока ціна. Наша держава має великий потенціал виробництва ячмінного зерна і реальні можливості збільшити його експорт і заробляти на цьому значні кошти. З огляду на це, доцільно в найближчі роки значно збільшити виробництво і експорт зерна цієї культури. Але підвищувати валові збори зерна ячменю потрібно не шляхом розширення площ посіву, а завдяки збільшенню врожайності культури. Однак поки цей показник в південного степу залишається низьким – 1,8–2,5 т/га і сильно коливається по роках. Головними причинами є низький рівень агротехніки і недосконала технологія його виробництва, яка мало враховує особливості вирощування сучасних сортів, зміни клімату, які відбуваються зараз, і інші фактори.

Впровадження озимого ячменю в агровиробництво прискориться у випадку застосування нових скоростиглих сортів. Представлена дипломна

робота присвячена аналізу екологічної чистоти агроландшафтів і способів програмування технології вирощування сільськогосподарських культур (на прикладі ячменю озимого).

**Ступінь розробки теми.** Роботи по вивченню екологічної чистоти агроландшафтів і способів програмування технології вирощування сільськогосподарських культур на сірій лісових ґрунтах (центральна частина України) проведені такими вченими, як С. М. Просекін [31], К. М. Горпинченко [10], М. М. Нещадим [25], Н. В. Барбасов, І. Р. Вільдфлуш [3], В. Г. Васін [6].

**Мета дослідження** полягає в ознайомленні з науковою літературою за обраним напрямом. Розглянути особливості технології обробки озимого ячменю на сірих лісових ґрунтах та способів програмування технології його вирощування при різних способах обробки ґрунту.

**Об'єктом дослідження** є сукупність необхідних умов, що забезпечують найкраще вирішення проблеми вивчення агрофізичних показників чорнозему вилуженого і їх вплив на врожайність озимого ячменю при різних способах обробки.

**Предметом дослідження** є озимий ячмінь.

**Завдання дослідження** можна сформулювати так:

- проаналізувати рівні ландшафтно-екологічного районування та типізації агроландшафтів;
- перелічити особливості формування і функціонування екологічно стійких і високопродуктивних агроландшафтів;
- оцінити сучасні методики оцінки стійкості агроландшафтів та провести аналіз методів дослідження фізико-хімічних властивостей ґрунтів;
- дослідити роль сучасних інструментальних методів в дослідженні складу і властивостей ґрунтів (визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО, важких металів і активності каталази в сірих лісових ґрунтах);

- охарактеризувати значення озимого ячменю в сільськогосподарському комплексі країни та дати його ботанічну характеристику і назвати основні сорти;
- здійснити розрахунок концентрацій елементів (рухомих сполук фосфору і калію, важких металів), активності каталази та способу обробітку ґрунту на урожайності досліджуваної культури.

**Методи дослідження:** теоретичний аналіз наукової літератури; аналіз і узагальнення. В основу даної роботи лягли методи порівняльного аналізу і класифікації. Вирішення поставлених в роботі завдань здійснювалося з використанням системного підходу в підборі матеріалу, методів індуктивного і логічного аналізу, статистичні методи аналізу літературних даних.

**Теоретична значимість дослідження** полягає в доповненні наукової інформації з питання агрофізичних показників сірих лісових ґрунтів і їх вплив на врожайність озимого ячменю при різних способах обробки. Систематизація доступної наукової літератури по екологічній чистоті агроландшафтів і способів програмування технології вирощування сільськогосподарських культур (на прикладі ячменю озимого).

**Отримані результати** підвищують якість знань діючих агрономів при вирощуванні озимого ячменю. Крім того, отримані знання дозволять систематизувати наукову інформацію з даного питання. Отримані результати можуть бути використані вченими в практичній роботі, як інформаційне джерело для написання наукових робіт (статей) з даної проблематики.

**Джерелами інформації** для вирішення перерахованих вище завдань є збірники наукових праць, монографії, періодична література, підручники і довідники, періодичні професійні журнали.

**Публікації** основні результати дослідження доповідалися та обговорювалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Економіка, фінанси, облік і право: аналіз тенденцій та перспектив розвитку» (7 Грудня, 2020 р., м. Полтава, Україна).



# РОЗДІЛ 1

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ІСНУВАННЯ АГРОЛАНДШАФТІВ

### 1.1. Рівні ландшафтно-екологічного районування та типізації агrolандшафтів

На думку А. Г. Ісаченко, можливості управління природними процесами досить обмежені і припускають, перш за все, вплив через рослинність і «хімізацію». У більшості випадків вони спрямовані на досягнення «антропоцентричний» властивостей геосистем, яке призводить до порушення історично сформованого в них природного матеріально-енергетичного балансу.

У своїх роботах В. В. Вольнов і А. С. Давидов розглядають ієрархічну просторову організацію агrolандшафтних систем і виділяють наступні рівні: локальний (агrolандшафтний контур), масив, місцевість, район, округ [2, с. 90].

Агrolандшафт – природно-антропогенна система, яка є об'єктом сільськогосподарської діяльності і водночас середовищем життєдіяльності людини, а також формування агрофітоценозів [52, с. 13].

Агrolандшафти формуються в результаті взаємодії природно-потенціальних комплексів (ППК) з усіма ланцюгами системи землеробства, зокрема з інфраструктурою, протиерозійними заходами постійної дії (лісосмугами, протиерозійними гідротехнічними спорудами різних типів, межами полів і сівозмін, польовими дорогами, гідрографічною мережею).

Сучасні агrolандшафти – складні системи, які створені з різних елементів агроєкосистем (рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження) незначних за площею ареалів лісів, чагарників, лісосмуг, природних лук, боліт, торфовищ та розташованих на їхніх територіях доріг, комунікацій і будівельних споруд.

Екологічна незбалансованість структури земельного фонду України не тільки знижує ефективність використання та охорони земель, а й природну



здатність відновлення родючості ґрунтів та функціонування агроландшафтів. Сучасні агроландшафти України мають незначне біотичне різноманіття. Це зумовлено високим ступенем їх розораності (80-90 %), деградацією ґрунтового покриву, зокрема через розвиток ерозійних процесів, дегуміфікацію, підкислення, підтоплення, забруднення радіонуклідами і важкими металами. [52, с. 13].

Ґрунтовий покрив є важливим компонентом екологічних систем та об'єктом сільськогосподарського виробництва. Науково обґрунтоване ведення сільського господарства передбачає просторову організацію земельних ресурсів у структуровану систему аграрних ландшафтів. Земельні ресурси забезпечують продуктивність екосистем, але через інтенсивний антропогенний вплив останнім часом втрачають свої продуктивні та стабілізуючі функції [53,с.345].

У ландшафтознавстві ландшафт розуміється як однорідна ділянка земної поверхні, обмежена природними рубежами, у межах яких природні компоненти (літосфера, атмосфера, біосфера, ґрунти, рельєф, клімат і т.д.) знаходяться в складній взаємодії і пристосовані один до іншого. Ландшафт розуміється як геосистема з єдиним походженням, загальною історією розвитку, що формується в умовах однорідного геологічного фундаменту, одного переважаючого типу рельєфу, однакового клімату, з характерним поєднанням ґрунтів, рослинних співтовариств і геосистем локального рівня.

Зміни в ландшафті відбуваються постійно і залежать від природних і антропогенно-техногенних чинників та властивостей самого ландшафту. Природні фактори характеризуються зональними умовами, ритмічністю їхніх проявів і розмахом коливань [53,с.345].

Під впливом господарської діяльності людини формується антропогенний ландшафт, в якому найбільшій зміні піддається ґрунт, біота, водний і тепловий режим. Антропогенний ландшафт складається з природних і змінених людиною компонентів, що взаємодіють між собою. Аграрні ландшафти належать до антропогенних ландшафтів.

Під агроландшафтом розуміють природно-сільськогосподарську геосистему регіональної розмірності або модифікований людиною природний ландшафт землеробського використання. За В. Бураковим(1997) агроландшафт – це антропогенно-природна, інтегрована природно-виробнича система, пристосована до науково-обґрунтованого, екологічно раціонального і економічно вигідного ведення сільськогосподарського виробництва, що забезпечує збереження й розвиток його природних основ і не суперечить охороні навколишнього середовища, підтримці організованості біосфери [54,с 34] .

У результаті значного втручання людини в агроландшафти погіршуються екологічні умови й якість компонентів ландшафту, зменшуються природні ресурси ландшафту та кількість і якість продукції. За інтенсивністю антропогенного впливу аграрні ландшафти належать до дуже змінених (порушених) ландшафтів. Причому зміни торкаються всіх компонентів (рослинність, ґрунти, води) та призводять до істотного порушення структури ландшафту. Межі аграрних ландшафтів являють собою рубежі у вигляді польових доріг, елементів гідрографічної мережі або лісосмуг [55,с. 120] .

Заміна природних біоценозів штучними знижує загальну біологічну продуктивність, збіднює ґрунт. Культурні рослини щорічно виносять із ґрунту значну кількість азоту, фосфору, калію, кальцію тощо. Ґрунти з середнім вмістом мінеральних речовин за рахунок отримання урожаю можуть бути повністю виснажені за 15-50 років [56,с.48]. Для ландшафтів характерна біологічна продуктивність, яка виражає сукупний результат природних й антропогенних впливів на екосистеми і виступає вагомим інтегральним показником оптимізації аграрних ландшафтів. Втручання людини в біологічний кругообіг геосистем знижує потенційні біологічні ресурси та родючість ґрунтів.

Сільськогосподарські ландшафти, зумовлені відмінностями в господарському використанні землі, Ф. Мільков (1989) поділяє на такі основні типи, як: польовий, садовий, змішаний садово-польовий та лучно-пасовищний. Для польового типу характерна розораність ґрунтів, яка змінює їхні властивості.

При низькій агротехніці знижується вміст гумусу, втрачається міцна дрібнозерниста структура чорнозему, і навпаки, висока агротехніка підвищує або підтримує на необхідному рівні родючість ґрунтів. Для садового типу характерний низький рівень саморегуляції та необхідність високої агротехніки для отримання високих урожаїв. Садово-польові антропогенні ландшафти являють собою насадження плодкових дерев, між якими вирощуються ягідні кущі, овочі, квіти. Для лучно-пасовищного типу ландшафтного комплексу характерні луки і пасовища, серед негативних впливів на них є надмірний випас худоби. Для України характерний кожний із зазначених типів аграрних ландшафтів [53,с.345].

Землеволодіння та землекористування за своїм змістом неоднорідні та є сукупністю ділянок землі, що мають різноманітні природно-історичні властивості, різняться за характером використання та відносяться до різних угідь. Збір відомостей про кількісні параметри земель при веденні державного земельного кадастру ведеться в розрізі угідь, з огляду на що вони є основним компонентом земельного кадастру.

Земельні угіддя – це земельні ділянки, що систематично використовуються для певних господарських цілей та відрізняються за природно-історичними ознаками. Головною ознакою, що покладена в основу розділення окремих видів угідь є характер використання землі. Класифікують угіддя враховуючи основне призначення та систематичне використання окремих ділянок для певних виробничих цілей. Реєстрація земельних ділянок і прав на них супроводжується даними обліку кількості земельних угідь, переданих у власність і наданих у користування [71,с.30].

В процесі проведення земельної реформи відбулися зміни стосовно класифікації земель. Постановою Кабінету Міністрів України від 4 квітня 1993 року затверджено «Державну програму переходу України на міжнародну систему обліку і статистики», якою передбачено переглянути чинну статистичну звітність щодо земельних ресурсів та доповнити її показниками, які

застосовуються у міжнародній практиці. Наказом Держстандарту України від 2.10.1996 року затверджено і введено в дію класифікацію земельних угідь згідно із Стандартною статистичною класифікацією землекористувань Європейської Економічної Комісії (ЄЕК), розробленою Статистичною комісією та ЄЕК ООН, а також Класифікацію видів економічної діяльності (ДК 009-96).

Агроландшафтний контур є елементарною частиною агроєкосистеми, яка є приблизно однорідною за технологією використання природного ресурсу. Сукупність локальних контурів, що мають схожу будову і функціонування, що утворюють єдину технологічну систему в межах урочища, формують агроландшафтний масив. Агроландшафтна місцевість може бути представлена як поєднання масивів в межах функціональної цілісної системи підприємств з єдиним центром управління. Поєднання близьких агроландшафтних місцевостей, що утворюють територіальну єдність з вираженим однотипним підходом до оптимізації природокористування утворює агроландшафтний район. Агроландшафтний округ – суміжна група районів, що формує територіальну єдність за характером ґрунтово-кліматичних умов обробітку сільськогосподарської рослинницької та тваринницької продукції. Як правило, це природносільськогосподарська зона або мікрозона.

Згідно з визначенням, даним М. І. Лопирьовим, агроландшафт являє собою земельний масив, що складається з комплексу взаємопов'язаних природних компонентів, елементів системи землеробства та організації території, з відносно автономною сукупністю водного, теплового та інших режимів, з ознаками загальної (єдиної) екологічної системи.

Для розширення цього поняття, а також для сприйняття навколишнього агросередовища в цілому, вживається термін «агроландшафтна екосистема» або «агроєкосистема», в якій підкреслюється функціональний зв'язок між як живими, так і неживими компонентами ландшафту.

В рамках агроландшафтної екосистеми виділяються такі блоки [4, с. 20]:

- природні компоненти, що розділяються на метеорологічні і територіальні;

- агротехнічні компоненти;
- економічні компоненти.

В оптимальному співвідношенні природних компонентів і елементів системи землеробства, а також правильної організації території агроландшафт повинен забезпечувати:

- повне та ефективне використання ґрунтів відповідно до їх природних властивостей;
- виробництво якісної продукції рослинництва при повному відтворенні родючості;
- припинення ерозійних та інших деградаційних процесів ґрунтів і ландшафтів;
- ефективне застосування добрив і меліорантів;
- високопродуктивне використання машин, знарядь і агрегатів.

Оптимізація структури агроландшафту, адаптація землеробства до місцевих природних умов – один з найважливіших факторів сучасного розвитку сільськогосподарського виробництва.

Однак ідеї адаптації сільськогосподарського ландшафту містилися ще в роботах В. В. Докучаєва. Вчення про природні зони, в основі якого лежала необхідність досліджень цілісних природних систем, поклало початок науки про ландшафти. В основу систем ведення сільського господарства даного вчення лягла оптимізація структури агроландшафтів.

Найбільш повне використання наукового потенціалу і узагальнення практичного досвіду, в частині адаптації до природно-кліматичних умов в попередні роки, було досягнуто при складанні і освоєнні зональних систем землеробства практично у всіх областях України.

Початок цих робіт пов'язано з такими вченими як Т. С. Мальцев та А. І. Бараєв.

Слід зазначити той факт, що розробка зональних систем відбувалася в умовах жорсткого державного замовлення на сільськогосподарську продукцію і

суворого контролю структури угідь, що послужило значним стримуючим фактором екологізації агроландшафту. Аграрна реформа та перехід до нових форм господарювання, виявили також й інші недоліки зональних систем землеробства [1, с. 1369]:

- не розробленість стосовно до різних рівнів виробничого потенціалу і форм організації праці;
- безальтернативність;
- недостатність соціально-економічної та ринкової мотивації;
- слабка інтегрованість.

У зв'язку з цим, важливим є вдосконалення ландшафтного аналізу території, поглиблення диференціації і типізації агроландшафтів, причому класифікація агроландшафтних систем повинна враховувати не тільки природні властивості території, а й особливості сучасного землеробства і землекористування.

Типізація агроландшафтів – це впорядкування об'єктів у групи, відповідно до ступеня вираженості, будь-якої однієї властивості (ознаки) об'єктів. Таку класифікацію необхідно виконувати по найбільш провідному компоненту ландшафту, який більшою мірою зумовлює природний баланс (екологічна рівновага в конкретній зоні).

Питання розміру і розмежування агроландшафтів є досить обговорюваним протягом десятків років, але і в даний час воно залишається спірним. Більшість класифікацій антропогенно-змінених сільськогосподарських ландшафтів засновані на типізації природних ландшафтів, тобто суттєвої залежності господарської складової від природних компонентів середовища. Межами в такому випадку виступають природні рубежі (русла річок, яри), або ґрунтові ареали. Прикладом може вважатися районування і типізація агроландшафтів В. А. Баранова, Г. П. Дзюїна, Л. С. Трофімової.

Основою для типізації є природні умови, фізико-географічне та інше районування. Найбільш важливим напрямком в даний час є ландшафтно-

басейновий підхід, який набув поширення в різних сферах ландшафтно-географічного дослідження, територіальному землеустрої та управлінні природокористуванням.

М. І. Лопирьовим запропоновано проводити типізацію агроландшафтів на основі ландшафтно-водозбірного підходу із застосуванням раніше проведеної класифікації земель по еродованості та інтенсивності їх використання. Типізація на основі однорідних територій за умовами обробітку сільськогосподарських культур, насамперед для потреб адаптивноландшафтних систем землеробства, була розроблена В. І. Кирюшиним. Оцінка земель, в такому випадку, проводиться по відношенню до ділянки, що обмежена ґрунтовою структурою і однаковими умовами геології і літології, відповідно до вимог сільськогосподарських культур [5, с. 49].

Більшість сучасних ландшафтів, в тій чи іншій мірі, схильні до антропогенних змін. У ландшафті, при впливі на нього людини, спостерігається зміна процесів ґрунтоутворення, порушення водного і теплового балансів, перебудова видового, біологічного і геохімічного кругообігу. Всі перераховані вище фактори зменшують продуктивність і екологічну стійкість аграрних ландшафтів в порівнянні з природними. Спільною метою сучасної агроландшафтної науки є їх захист і попередження небажаних змін, тобто забезпечення збалансованої стійкості агроландшафту і в цілому екосистем.

## 1.2. Формування і функціонування екологічно стійких і високопродуктивних агроландшафтів

В результаті своєї діяльності людина, так чи інакше, впливає на ландшафт. Мірою кількісного антропогенно-техногенного впливу є навантаження. Для природної складової ландшафту навантаженням буде будь-який вплив, що прямо або опосередковано впливає на геосистему. Першоосновою впливу, як правило, є зміна балансу речовини і енергії, що пов'язана з їх вилученням або привнесенням в середовище [7, с. 180]. Вчені і дослідники сходяться на думці, що ряд сучасних проблем деградації ґрунтів, таких як високий ступінь ерозійних процесів, дегуміфікація, засолення, опустелювання, викликані інтенсивністю антропогенного навантаження. Існують різні точки зору визначення екологічної стійкості агроландшафтів так на думку професора М. І. Лопирьова, екологічно стійким можна вважати агроландшафт, який зберігає високу продуктивність при інтенсивному використанні в системі землеробства. Кирюшин В. І. розглядає стійкість агроландшафту як здатність підтримувати задані продуктивні і соціальні функції при збереженні біосферних, при цьому виділяють такі види стійкості, як екологічна, економічна (соціально-економічна) і агрономічна. Більш детально екологічна стійкість агроландшафтів реалізується через режими органічної речовини, стан ґрунту та її біологічну активність, реакцію середовища, стан агроценозів, біоценозів та ін., і в свою чергу поділяється на:

- фізичну (стійкість літооснови, протиерозійна стійкість);
- біологічну (відновлювальні та захисні функції рослинності, стійкість протишкідникових організмів);
- геохімічну (здатність до самоочищення від продуктів забруднення і зниження їх токсичності, буферність, протистояння засоленню).

У проведених дослідженнях екологічна стійкість розглядалася, як здатність екологічної системи зберігати свою структуру і функції в процесі впливу внутрішніх і зовнішніх факторів.



За рівнем деградації земель наша країна знаходиться на третьому місці в світі (6,87 % площі, 1 153 210 кв. км), поступаючись тільки Китаю (30,55 % площі, 2 862 011 кв. км) і Бразилії (15,97 % площі, 1 367 276 кв. км) [97]. За даними Департаменту меліорації Міністерства сільського господарства України, з наявних в даний час в Україні 42890 тис га сільськогосподарських угідь (в т.ч. 28574,5 тис га ріллі) близько 21950 тис га (85 %) схильні до різних процесів деградації: водної та вітрової ерозії – 665 тис га, перезволоження і заболочування – 235 тис га, засолення і з солонцевими комплексами – 138 тис га, заростання чагарником і дрібноліссям – 16 тис га. крім цього, в нашій країні, на кам'янисті ґрунти припадає 12 тис га, на кислі ґрунти – 34 тис га, на опустинені в сильному ступені ґрунту – 10 тис га [5, с. 50].

Економічні втрати, викликані деградацією ґрунтів, проявляються не тільки побічно, через зниження родючості, а й прямо, за рахунок зменшення кадастрової вартості. За даними професора В. Н. Хлистуна, за 11 останніх років кадастрова вартість землі в Україні знизилася на 30%. Згідно з дослідженнями науково-дослідного Інституту землеробства і захисту ґрунтів від ерозії сучасний стан біосфери відносно оборотний.

Досягнення її стійкого стану бачиться авторами тільки в зменшенні антропогенного навантаження.

У сучасних умовах кризи і спрямованості держави на самостійне безперебійне постачання населення продовольством і промисловою сировиною, перед агровиробниками стоять завдання підвищення наукового забезпечення, технічної оснащеності, утримання темпів зростання культури землеробства, стійкості і стабільності сільськогосподарського виробництва.

Думки провідних сучасних вчених сходяться у важливості формування політики модернізації систем землеробства, переведення їх на більш високий рівень інформаційно-технологічного сервісу, і розвитку теоретичних і методичних основ створення екологічно збалансованих агроландшафтів з урахуванням їх стійкості до зовнішніх впливів, ресурсного потенціалу, розробки

системи нормування антропогенного навантаження для збереження природних екосистем [13, с. 345].

У 1987 році була висунута концепція агроландшафту, яка пропонувала розглядати ландшафт, залучений в сільськогосподарське виробництво, як принципово нове утворення. Автор концепції В. А. Ніколаєв розглядав агроландшафт, як цілісну, внутрішньо неоднорідну природно-сільськогосподарську екосистему, що включає як оброблювані землі, так і угіддя іншого функціонального профілю.

Слід зазначити, що намічений в 80–90 роки ХХ століття вектор розвитку сільського господарства, заснований на обліку ландшафтно-екологічної неоднорідності і конкретних природних умов територіального комплексу, збереження екологічної стійкості агроландшафтів і дбайливого використання ресурсів, не був реалізований, у зв'язку з проведенням в Україні з кінця 90-х років земельної та ринкової реформи.

Численні зміни форм власності на землі сільськогосподарського призначення і як наслідок характеру господарювання, викликані земельною реформою, в тому числі утворення великої кількості незатребуваних часток і невиконання власниками зобов'язань з охорони земель, призвело до поширення явища їх заростання і захаращення. Незважаючи на удаваний позитивний ефект призупинення аграрного виробництва, дійсним результатом заростання ґрунтів чагарниковою і деревною рослинністю є посиленням підзолистого процесу і зниженням більшості показників родючості.

Виникла ситуація, економічні та соціальні труднощі вивели на перший план реорганізацію сільськогосподарських підприємств, реєстрацію, оформлення та переділ земель, на шкоду організації агроландшафтів, підвищення родючості ґрунтів і відтворення цінних земельних ресурсів. Ставка реформування на підвищення культури користування земельними ресурсами через інститути приватної власності та оренди не була виправдана. Сьогодні

питання про державний контроль, фінансування та підтримки землевпорядних робіт знову актуальне [16, с. 147].

В даний час пріоритетним є розробка і удосконалення еколого-ландшафтного підходу до розробки систем землеробства і землекористування, що базуються на встановленні і збереженні екологічної стійкості агроландшафтів. У цих регіонах існує ряд виробничих експериментів, що свідчать про високий ступінь ефективності відтворення збалансованої екологічно стійкої агроландшафтної екосистеми.

Переклад сільськогосподарського виробництва на еколого-ландшафтну основу, що базується на встановленні стійкості агроландшафту, в еталонних господарствах різних областей дав результат зростання родючості ґрунтів, покращення загальної екологічної обстановки, що супроводжується значним збільшенням врожайності рослин і продуктивності тварин, при покращенні якості продукції.

Досягнута шляхом науково вивіреної зміни структури угідь, диференційованого використання ріллі, екологічна стійкість на площі 10000 га дала ефект не тільки збільшення врожайності (на 40 % вище, ніж в середньому по району дослідження при невисокій якості земель), а й дозволила пройти критичні умови посушливих років з меншим збитком для виробника.

У статті, присвяченій світовим екологічним проблемам і управлінню агроландшафтами, І. А. Трофімов і В. М. Косолапов виділяють систему заходів, що спрямована на створення екологічно стійкої структури агроландшафтів і забезпечення їх нормального функціонування, реалізація наведених заходів, у своїй більшості відпрацьована землевпорядною наукою, і має можливість реалізації на агроландшафтах країни.

Основною причиною, що стримує активне застосування розробок еколого-ландшафтного устрою сільських територій, є несприятлива соціально-економічна обстановка. В останні роки державна підтримка АПК скоротилася в 1,9 разів, в

2,7 разів зменшений обсяг інвестицій, зарплата на селі не перевищує 55 % середньої по промисловості.

Істотне скорочення фінансування торкнулося і землевпорядних заходів.

Перехід на екологічно стійку модель господарювання несе деякі ризики, адже дає економічний ефект і окупається, як правило, через кілька років (в середньому прибуток можна отримати через 5–10 років). У такій ситуації господарюючий суб'єкт, що не забезпечений підтримкою державних або муніципальних структур, не має можливості забезпечити проведення необхідного комплексу природоохоронних заходів [19, с. 39].

Важливим, на думку вчених, є закріплення за державою контролюючих функцій, крім забезпечення умов для природоохоронної діяльності землекористувача юридичними, економічними та іншими засобами.

Слід також відмітити, що у сільськогосподарських товаровиробників відсутня землевпорядна документація, в тому числі проекти внутрішньогосподарського землеустрою, проекти покращення сільськогосподарських угідь, захисту земель від ерозії та інших негативних процесів. Це несприятливо впливає на результати сільськогосподарської діяльності та свідчить про відсутність контролю за дотриманням земельного законодавства за вказаним напрямом. Схожа ситуація простежується в багатьох аграрних областях України (Тернопільська, Хмельницька, Вінницька та інші області).

Обмеженість земельних ресурсів високої якості існує поряд з проблемою залучення в сільськогосподарське виробництво незатребуваних земельних часток. Подібні проблеми агроландшафтного управління можуть бути вирішені тільки економічними і правовими інструментами.

Паралельно з дослідженнями щодо забезпечення екологічної стійкості вітчизняними та зарубіжними дослідниками ведуться роботи в галузі оцінки та моніторингу земельних ресурсів і процесів, що відбуваються з ними, впровадження в аграрне виробництво інноваційних досягнень науки і техніки.

Так, наприклад, В. В. Алакоз бачить досягнення більшого економічного ефекту поряд з підвищенням відтворюваної здатності ґрунтового покриву і покращенням екологічної чистоти продукції сільського господарства, у використанні точного землеробства.

Таке «розумне» землеробство є базовим елементом застосування ресурсозберігаючих та енергозберігаючих технологій, і створює можливість для управління продуктивністю сільськогосподарських угідь з урахуванням неоднорідності агрокліматичних параметрів всередині поля.

Каркасом для відтворення екологічної стійкості, як і систем точного землеробства, є адаптивно-ландшафтний землеустрій, що передбачає їх високий взаємозв'язок між собою і з облаштуванням території як основи точного (координатного) землеробства.

Кооперування великих пластів знань, і спільне використання широкого спектру даних, виконання складних розрахунків і комунікація дослідницької діяльності можлива, на нашу думку, тільки на основі інформаційних систем і технологій.

Розробка і широке практичне застосування комп'ютерних технологій у вирішення завдань проектування, організації, управління агроландшафтів, а також їх інформаційне забезпечення є в сучасних умовах однією з пріоритетних проблем землевпорядної науки і вдосконалення технології робіт.

Найбільш складним при детальному опрацюванні проекту є пристрій зрошуваного або еродованого агроландшафту. Інформаційне забезпечення таких робіт в рази вище, ніж влаштування богарних або плакорних земель. Напрацювання інформаційного поля можливе при здійсненні моніторингових та оціночних кадастрових робіт.

Моніторинг є засобом контролю змін, що відбуваються в агроландшафті.

Він включає систему спеціальних спостережень, організовану в часі і просторі, що дозволяє проводити оцінку і прогноз можливих змін з метою

вироблення технологічних рішень, що забезпечують екологічну безпеку і економічну ефективність сільськогосподарського виробництва [22, с. 8].

Поняття екосистемного моніторингу узагальнив Б. В. Виноградов, розглядаючи його як систему спостереження за станом екосистем, реєстрації його сучасної структури, контролю динаміки, головним чином антропогенного прогнозу їх змін і нарешті, управління та оптимізації.

Можливе виділення більш спеціального виду моніторингу, – агроекологічного.

Агроекологічний моніторинг повинен формувати відкриту багатоцільову інформаційно-довідкову систему, що призначена для вирішення прикладних та управлінських завдань у галузі екології та раціонального землекористування.

Безперервність моніторингових і оціночних заходів позначені спочатку завданням забезпечення інформаційної бази при досягненні екологічної стійкості агроландшафту, потім контролем, кінцевою метою якого є коригування заходів щодо пом'якшення (зниження) впливу при змінених зовнішніх або внутрішніх умовах.

Поняття «моніторинг» морфологічно побудовано на базі латинського кореня *monitor*, яке перекладається як – «нагадує», «застерігає».

Моніторинг, як механізм збору даних, є першим ступенем (базисом) оцінки, яка в свою чергу, має мету і дає можливість проникнути в сутність явища, що відбувається.

Деградація агроландшафту - це процес спрощення його структури і погіршення природних властивостей, що негативно позначається на найбільш уразливих його компонентах - ґрунтах, біорізноманітті, якості поверхневих і ґрунтових вод, а також на зниженні продуктивності агроекосистем. В Україні ще за радянських часів виконано значний обсяг робіт як з наукового обґрунтування, так і практичної реалізації їх результатів для розв'язання проблеми охорони земель від ерозійної деградації [72,с.76]. Необхідно зважати на те, що ґрунти є

невідновлюваним ресурсом, а процес їх регенерації є надзвичайно повільним та потребує значних витрат матеріальних і енергетичних ресурсів [78,с.129].

Тому охорону ґрунтового покриву від деградації необхідно розглядати, з одного боку, як чинник, що забезпечує збереження природноенергетичного потенціалу агроєкосистем, а з другого, як елемент, що може в умовах зміни клімату опосередковано сприяти депонуванню вуглецю у ґрунт, тобто зменшувати його емісію в атмосферу, що є одним із чинників, який впливає на кліматичні зміни. У цьому аспекті особливої уваги потребують ерозійно-небезпечні території, на яких спостерігаються неконтрольовані втрати найбільш родючої частини ґрунту - органічної речовини, біогенних елементів та вологи.

Ерозійні процеси не тільки негативно впливають на механічні втрати органічної речовини з ґрунту, але й підсилюють інтенсивність її мінералізації, нагадуючи певною мірою процес оранки, що підсилює доступ кисню у ґрунтове середовище. Внаслідок перемішування верхнього шару ґрунту, в т.ч. і в процесі ерозії, спочатку вивільнюється  $\text{CO}_2$ , що міститься в поровому і міжпоровому просторах, а потім розпочинається більш тривалий процес мінералізації органічної речовини, що також супроводжується емісією  $\text{CO}_2$  у атмосферу.

З розвитком ерозійних процесів, агроєкосистеми назавжди втрачають не тільки основні елементи родючості - азот, фосфор, калій, кальцій та мікроелементи, але й вуглець та біоту.

Внаслідок цих негативних процесів підвищується емісія парникових газів з ґрунту, знижується його родючість та погіршуються умови сільськогосподарської діяльності. Компенсація наслідків деградаційних процесів, у т.ч. дегуміфікації та загального падіння родючості ґрунту, потребує значних додаткових витрат антропогенної енергії і матеріальних ресурсів, а саме: внесення органічних та мінеральних добрив, проведення заходів з відновлення біосферних функцій ґрунтів у агроландшафтах, вжиття більш складних протиерозійних заходів.

Розв'язання проблеми захисту ґрунтів від ерозійної деградації забезпечується комплексом заходів, у т.ч. оптимізацією структури агроландшафтів і систем землекористування, застосуванням системи протиерозійних заходів постійної дії, до яких належать: водорегулювальні земляні гідротехнічні споруди на орних землях, лісо- та лукомеліоративні прийоми, ґрунтозахисні агротехнології, консервація деградованих та малопродуктивних земель з подальшим їх залісненням або залуженням, екологічно обґрунтована організація водоохоронних, заповідних та рекреаційних зон [73,с.169].



### 1.3. Сучасні методики оцінки стійкості агроландшафтів

Для кожного агроландшафту, залежно від тих чи інших компонентів, що входять до його складу та властивостей, може бути визначений такий рівень навантаження господарського виробництва, при якому досягається висока продуктивність агроценозів, і не порушується динамічна рівновага (баланс) в агроландшафтах. Отже, сталий і стабільний розвиток екосистем і агроландшафтів можливий тільки за умови знаходження в них екологічно доцільного і економічно оптимального рівня інтенсивності виробництва на основі відповідних параметрів і критеріїв. Незважаючи на системне дослідження агроландшафтів і прояв інтересу до цього питання, проблемним і маловивченим залишається компонент стійкості агроландшафту [20, с. 288].

При визначенні стійкості агроландшафтів використовують три основні характеристики:

- здатність зберігати свої властивості протягом певного проміжку часу при зовнішніх впливах;
- здатність зберігати внутрішні зв'язки при переході з одного стану в інший;
- здатність до самовідновлення після припинення впливу.

Недоцільність розгляду таких характеристик, як ключових, пояснюється особливістю функціонування агроландшафтів, яка передбачає обов'язковий зовнішній вплив. Однак ми вважаємо, що дана характеристика може бути використана в оцінці стійкості до специфічних несприятливих природних факторів, таким як посуха. Збереження внутрішніх зв'язків, їх модифікація або формування є оптимізацією агроландшафту, тобто процесом антропогенно-заданим. Перехід такої геосистеми, що знаходиться в аграрному виробництві, в новий стан можливий тільки при зміні взаємозв'язків її компонентів, і як наслідок втрати раніше наявних властивостей, становленні нового режиму. Рівень функціонування агроландшафту в такому випадку може перейти на більш якісний щабель, або деградувати.

Застосування другого критерію, на нашу думку, можливе при оцінці окремо соціально-економічної або екологічної компоненти агроландшафту, але використання даного підходу при розгляді цільної системи є спірним. Тому, при вивченні та оцінці стійкості аграрного ландшафту краще використовувати поняття стійкості, як здатність зберігати динамічну рівновагу, основні властивості і взаємозв'язки при зовнішньому впливі протягом деякого часу.

Стійкість агроландшафту в кожному конкретному регіоні зумовлюється провідним компонентом, фактором, який найбільшою мірою впливає на агроекологічну систему. Слід зазначити, що для центрально-чорноземного регіону таким компонентом вважається рельєф і гідрографічна мережа, від яких залежить стік опадів і водний режим території, інші компоненти, такі як ґрунти і рослинність можуть відіграти визначну роль. Так, наприклад, розгляд функцій, режимів і властивостей ґрунту, як параметра стійкості агроєкосистеми проводиться в роботах А. Н. Каштанова. Багатьма дослідниками доведено наявність протиерозійного, екологічного та сільськогосподарського ефекту від присутності поблизу стабілізуючих угідь [26, с. 35].

Унаслідок недостатньої зацікавленості державних і регіональних влад в ландшафтних дослідженнях намітилася тенденція їх випередження дослідженнями економічного характеру, які стосуються важливих аспектів в галузі екології землекористування і землеволодіння. Так у монографії авторів А. В. Улезько, В. Е. Юшкової, А. А. Тютюникова пропонується метод розрахунку фактичного і теоретичного значення виробництва сільськогосподарської продукції в розрахунку на 1 балогектар, що розглядаються з позиції економічної користі, нами ж бачиться можливість їх застосування в еколого-ландшафтних дослідженнях. У працях В. Л. Чернікова та А. І. Чекереса даються такі рекомендації з оцінки екологічної стійкості та оптимізації агроландшафту як:

- оцінка стану та прогнозування змін у ландшафтах повинні здійснюватися на основі системного вивчення;

- системний підхід до ландшафту дозволяє виявити його структуру, а також істотні зв'язки компонентів в просторі і в часі, звідси впливає можливість пошуку варіантів, принципів і методів узгодження взаємин для різних типів ландшафту;
- екологічна стабільність і продуктивність екосистем тісно пов'язана з різноманітністю абіотичних і біотичних елементів ландшафту, тому особливо важливим є розумна оцінка сформованих ландшафтних структур і передбачувані їх модифікації на основі обліку коефіцієнтів екологічного та видового різноманіття;
- екологічна стійкість ландшафту включає як стійкість до антропогенних навантажень, так і гнучкість системи в її реакції на те чи інше порушення, тому при оцінці речовинно-енергетичних та інших зв'язків між компонентами необхідно визначити потенційні навантаження на ландшафт [29, с. 188].

У процесі дослідження питання оцінки екологічної стійкості агроландшафтів були розроблені і використовуються на практиці кілька методів, з яких особливий інтерес представляють:

- метод оцінки за допомогою коефіцієнта екологічної стабільності ландшафту;
- метод оцінки стійкості за індексом збалансованості;
- метод оцінки через визначення фактора стабілізації;
- метод оцінки відповідності технологічного навантаження екологічної ємності агроландшафту.

Кожен з методів має власні показники і шкали оцінки, які будуть розглянуті нижче. Коефіцієнт екологічної стабільності ландшафту або абіотичний метод (КЕСЛ) заслуговує на увагу, так як дає можливість оцінювати екологічну стійкість агроландшафту, інтегруючи якісні та кількісні характеристики, як біотичних, так і абіотичних елементів ландшафту.

Даний метод оцінки вперше висунутий в 1995 році словацькими вченими Е. Н. Клементової і В. Гейніге, розглядається також в роботах В. А. Баранова, Б. І. Кочурова та П. В. Ключина.

Розглянутий метод ґрунтується на визначенні площ, зайнятих різними елементами сільськогосподарського ландшафту, і їх зіставленні. Ландшафт, згідно з методикою, поділяється на сільськогосподарські або інші угіддя, що володіють стабілізуючим або дестабілізуючим впливом, коефіцієнт екологічної стабільності визначається за формулою (1.1):

$$\text{КЕСЛ} = \frac{\sum_1^m F_{\text{стаб}}}{\sum_1^m F_{\text{дестаб}}} , \quad (1.1)$$

де  $F_{\text{стаб}}$  – площа стабілізуючих елементів ландшафту, га,  $F_{\text{дестаб}}$  – площа дестабілізуючих елементів ландшафту, га.

У ролі стабілізуючих елементів виступають території лісу, багаторічні і захисні лісові насадження, природні водойми, луки, сіножаті і пасовища, рілля під багаторічними травами, заповідники, заказники, болота і т.д. до дестабілізуючих угідь відносяться забудовані території, рілля під однорічними культурами, місця видобутку корисних копалин, яри і т.д.

Згідно з отриманим коефіцієнтом використовуються наступні критерії екологічної стабільності ландшафту [8, с. 22]:

$\text{КЕСЛ} < 0,5$  – відповідає яскраво вираженій нестабільності агроландшафту;  
 $0,5 < \text{КЕСЛ} < 1,0$  – говорить про нестабільний стан сільськогосподарського ландшафту;

$1,0 < \text{КЕСЛ} < 3,5$  – стан ландшафту умовно стабільний;

$3,5 < \text{КЕСЛ}$  – виражена стабільність ландшафту.

Другий коефіцієнт екологічної стабільності ландшафту (КЕСЛ), так званий біотичний метод, розглядає крім співвідношення елементів агроландшафту

також і їх якісний стан, і внутрішні властивості, такі як: структура біомаси, вологість, рельєф і геологічна будова, місце розташування і біоценоз. Розрахунок проводиться за такою формулою (1.2):

$$\text{КЕСЛ} = \frac{\sum_{f=1}^m f \cdot k_1 \cdot k_2}{\omega}, \quad (1.2)$$

де  $f$  – площі біотичних і абіотичних елементів у складі ландшафту, га;

$k_1$  – коефіцієнт екологічної значущості;

$k_2$  – коефіцієнт геоморфологічної стійкості;

$\omega$  – площа розглянутого ландшафту, га.

Коефіцієнт геоморфологічної стійкості представлений у таблиця 1.1., а коефіцієнт екологічної значущості наведено у таблиці 1.2. Вони характеризують окремі біотичні елементи агроландшафту. Шкала оцінки при біотичному методі варіюється від «нестабільного» при  $\text{КЕСЛ} < 0,33$ , до «найбільш стабільного»  $0,67 < \text{КЕСЛ}$ .

Таблиця 1.1

## Коефіцієнт геоморфологічної стійкості

Об'єкти	к 2
Стійкі матеріальні породи	1 (стабільні)
піски, зсуви, яри	0,7 (нестабільні)

Таблиця 1.2

## Коефіцієнт екологічної значимості угідь в агроландшафті

Окремі біотичні елементи	К
забудова	0,00
рілля	0,14
луки	0,62
Город	0,50
Пасовище	0,68
виноградник	0,29
Хвойний ліс	0,38

## Продовження таблиці 1.2

Листяний ліс	1,00
хвойно-широколисті ліси	0,63
лісосмуги та багаторічні насадження	0,68
водойми і водотоки	0,79

Метод оцінки стійкості за індексом збалансованості розроблений співробітниками НДІ землеробства і захисту ґрунтів від ерозії, з урахуванням досягнень в області оцінки екологічної стійкості агроландшафтів, таких вчених, як Д. Л. Арманд, Н. З. Милащенко, М. І. Лопирьов, М. Н. Масютенко. Розглянутий спосіб оцінки екологічної стійкості цікавий тим, що не вимагає проведення багаторічних моніторингових робіт для збору необхідних вихідних даних [9, с. 47].

Серед параметрів стійкості виділяються наступні: продуктивність ріллі, ґрунтовий покрив, ландшафтні умови виробництва, площі угідь, сумарна радіація, сума активних температур, запаси вологи, кислотність ґрунтів і вміст в них NPK, потужність гумусового горизонту і кількість гумусу, екологічна ємність ландшафту, тривалість вегетаційного періоду. У загальній системі авторами виділено три підсистеми за кількістю видів стійкості: стаціонарний режим, гомеостаз, рівновага.

Оцінка стійкості проводиться через наявність різновидових положень рівноваги. Так при наявності всіх трьох, ландшафт буде характеризуватися як «стійкий», при відсутності – «нестійкий», проміжними характеристиками є «середньо стійкий» і «слабостійкий» ландшафт.

У свою чергу всередині видів стійкості виділені фактори, що характеризуються вищеназваними параметрами і мають по три класи. Наприклад, за ознакою природної продуктивності рілля буде районована на високий, середній і малий рівень продуктивності виходячи з врожайності основних культур, а потім шляхом якісного зіставлення кожен з класів якості перекладається відповідно до класів стійкості: «стійкий», «порогостійкий» і «нестійкий».

Дана система оцінки (Таблиця 1.3) може бути використана як для оцінки стійкості фактичного агроландшафту, так і для оцінки проєктів систем землеробства і землеустрою на підставі включення основних критеріїв адаптивного і еколого-економічного підходів в таксономічний ряд.

Поділ екосистем агроландшафту на стабільні і нестабільні, дає можливість використання фактора стабілізації, як регулюючого і на його підставі проводити оптимізацію складу і співвідношення угідь. Фактор стабілізації, який визначається за нижче приведеною формулою, є відношенням запасів енергії в підземній фітомасі до біоенергетичного потенціалу території агроландшафту (у відсотках) [11, с. 103].

Таблиця 1.3

Інформаційна система оцінки стійкості агроландшафту

Вид стійкості	Таксономічні ознаки	Класифікаційні ознаки		
		Клас якості	параметр, умова	клас стійкості
рівновага	рівність площ стабілізуючих і дестабілізуючих середовище об'єктів	культурний; меліорованих; акультурний	$I_{ca} > 1$ $I_{ca} = 1$ $I_{ca} < 1$	стійкий; порогостійкий
	рілля районирована за ознакою природного продуктивності	високопродуктивний; середньо продуктивний; малопродуктивний	врожайність основної культури	стійкий; порогостійкий; неустойчивый
	організація агроекосистем за ступенем складності ґрунтового покриву і ландшафтних умов	однорідний; середньої складності; підвищеної складності адаптивний;	<10% 10–25% 25–50%	стійкий; порогостійкий, нестійкий
	підбір і розміщення культур відповідно до їх положень до ландшафтних умов	Адаптивний; Ґрунтозахисний; зрівнювальний	запаси вологи, сумарна радіація, сума температур, NPK, рН, гумус, період вегетації	стійкий; порогостійкий, нестійкий
гомеостазис	планування ефективної врожайності і технологічних навантажень	розрахункова з екологічної ємності; розрахункова по виносу; призначена	$U_e = U_{п2,5}$ вміст NPK, зональна норма	стійкий; порогостійкий, нестійкий

## Продовження таблиці 1.3

стаціонарний режим	підтримання рівноваги в підсистемах: фотосинтез – розкладання + відчуження, гуміфікація – дегуміфікація, ерозія – ґрунтоутворення	гармонійний; конструктивний; деконструктивний	баланс за вегетаційний період	стійкий; порогостійкий, нестійкий
--------------------	---	---	-------------------------------	-----------------------------------

$$\Phi_c = E_{пф} \cdot 100 / \text{БЕПТ}$$

посилання в тексті на формулу (1.3)

Іса – індекс збалансованості агроландшафту

де  $\Phi_c$  – фактор стабілізації агроландшафту,

$E_{пф}$  – запаси енергії в підземній фітомасі, ГДж/га,

100 – відсоткова величина показника,

БЕПТ – біоенергетичний потенціал агроландшафту, ГДж/га розробниками представленої методики є В. М. Володін, Р. Ф. Єрьоміна, Н. Ф. Михайлова, для умов Європейської півночі дана методика була адаптована Т. В. Блинської і О. Д. Кононовим.

Для отримання даного інтегрального показника рослинних і ґрунтових ресурсів потрібно, згідно з методикою, визначити позитивні або негативні тенденції гумусу ґрунтів, підземної і надземної фітомаси, а потім розрахувати їх енергетичну складову.

Шкала оцінки ступеня стабілізації агроландшафту (фактор стабільності) диференціюється наступним чином: при  $\Phi_c < 0,5$  – дуже низька; при  $0,5 < \Phi_c < 1,5$  – низька; при  $1,5 < \Phi_c < 2,5$  – Середня; при  $2,5 < \Phi_c < 5,5$  – висока; при  $5,5 < \Phi_c$  – дуже висока.

Енергопотенціал органічної речовини і фактор стабілізації агроландшафту залежить від виду його сільськогосподарського використання і співвідношення орних і екологічно стійких угідь, і багато в чому визначає родючість ґрунтів і їх екологічний стан. Питання вивчення екологічної ємності агроландшафту є на сьогоднішній день досить актуальним, і висвітлюється такими авторами, як В. І. Кирюшин, В. М. Володін, Г. І. Баздирев,



С. С. Поздняк. Під екологічною ємністю агроландшафту розуміють антропогенне навантаження, яке здатний сприйняти агроландшафт, зберігаючи екологічну і продуктивну стійкість [12, с. 345].

Метод розроблений в 2012 році авторами: Н. П. Масютенко, Н. А. Чуян, Г. І. Бахіреєв та ін., і дозволяє оцінити екологічну стійкість агроландшафту виходячи з рівня антропогенного навантаження і його відповідності екологічної ємності агроландшафту.

Підставою оцінки є показники якості ґрунту та показники продуктивної та продуктивної стійкості агроландшафту. Ранжування проводиться виходячи з чотирнадцяти критеріїв допустимого антропогенного навантаження. Виділяється чотири рівні забезпечення продуктивної та продуктивної стійкості агроландшафту через відповідність антропогенного навантаження екологічної ємності:

- забезпечення стійкості та продуктивності агроландшафту зі 100 % відповідністю;
- забезпечення – з 90 % відповідністю;
- забезпечення – з 70 % відповідністю;
- незабезпечення і невідповідність.

Виділення критеріїв допустимого навантаження забезпечують відсутність деградації ґрунтів, і показників продуктивної і продуктивної стійкості агроландшафтів дозволяє, на думку авторів, використовувати методика, в тому числі, для ресурсно-екологічного районування та обґрунтування встановлення екологічних регламентів агротехнологій.

З урахуванням сказаного, повинні розроблятися параметри агроекологічного навантаження, яка була б нешкідливою для різних категорій агроландшафтів.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОЦІНКИ СТАНУ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

#### 2.1. Аналіз методів дослідження фізико-хімічних властивостей ґрунтів

Ґрунт – тонкий шар подрібнених гірських порід або осадових порід з невеликою кількістю органічної речовини, пронизаних корінням рослин, ходами черв'яків та інших дрібних живих істот. Ґрунти відрізняються від повітря, води, рослинності та інших компонентів географічного ландшафту не тільки зовнішнім виглядом і речовим складом, але і динамічними характеристиками. Наприклад, склад повітря в ландшафті змінюється іноді буквально за хвилини, зміна води в річці також відбувається дуже швидко. Рослинність змінюється внаслідок природних процесів за десятки і сотні років. Ґрунти ж зберігають свої основні властивості навіть при зміні зовнішніх умов (клімату, рослинності) десятки, сотні і навіть тисячі років. Тому кажуть, що ґрунти зберігають «пам'ять» про ландшафт. По ґрунтах часто судять про характер ландшафту в доісторичний час.

Обґрунтована тривога за сучасний стан навколишнього природного середовища обумовлена численними екологічними, санітарно-гігієнічними та інші проблемами, а питанню оцінки ґрунтового покриву відводиться значна увага [23, с. 184].

Сьогодні у світі не існує прийнятої узгодженої процедури порівняння якості ґрунтів, яку можна було б рекомендувати для широкого практичного використання. Різні ґрунтові класифікації погано порівнюються одна з одною через розбіжність принципів побудови та структури.

Антропогенні перетворення міських ґрунтів внаслідок забруднення основної частини урболандшафту (поверхневого шару ґрунту) і проблеми негативних наслідків внаслідок цього забруднення турбують більшу частину сучасних дослідників .

Аналіз наукових літературних джерел свідчить про різні підходи щодо класифікації ґрунтів, розроблених відомими дослідниками ґрунтів світу та національні класифікації конкретних країн: США, Німеччини, Франції, Канади, Великої Британії, Китаю, Японії, Індії. Вперше цій проблемі особливу увагу приділила Н. М. Строганова і Л. П. Степанова [24, с. 93], які розробили оригінальну класифікацію ґрунтів і ґрунтоутворюючих тіл міських територій України. На підставі даної розробки міські ґрунти доповнені такими показниками, як закритість поверхні ґрунту асфальтом, будівлями та іншими тілами, що є малопроникними для світла, газообміну та дренажу води.

В даний час існують різні підходи до оцінки рівня забруднення ґрунту. Основним критерієм гігієнічної оцінки небезпеки забруднення ґрунту шкідливими речовинами є гранично допустима концентрація (ГДК) хімічних речовин в ґрунті.

Встановлення ГДК забруднюючих речовин в ґрунті знаходиться в початковій стадії, тому до теперішнього часу встановлені ГДК тільки для кількох десятків шкідливих речовин, переважно отрутохімікатів. ГДК є комплексним показником нешкідливого для людини вмісту хімічних речовин в ґрунті, так як ці критерії відображають всі можливі шляхи опосередкованого впливу забруднювача на все контактуюче з ґрунтом середовище, біологічну активність ґрунту і процеси його самоочищення. Тому при нормуванні хімічних речовин в ґрунті враховується не тільки та небезпека, яку представляє ґрунт при безпосередньому контакті з ним, але й наслідки вторинного забруднення контактуючих з ґрунтом середовищ.

При цьому кожен із шляхів впливу оцінюється кількісно з обґрунтуванням допустимого рівня вмісту речовин за кожним показником шкідливості .

## 2.2. Роль сучасних інструментальних методів в дослідженні складу і властивостей ґрунтів

При дослідженні ґрунтів в польових умовах гранулометричний склад визначають за зовнішніми ознаками і на дотик в сухому і вологому стані.

1. «Сухий метод» включає в себе таку методіку. Суху грудку мілкозему відчувають на дотик, тобто кладуть на долоню і ретельно розтирають пальцями. Чим більша частина його втирається в шкіру, тим він важче по гранулометричному складі. Також в сухому стані різні ґрунти по гранулометричному складу мають неоднакову зв'язність, тобто міцність грудки на розрив або роздавлювання. Легкі ґрунти слабозв'язані і роздавлюються невеликим зусиллям пальців, а суглинкові – добре зв'язкові і грудка розривається зі значним зусиллям, а у глинистих ґрунтів в сухому стані грудку практично неможливо роздавити [27, с. 82].
2. «Мокрий метод» коли зразок ґрунту (3–4 г) змочують до тістоподібного стану, при якому він має найбільшу пластичність. Вода при цьому з ґрунту не відділяється. Добре розім'ятий і перемішаний в руках ґрунт розгортають на долоні в шнур товщиною близько 3 мм, з якого потім роблять кільце навколо пальця діаметром до 3 см. В залежності від гранулометричного складу ґрунту шнур при розгойдуванні буде вести себе по-різному. Якщо шнур (товщиною 3 мм) не утворюється – то це пісок. Якщо є зачатки шнура – супісок. Якщо шнур дробиться при розкочуванні – легкий суглинок. Шнур суцільний, кільце (діаметр 2–3 см) при згортанні розпадається – середній суглинок. Шнур суцільний, кільце з тріщинами – важкий суглинок. Шнур суцільний, кільце цілісне – глина.

Мокрий польовий метод, якщо його ретельно застосувати, дає результати, близькі до лабораторного аналізу.

Опис ґрунтових розрізів. За морфологічними ознаками можна вивчати історію розвитку ґрунтів, з'ясувати його генезис і до деякої міри встановити агрономічну цінність ґрунтів. Тому при вивченні ґрунтів в полі і морфологічному

описі ґрунтового розрізу дуже важливим є правильне «читання» ґрунтового розрізу.

Техніка і послідовність робіт при вивченні і описі ґрунтового розрізу і веденні щоденника наступні: записують номер, дату і географічне положення розрізу, відзначити характер рельєфу, точно вказують на якому елементі рельєфу зроблений розріз, описують угіддя і їх стан; видовий склад рослинності, щільність і стан поверхні (заболоченість, грудкуватість, засоленість, кам'янистість та інші характерні особливості); дають агрономічну оцінку ґрунтів з урахуванням даних про сільськогосподарську цінність ґрунту; відзначають Материнські і підстилаючі породи і глибину ґрунтових вод, якщо вони виявлені. Також визначають місце розташування розрізу і роблять його прив'язку. Ознайомлення з рельєфом, рослинністю, її станом та іншими характерними особливостями ділянки, на якій зроблений розріз, проводять в той проміжок часу, який необхідний для розкопки призначеного до вивчення розрізу [28, с. 682].

Визначення глибини і характеру спінення проби ґрунту від 10% – ного розчину хлоридної кислоти. Для цього на свіжопрепарованій лицьовій стінці розрізу закріплюють сантиметр таким чином, щоб відмітка «нуль» перебувала на поверхні ґрунту, далі послідовно від верху до низу капають на ґрунт хлоридну кислоту, яка при наявності карбонатів кальцію дає «спінення» різної інтенсивності – слабке, середнє або бурхливе. У тій частині стінки, де визначалася глибина і характер спінення від хлоридної кислоти, зразки ґрунтів для аналізу брати не можна.

Визначення потужності кожного горизонту і підгоризонту ґрунтів з подальшим детальним вивченням його морфолого-генетичних ознак: гранулометричного складу, фізичних властивостей та інших особливостей (забарвлення, структура, вологість, щільність, шпаруватість, новоутворення, включення, коренева система, характер переходу одного горизонту в інший). У деяких випадках для більш повної характеристики ґрунтів (засолення,

перезволоження) проводять такі прості хімічні аналізи (визначення рН, хлористих і сірчаноокислих солей, наявність заліза, соди); досліджують деякі фізичні властивості (вологість, щільність), які не вимагають складного обладнання.

Дають польову оцінку ґрунту, встановлюючи його цінність. У назві ґрунтів необхідно відобразити тип, підтип, рід, вид, різновид і материнську породу. Намітити приблизні межі його поширення на території, що вивчається, і, нарешті, взяти ґрунтові зразки для аналізів. Після вивчення, опису та взяття зразків ґрунтовий розріз повинен бути закритий .

Таблиця 2.1

## Визначення кислотності ґрунтів

Ґрунти по степені кислотності	рН сольової витяжки
Дуже сильнокислі	менше 4,1
Сильнокислі	4,1–4,5
Середньокислі	4,6–5,0
Слабокислі	5,1–5,5
Близькі до нейтрального	5,6–6,0
Нейтральні	6,1–7,0
Близькі до нейтрального	7,1–7,5
Слаболужні	7,6–8,0
Середньолужні	8,1–8,5
Сильнолужні	8,6–9,0
Дуже сильнолужні	Більше 9,0

### 2.3. Методика визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО

Визначення проводять згідно ГОСТ 26207–91. Визначення рухливих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО.

Метод базується на вилуговуванні рухомих сполук фосфору (далі –  $P_2O_5$ ) і калію (далі –  $K_2O$ ) з ґрунту розчином хлоридної кислоти молярної концентрації  $c(HCl) = 0,2$  моль/дм<sup>3</sup> по відношенню ґрунту до розчину як 1 до 5 – для мінеральних горизонтів і 1 до 50 – для органічних горизонтів і подальшому визначенні фосфору у вигляді синього фосфорномолібденового комплексу на фотоелектроколориметрі або спектрофотометрі і калію – на полум'яному фотометрі [32, с. 43].

Приготування витяжки з мінеральних горизонтів ґрунту. Проби ґрунту масою ( $10,0 \pm 0,1$ ) г поміщають в конічні колби місткістю 100 см<sup>3</sup> або технологічні ємності місткістю не менше 100 см<sup>3</sup>.

До пробам приливають по 50 см<sup>3</sup> екстрагуючого розчину. Температура екстрагуючого розчину повинна бути ( $18 \pm 3$ ) °С. Ґрунт з розчином перемішують протягом 1 хв і залишають на 15 хвилин. Потім суспензії збовтують вручну і фільтрують через паперові фільтри.

Приготування витяжки з ґрунту. Проби ґрунту масою ( $1,00 \pm 0,01$ ) г поміщають в конічні колби місткістю 100 см<sup>3</sup> або технологічні ємності місткістю не менше 100 см<sup>3</sup>. До пробам приливають по 50 см<sup>3</sup> екстрагуючого розчину. Ґрунт з розчином збовтують протягом 15 хв. потім суспензії фільтрують через паперові фільтри.

Визначення фосфору. У конічні колби або технологічні ємності відбирають по 2 см<sup>3</sup> розчинів порівняння, приготованих з еталонних проб і фільтратів витяжок.

До пробам приливають по 38 см<sup>3</sup> реактиву б. пофарбовані розчини фотометрують не раніше ніж через 10 хв і не пізніше ніж через 3 години після додавання реактиву б. Фотометрування проводять в кюветі з товщиною

просвічується шару 0,5–1,0 см щодо розчину порівняння № 1 при довжині хвилі 710 нм або використовуючи червоний світлофільтр з максимумом пропускання в діапазоні від 600 нм до 750 нм.

Визначення калію. Калій визначають на полум'яному фотометрі, використовуючи світлофільтр з максимумом пропускання в межах від 766 нм до 770 нм.

На результати хімічного аналізу ґрунтів за даним методом може негативно впливати певна кількість фосфоровмісних сполук типу апатиту (під час визначення  $P_2O_5$ ), а також калійвмісних сполук типу польових шпатів або тришарових алюмосилікатів (під час визначення  $K_2O$ ).

Зміст цих сполук пов'язано з гранулометричним складом ґрунтів. Методика проведення аналізу, залежно від гранулометричного складу ґрунту забезпечує його виконання з нормами похибок [33, с. 49]).

Таблиця 2.2

Оптимальні параметри показників родючості ґрунтів у шарі ґрунту від 0 см до 25 см

Показник	Параметри в залежності від гранулометрії (вміст фізичної глини, %)						
	Пещані <5	Зв'язно- піщані 6–10	супіщані 11–20	легко- суглинисті 21–30	середньо- суглинисті 31–45	важко- суглинисті 46–55	легко - глинисті 56–65
1	2	3	4	5	6	7	8
Гумус, %	0,4–0,7	0,7–1,4	1,1–2,7	2,0–4,1	–	–	–
Запас гумусу в профілі, т/га	25–35	35–65	60–120	85–180	–	–	–
Доступні форми азоту, мг/кг	30–40	30–40	35–45	35–45	–	–	–
Рухливий фосфор за Кірсановим, мг/кг	100–150	120–170	150–200	150–200	–	–	–
Рухливий калій за Кірсановим, мг/кг	120–170	150–200	170–220	170–220	–	–	–
рН сольової витяжки	5,1–5,7	5,1–5,7	5,4–6,0	5,4–6,0	–	–	–
Гідролітична кислотність, м-екв / 100 г	1,7–2,0	2,0–2,2	2,0–	2,3–4,5	–	–	–

На результати хімічного аналізу ґрунтів за даним методом можуть негативно впливати певні величини рН ґрунтового розчину. Норма похибки



визначення  $P_2O_5$  в дуже кислих ґрунтах, згідно ГОСТ 26483, – рН НСІ < 4,5 – становить від мінус 5 мг/кг ґрунту до мінус 40 мг/кг ґрунту, зростаючи в міру підвищення кислотності ґрунтового розчину.

## 2.4. Методика визначення важких металів і активності каталази в сірих лісових ґрунтах

Сірі лісові ґрунти характеризуються певним гранулометричним складом. Загалом, значних відмінностей між гранулометричним складом цілинних і окультурених ґрунтів не виявлено [21, с. 14].

Структура сірих лісових ґрунтів під впливом сільськогосподарського використання та процесу водної ерозії в основному інтенсивно деградує. Це проявляється в зміні форми, розмірів структурних агрегатів, їх кількісних співвідношень, водостійкості.

В окультурених і еродованих сірих лісових ґрунтів встановлено наступні зміни структурно-агрегатного стану: зменшення вмісту агрономічно цінних мезоагрегатів (0,25–10 мм); збільшення кількості агрегатів розміром > 10 мм; різке переважання в структурно-агрегатному складі фракції; зниження коефіцієнта структурності до 0,75–0,98 в окультурених ґрунтах і до 0,47–0,59 в змитих різницях; агрегатний стан орних горизонтів окультурених ґрунтів і їх еродованих різниць оцінюється, відповідно, як задовільний і незадовільний; зменшення вмісту водотривких агрегатів розміром > 0,25 мм; погіршення водостійкості структурних агрегатів.

Територіальні відмінності факторів ґрунтоутворення зумовили просторові зміни фізико-хімічних властивостей ґрунтів. Тривале сільськогосподарське використання ґрунтів призвело до трансформацію гумусового стану, кислотно-основних властивостей, складу вбратися катіонів.

Мінеральна частина світло-сірих і сірих лісових ґрунтів за хімічним складом практично двокомпонентна, вона включає оксид  $\text{SiO}_2$  і  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Незначна частка припадає на оксиди Кальцію, Магнію, Калію, Натрію, Фосфору. Вміст  $\text{SiO}_2$  в гумусно-елювіальний горизонті цілинних світло-сірих лісових ґрунтів становить 80,24–86,80 %, в сірих лісових ґрунтах – 83,81–84,

79 % від ваги прокаленого ґрунту, з глибиною його вміст поступово зменшується. Другим, за змістом, компонентом мінеральної частини сірих

лісових ґрунтів є оксиди ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Профільне розподіл оксидів Алюмінію і Заліза в досліджуваних ґрунтах характеризується вираженою диференціацією, що проявляється у відносному накопиченні  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в ілювіальному горизонті цих ґрунтів.

Хімічний склад мінеральної частини сірих лісових ґрунтів відображає їх формування під впливом комплексу елювіально-ілювійного і дернового процесу. За діагностичними рівнями проведена оцінка ступеня деградації сірих лісових ґрунтів: слабо- і середньозмиті сірі лісові ґрунти по нормативним параметрам ерозійної деградації – потужністю змитою товщі, знаходяться, відповідно, в передкризовому і кризовому стані [15, с. 125]. За втратою гумусу, еродовані ґрунти зазнали деградації від слабкого до кризового рівнів; аналіз показників і критеріїв деградаційної процесу – ущільнення ґрунту, вказує на високий і кризовий ступінь деградації ґрунтів за щільністю будови і середній і високий рівень деградації за величиною загальної шпаруватості; еродовані ґрунти характеризуються високим рівнем деградації структурно-агрегатного стану. Фізична деградація обумовлює погіршення екологічно важливих властивостей ґрунту.

Вона призводить до зменшення глибини кореневого шару (потужності ризосфери), зниження діапазону активної вологи і доступності її рослинам, зменшення обсягу свердловин, рухомих елементів живлення. Оптимізація використання сірих лісових ґрунтів полягає в управлінні і покращенні властивостей і режимів ґрунтів на основі науково-мотивованих прийомів і заходів: внесення оптимальних доз органічних і мінеральних добрив, мінімізація обробки, впровадження контурно-меліоративної системи землеробства, консервація деградованих земель.

Відбір проб ґрунту проводиться відповідно до вимог до відбору проб ґрунтів при загальних і локальних забрудненнях, викладеними в ГОСТ 17.4.3.01–83, ГОСТ 17.4.4.02–84, ГОСТ 28168–89, а також в «Методичних вказівках з агрохімічного обстеження ґрунтів сільськогосподарських угідь «і» Методичних

вказівках щодо проведення польових і лабораторних досліджень при контролі забруднення навколишнього середовища металами». Проби ґрунту зсипаються на крафт-папір або поліетиленову плівку, ретельно перемішуються, квартали 3–4 рази (подрібнений вручну ґрунт розрівнюється на папері у вигляді квадрата, ділиться на чотири частини, дві протилежні частини відкидаються, дві частини, що залишилися перемішуються) [17, с. 57].

Частина, що залишилася після квартування ґрунт розрівнюється на папері, умовно ділиться на 6 квадратів, з центру яких береться приблизно однакову кількість ґрунту в полотняний (поліетиленовий) мішечок або крафт-папір. Маса проби повинна бути близько 1 кг. На кожен пробу повинен бути заповнений «Паспорт обстежуваної ділянки».

Даний паспорт є етикеткою проби. Відібрані проби в лабораторії необхідно пронумерувати і зареєструвати в журналі, вказавши наступні дані: порядковий номер і місце взяття проби, рельєф місцевості, тип ґрунту, цільове призначення території, вид забруднення, дату відбору. Проби зберігають у коробках або пакетах, куди поміщають раніше заповнену етикетку.

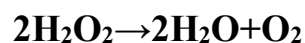
Перед аналізом ґрунт з пакету висипають на рівну поверхню, добре перемішують, розподіляють шаром товщиною не більше 1 см і відбирають пробу не менше ніж з 5 місць. З метою перерахунку результату аналізу повітряно-сухої проби ґрунту на абсолютно суху наважку проводять визначення вологості в досліджуваній пробі при проведенні метрологічної оцінки методик .

Для визначення вмісту важких металів у ґрунті сьогодні застосовують метод атомно-абсорбційної спектрометрії. Він полягає в тому, що за допомогою 1М HNO<sub>3</sub> роблять витяжку з ґрунту або зольний розчин рослин, в якому за допомогою атомного спектрофотометра і визначають вміст того чи іншого елемента. Однак, даний метод вимагає спеціально обладнаної лабораторії і обладнання, що не доступна широкому колу дослідників, особливо початківцям, до того ж він дорогий:

Проби ґрунтів масою 15–50 г поміщають в попередньо пронумеровані, висушені і зважені стаканчики. Для глинистих високогумусних ґрунтів з високою вологістю достатня зважити 15–20 г, для легких ґрунтів з невисокою вологістю – 40–50 г. Стаканчики з ґрунтом зважують з похибкою не більше 0,1 г. Стаканчики з ґрунтом відкривають і разом з кришками поміщають в сушильну шафу. При температурі 105 °С піщані ґрунти висушують протягом 3 год, інші – протягом 5 год. Подальше висушування протягом 1 год для піщаних ґрунтів і 2 год – для інших. Загіпсовані ґрунту висушують 8 год. Подальше висушування виконують протягом 2 год [18, с. 32].

Після кожного висушування стаканчики з ґрунтом закривають кришкою, охолоджують в ексікаторі з хлористим кальцієм і зважують з похибкою не більше 0,1 г. Висушування і зважування припиняють, якщо різниця між повторним зважуванням не перевищує 0,2 г. Ґрунти з високим вмістом органічної речовини можуть при повторних зважуваннях мати велику масу, ніж при попередніх, через окиснення органічної речовини при висушуванні. В цьому випадку для розрахунків слід брати найменшу масу. Обчислення роблять з точністю 0,1%. Допустимі розбіжності двох паралельних визначень – 10% від середнього арифметичного повторних визначень.

Визначення активності каталази. Каталазну активність ґрунту визначають газометричним методом по Галстяну. Каталаза – це двокомпонентний фермент, що складається з білка і з'єднаної з ним простетичної групи, остання містить гематин. Встановлено, що каталаза містить 0,09 % заліза, тобто чотири атома заліза припадають на одну молекулу ферменту. Оптимум дії каталази при рН 6,5; в більш кислих і лужних середовищах активність зменшується. Сутність каталітичної дії каталази полягає в розкладанні перекису водню з виділенням молекулярного кисню:



Одна молекула ферменту здатна викликати розпад  $6 \cdot 10^6$  молекул перексиду водню в секунду. Каталаза локалізована переважно в пероксисомах і

глюкісомах, специфічна ізоформа виявлена також в мітохондріях, активність її виявлена і в хлоропластах рослин, тобто там, де відбуваються процеси клітинного дихання за участю флавинових дегідрогеназ, в результаті діяльності яких утворюється токсичний для клітини перекис водню. У окисненому стані каталаза може працювати і як пероксидаза, каталізуючи окиснення спиртів або альдегідів. Істотною є також роль каталази в постачанні молекулярним киснем тих ділянок тканин, куди доступ його в силу тих чи інших причин утруднений. Газометричний метод визначення каталазної активності ґрунтів заснований на визначенні обсягу кисню, що виділяється при розкладанні перекису водню при 16–18 °С. Каталазник Ю. В. Круглова і Л. Н. Пароменської становить собою конічну колбу на 100 мл [14, с. 124].

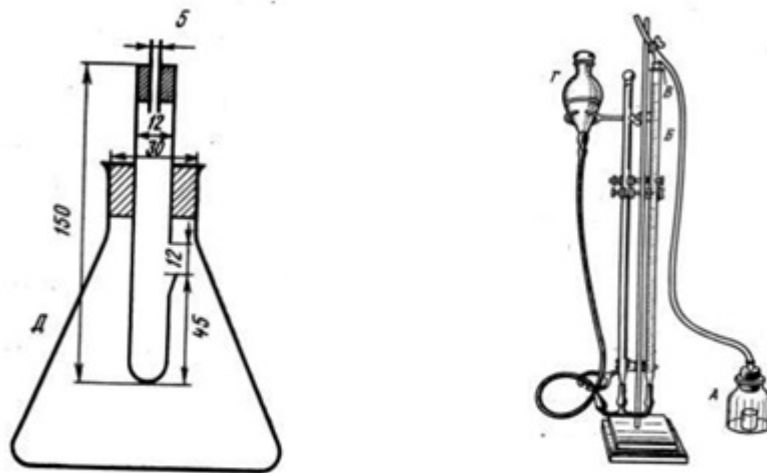


Рис. 2.1. Зовнішній вигляд установки для визначення активності каталази.

Каталаза, розкладаючи пероксид водню, сприяє діяльності мікрофлори і протіканню процесів розкладання органічних залишків, а також переведення їх в гумус ґрунту. Таким чином, цей показник родючості ґрунту і активність каталази знаходяться в прямій залежності один від одного: чим більше активність каталази, тим більш сприятливі умови для утворення гумусу, і навпаки, чим більше вміст гумусу, тим більша кількість молекул ферменту здатне сорбирватися на поверхні. Схема приладу для газометричного

визначення каталазної активності являє собою трубку висотою 150 мм, діаметром 10–12 см, з отвором 10–12 мм на висоті 45–50 мм. Нижній край отвору відтягнуть на 3–4 мм у вигляді носика. Верхню частину пробірки закривають гумовою пробкою зі скляною трубкою діаметром 4–5 мм, яку з'єднують через гумовий шланг з вимірювальної бюреткою газометра, заповненої 5 % – ної сульфатною кислотою (рис. 2.1).

Хід аналізу: В колбу каталазника ємністю 100 мл вносять 0,5 г повітряно-сухого ґрунту, доливають 5 мл трисбуфера (рН 7,2) і домагаються повного змочування струшуванням протягом 2 хв. В пробірку каталазника через бічний отвір піпеткою наливають 5 мл 3 % – ного перекису водню. Пробірку з пробкою щільно вставляють в шийку колби і під'єднують до вимірювальної бюретці газометра. Встановлюють рівні 5 % – ної сульфатної кислоти в бюретка на нулі. Перекривають з'єднання приладу з зовнішнім середовищем. Перевіряють герметичність приладу. Потім, нахилиючи каталазник, зливають перекис водню з пробірки, колбу ставлять на магнітну мішалку і засікає час початку реакції. Вирізняється кисень витісняє з бюреток 5 % – ну сульфатну кислоту, рівень якої відзначають через кожну хвилину протягом 2 хв. Після закінчення досліду, пробку з пробірки виймають з колби, споліскують дистильованою водою пробірку, і процедуру повторюють з наступною підготовленою колбою. Якщо температура в приміщенні вище або нижче 16–18 °С, то колби після додавання до торфу трисбуферу поміщають у водяну баню або термостат і витримують при 16–18 °С 30 хв, потім аналіз продовжують, як описано вище.

Метод А. Ш. Галстяна. Хід аналізу: Наважку 0,5 г ґрунту вносять в колбу каталазника ємністю 100 мл, додають 0,5 г  $\text{CaCO}_3$ , на дно колби обережно за допомогою пінцета ставлять маленький стаканчик або порцеляновий тигель з 5 мл 3% – ного розчину перекису водню. Колбу щільно закривають каучукової пробкою зі скляною трубкою, яка з'єднана з вимірювальної бюреткою (Б) за допомогою товстостінного гумового шланга через трійник (В) (рис. 2.1). Дві бюретки за допомогою гумового шланга з'єднують через трійник із

порівняльною грушоподібною лійкою (Г). Бюретки і грушу заповнюють водою. Рівень води в бюретці і груші врівноважують, опускаючи або піднімаючи грушу, останню закріплюють на певній висоті. Потім закривають трійник таким чином, щоб усунути з'єднання приладу з зовнішнім середовищем. Необхідно підтримувати певний рівень води в бюретці, це свідчить про досягнення температурного рівноваги в приладі. Дослід проводять при температурі 18–20 °С. Використовують водяний термостат. Початок досліду відзначають за секундоміром в той момент, коли посудину з перекисом перекидають і вміст колби струшують. Збовтування суміші проводять протягом всього досвіду, не торкаючись колби руками, тримаючи її за пробку. Виділений кисень витісняє з бюретки воду, рівень якої відзначають через 0,5; 1 і 2 хв. Контролем служить стерилізований сухий жар (180 °С) ґрунта. Паралельно визначають неферментативну каталазну активність. Для цього ґрунт готують наступним чином: в бюкси поміщають таку ж наважку ґрунту, як і при визначенні загальної каталазної активності і стерилізують сухим жаром при 180 °С протягом 2 год. Потім аналіз повторюють, як описано вище. Каталазну активність виражають в мл O<sub>2</sub>, що виділився за 1 або 2 хв на 1 г ґрунту.

Слід також акцентувати увагу на тому, що фізико-хімічні методи аналізу ґрунтів в своєму виконанні вимагають досить складного і дорогого обладнання, спеціальних лабораторій і добре навчений персонал. У країнах з слаборозвиненою матеріально-технічною базою ці аналізи часто досить тривалі за часом, матеріало- і трудомісткі. Інтерпретація результатів не завжди адекватна екологічній ситуації [34, с. 72].

Крім того, користуючись інструментальними методами дослідження, можна визначити ті чи інші характеристики об'єкту дослідження (проби повітря, води, ґрунту, біоматеріалу) тільки на момент відбору проб. Однак лишайники, наприклад, здатні накопичувати радіоактивні елементи, мікроелементи, вміст радіонуклідів у них може бути в 10 разів вище, ніж в трав'янистих рослинах. Лишайники накопичують газоподібні і тверді речовини з атмосфери практично



постійно і необмежено. Тому, відстежуючи процеси їх накопичення або відсутність, можна оцінити рівень забруднення середовища. Під впливом забруднень навколишнього середовища змінюються еколого-фізіологічні ознаки: пігментація, забарвлення рослин. Їх викликає надлишок токсичних солей в ґрунті або нестача поживних речовин. Наприклад, галофіти при помірному підвищенні засолення мають насичений зелений колір; при значній кількості солей в ґрунті – сіро-синюватий; при засоленні в умовах недостатнього зволоження – оранжево-червоний.

Важкі метали, будучи антагоністами ряду елементів живлення, обмежують їх надходження в рослини. Так, розчинний кадмій знижує доступність рослинам фосфору, кальцію, магнію, заліза, цинку; свинець обмежує надходження фосфору, кальцію, заліза, міді, цинку. Важкі метали порушують нормальний хід біохімічних процесів, впливають на синтез і функції багатьох активних сполук: ферментів, вітамінів, пігментів. При високих концентраціях важких металів (кадмій, свинець, цинк, мідь) відбувається зменшення кількості хлорофілу, внаслідок пригнічення синтезу магній-порфірину. Під впливом важких металів знижується вміст фосфору, калію, магнію в рослинах [35, с. 80].

Визначення ступеня забруднення важкими металами досить складне завдання. У ґрунтах важкі метали в формі різних сполук, які можуть трансформуватися і переходити з одних форм в інші. При здійсненні моніторингу визначають валовий вміст важких металів, доступні (кислоторозчинні) форми сполук, що характеризує потенційний запас елемента в ґрунті і лабільні (рухливі) форми важких металів, які переходять в буферний розчин (актуальний запас елемента). Визначення важких металів у першу чергу проводять в ґрунтах, розташованих в зонах екологічного лиха, на сільськогосподарських угіддях, прилеглих до об'єктів – забруднювачів ґрунтів важкими металами, і полях (ділянках), виділених для вирощування екологічно чистої продукції. Ступінь забруднення ґрунтів важкими металами виявляють шляхом перевірки гранично-допустимої концентрацією (ГДК) відповідного

елемента в ґрунті або його фонового змісту [36, с. 210]. Контроль за забрудненням ґрунтів важкими металами, в основному, здійснюється за 3 елементами першого класу токсичності (свинець, кадмій, цинк) і 4 металами другого класу токсичності (нікель, хром, кобальт, мідь) .

Організація токсикологічного моніторингу ґрунтів ставить перед собою більш складні завдання, ніж моніторингу водних і повітряних середовищ з наступних причин:

- ґрунт як біокостне тіло є складним об'єктом дослідження, який розвивається за законами як живої так і неживої природи;
- ґрунтові процеси відбуваються за участю твердих фаз, ґрунтового розчину, ґрунтового повітря, коріння рослин, живих організмів при постійному впливі антропогенних факторів;
- неможливості виділення антропогенної складової, так як забруднюючі хімічні елементи Zn, Cd, Pb, Fe, Si, Mn є як природними складовими гірських порід і ґрунтів, так і надходять в ґрунт від антропогенних джерел;
- труднощі при встановленні ступеня перевищення рівня вмісту забруднюючих речовин у ґрунті через недосконалість нормативної бази ГДК забруднюючих речовин, а саме: для одних речовин ГДК представлені для валових форм змісту металів, для інших – ГДК для рухливих форм, або повна відсутність ГДК тих чи інших забруднюючих речовин .
- відсутність узаконених або запропонованих єдиних підходів до оцінки екологічного стану ґрунтового покриву урбоекосистеми.

Багато методичних питань токсикологічного моніторингу ґрунтів до теперішнього часу не вирішені. Остаточо не визначено поняття «фон», часто сучасний стан ґрунтів оцінюють, порівнюючи його з минулим станом шляхом ретроспективної екстраполяції сучасних даних, зіставленням з відомостями в колишніх публікаціях тощо [39, с. 1629]. Всі ці методи мають ті чи інші недоліки.

Для оцінки локального забруднення ґрунтів найбільш ефективним є порівняння забруднених ґрунтів з незабрудненими, а при фоновому моніторингу оцінки динаміки стану фонових ґрунтів у часі .

Таблиця 2.3  
ГДК важких металів і елементів – забруднювачів в ґрунті і допустимі рівні їх змісту за показниками шкідливості

Назва важкого металу	ГДК речовин ґрунту з врахуванням фону, мг/кг		Рівні показників шкідливості, мг/кг				Клас небезпеки
	Сумарна форма	Рухома форма	Транслокаційний	Міграційний		Загально-санітарний	
				Водяний	Повітряний		
Cu	фон+35,0	3,0	3,5	72	-	3	2
Cr	0,05	6,0	6	6	6	6	2
Ni	фон+45,0	4,0	6,7	14	-	4	2
Zn	фон+50,0	23,0	23	200	-	37	1
Co	фон	5,0	25	1000	-	5	2
Mn	1500,0	фон	3500	15000	-	1500	3
Cd	3,0	0,7					1
Pb	фон+20,0	6,0	35	260	-	32	1

Система показників повинна включати обов'язкові для всіх видів ґрунтів і специфічні для ґрунтів одного або декількох типів параметри, а також показники, обумовлені природою забруднюючих речовин.

Таблиця 2.4  
Клас і ступінь безпеки забруднюючих речовин ґрунту

Клас небезпеки	Ступінь екологічної безпеки	Хімічна речовина
1	Високо небезпечні	Арсен, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бенз (а) пірен
2	Середньо небезпечні	Бор, кобальт, нікель, молібден, мідь, сурьма, хром
3	малонебезпечні	Барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, ацетофенон

За санітарно-гігієнічним станом ґрунтів сільськогосподарського призначення вміст хімічних речовин в ґрунті поділяють на допустимий, помірно небезпечний високо небезпечний і дуже небезпечний, причому дуже важливим є ГДК за транслокаційною ознакою шкідливості.

Оцінюючи екотоксикологічний стан ґрунтів за вмістом важких металів, слід врахувати і ту обставину, що тепер проектно-вишукувальні станції хімізації

сільського господарства України мають дані лише по шести токсичних елементів – Zn, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg, визначаються як валові, так і їх рухомі форми в ґрунті і в рослинних зразках (табл. 2.5.).

Таблиця 2.5

Максимально допустимий рівень вмісту важких металів у ґрунтах і рослинної продукції (за даними І. Кисіль, 1997)

Метал	МДР рухливих форм в ґрунті, мг/кг	МДР валового вмісту в рослинній продукції, мг/кг сухої речовини
Цинк (Zn)	$\leq 23$	$\leq 10$
Кадмій (Cd)	$\leq 0,7$	$\leq 0,003$
Свинець (Pb)	$\leq 2$	$\leq 0,5$
Мідь (Cu)	$\leq 3$	$\leq 5$
Хром (Cr)	$\leq 6$	$\leq 0,3$
Ртуть (Hg)	0	$\leq 0,02$

Підвищення концентрації металів у ґрунтових розчинах збільшує кількість форм міграції їх у вигляді вільних катіонів. У розчинах сірих лісових ґрунтів вона становить, %: нікель – 59,1; кобальт – 76,3; мідь – 24,3; цинк – 94,3.

Забруднення ґрунтів, як правило, поліелементне і рівень його забруднення характеризується величиною коефіцієнта концентрації (Kc), яка визначає як відношення реального вмісту елементу в ґрунті до фонового.

При відсутності фонових значень для порівняння забруднення ландшафтів замість них беруть кларк елементу або ГДК (Т. В. Бауер). Оцінка рівня забруднення ґрунтів як несприятливого впливу на здоров'я населення проводиться за сумарним показником забруднення Z c, який дорівнює сумі коефіцієнтів концентрацій хімічних елементів.

Незважаючи на науково-технічний прогрес, вдосконалення методичних підходів дослідження ґрунтів і нормативно-правової бази в сфері охорони ґрунтів, була приведена у відповідність до сучасних вимог «Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення», яка широко використовується при сучасному моніторингу земель [38, с. 155]. Спектр методів інтегральних показників біологічної активності

ґрунтів постійно розширюється і залежить від цілей, які ставляться перед дослідниками.

Однак, як показує практика, частіше використовують комплексний підхід при аналізі біоти, найбільш адекватно відображає екологічний стан ґрунтів. Згідно екотоксикологічних нормативів рівень впливу забруднення на біологічні процеси необхідно визначати за відхиленням активності позаклітинних біопроеесів як: <10% – малонебезпечний; 10–25 – помірно небезпечний; 25–30 – небезпечний; > 50 – дуже небезпечний рівень впливу .

## РОЗДІЛ 3

### СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

#### 3.1. Значення озимого ячменю в сільськогосподарському комплексі країни

Екологічні проблеми, які виникають при вирощування сільськогосподарських культур умовно можна поділити залежно від масштабу виникнення на три групи.

Перша група – проблеми макрорівня, або рівня усієї біосфери, які є найбільш концептуальними.

Друга група – мезорівень, або, власне, рівень агроландшафту. Саме тут виникають і весь час загострюються головні протиріччя, пов'язані з природокористуванням у сільському господарстві.

Третя група – мікрорівень, або ж рівень окремого поля і навіть більш дрібних його мікроділянок – саме тут може бути здійснена стратегія програмування врожаїв сільськогосподарських культур [40, с. 172].

Для кожного рівня застосовується своя, але спадкоємна методологія. Перша група проблем іде корінням до теорії біосфери- ноосфери Вернадського. Але, незважаючи на усвідомлення науковим загалом цієї теорії, її розуміння не можна вважати остаточним. Напевне, в цьому головна причина того споконвічного конфлікту, який існує і буде існувати у сфері природокористування. За результатами досліджень одного з авторів теорії біосферної саморегуляції – російського біофізика В. Г. Горшкова, глобальна біота характеризується потужністю, що у десятки разів перевищує потужність сучасної цивілізації. Тому може здатися, що неадекватність прийнятих людством заходів щодо стабілізації навколишнього середовища обумовлена недостатніми енерговитратами. Однак, як виявляється, причина криється в іншому. На кожний

квадратний мікрон поверхні біосфери припадає кілька живих клітин, у яких на молекулярному рівні відбуваються високоспецифічні різноманітні біохімічні реакції. Виходячи з відомих характеристик потоків сонячної енергії, що являє собою високовпорядковану енергію в порівнянні з тепловим випромінюванням земної поверхні, можна розрахувати потік інформації, яку переробляє одна жива клітина в процесі своєї взаємодії з навколишнім середовищем. Цей потік виявляється приблизно того ж порядку, що й потік інформації, що переробляється в сучасному персональному комп'ютері, близько 10 біт у секунду. Глобальна біота, що містить близько  $10^{36}$  клітин, переробляє в секунду близько  $10^{36}$  біт інформації про стан навколишнього середовища. Останнє число перевищує можливості переробки інформації сучасною цивілізацією на двадцять порядків (тобто в одиницю із двадцятьма нулями число раз). Таким чином, для здійснення контролю глобального навколишнього середовища людству довелося б створити мережу з комп'ютерів мікроскопічних розмірів, розробити й вкласти в них невідому програму регулювання й покрити цією мережею всю земну поверхню. Іншими словами, відтворити повний аналог існуючої глобальної біоти Землі. Очевидно,

що подібне завдання нездійсненне й безглузде. Тому єдиною реальною можливістю підтримки прийнятної для життя людини довкілля є збереження й відновлення непорушених природних екосистем на досить великих територіях, оскільки потужність стабілізуючого впливу природно, пропорційна сукупній площі територій, займаних природними екосистемами [42, с. 381].

На макрорівні стає більш зрозумілою, ще одна проблема, похідна від усвідомлення важливості наявності непорушених природних екосистем. Усім відомо, що біологічна продуктивність одиниці площі природної екосистеми і агроекосистеми (яка прагне до монокультури) суттєво відрізняється на користь природних екосистем. Тобто, які б ми не застосовували генно-технологічні новації з метою покращення використання сонячної радіації культурними рослинами, засвоєння ФАР початково вище у природних угруповань рослин в

умовах природної екосистеми. Ось тут виступає у повній своїй красі проблема природного різноманіття. Як відомо, у природних екосистемах механізми пристосування набагато розвинутіші, передусім через багатоярусність природних угруповань. При цьому значення ФАР у окремих рослин угруповання можуть залишатись не такими високими порівняно з тими, до яких прагнуть селекціонери при виведенні окультурених аналогів.

Отже, з біосферних позицій «програмування врожаїв» у початково збитковій термодинамічній системі агроекосистем дуже сумнівне.

На мезорівні, або на рівні агроландшафтів найгостріше проявляються проблеми, пов'язані з ерозією та поступовим зниженням природної родючості ґрунтів. Власне, моделювання агроландшафтів у вигляді протиерозійної (контурно-меліоративної) просторової організації покликане вирішити саме цю проблему. Але, найскоріше, сама постановка проблеми у такому контексті початково є некоректною. Адже висока просторова строкатість природних ландшафтів / екосистем саме і є запорукою високого різноманіття, а, отже, їхньої стійкості до негативних зовнішніх впливів. Навіть «вписання» контурів полів у ізолінії рельєфу є заходом частковим, оскільки все одно у певних вузлах контурно-меліоративної системи накопичується гравітаційна напруга, яка з часом загрожує лавиноподібною ерозією, в порівнянні із зсувами і навіть селями. На мезорівні можливе лише часткове вирішення проблеми програмування врожаїв, до чого перший крок зробив ще В. В. Докучаєв, намагаючись таким чином змоделювати агроландшафт, щоб у ньому зберігались наближені до природних співвідношення полів, кормових угідь, багаторічних насаджень і водойм. Реальний результат у програмуванні врожаїв можливий лише на третьому – макрорівні. Зокрема, на це спрямована дуже популярна сьогодні технологія прецизійного (точного) землеробства, основними складовими якої є географічна інформаційна система (ГІС), диференційована глобальна система позиціонування (ДГСП) та технологія змінних норм внесення (ЗНВ) [41, с. 355].



Озимий ячмінь молодша культура, ніж ярий ячмінь орієнтовно на 2000 років. Зараз у багатьох країнах відзначається перехід до вирощування озимого ячменю. Ячмінь – найдавніша вирощувана людиною зернова культура. Вона була відома народам Закавказзя і західних територій Гімалаїв ще в доісторичні часи. Стародавні історичні дані свідчать про вирощування в Єгипті ячменю за 4–5 тисяч років до нашої ери [43, с. 33].

Ячмінь культура багатопланового використання. Зерно використовується для продовольчих, технічних і кормових цілей. У ньому міститься 65–68 % вуглеводів, 7–18 % білка, 2,1 % жиру, 1,5–2,5 % золи і 3–5 % клітковини. При продовольчому використанні зерно переробляють в перлову і ячну крупи, сурогат кави і борошно, з якої в деяких тропічних і субтропічних країнах випікають хліб. Також пивоварні сорти використовуються для заводського і домашнього пивоваріння. Екстракти солоду, одержувані з зерна ячменю також використовуються в кондитерській і фармацевтичній промисловості. У тваринництві зерно ячменю використовується на корм для свиней і коней. Також як корм для сільськогосподарських тварин використовується зелена маса ячменю.

Товарний ячмінь повинен відповідати технічним умовам, які зараз відображені в нашій державі в ГОСТ 10469–76 «Насіння ячменю. Сортові і посівні якості. Технічні умови». На основі цього документа ячмінь розподіляється в залежності від різних характеристик (вологість, вміст різних речовин, забрудненість, цілісність тощо) на класи: пивоварний (1 і 2 класи), продовольчий (1), технічний (2) і фуражний (3 клас).

Менш ризиковими при нинішніх кліматичних умовах є виробництво і збут озимого ячменю. Великим попитом на світовому ринку користується фуражний ячмінь (3 клас), він становить близько 70 % світової торгівлі ячменем. Посівні площі під ячменем займають четверте місце в світі серед хлібних злаків після пшениці, рису і кукурудзи. Найбільш поширений він в США, Канаді, Індії, Туреччині, Франції. За рахунок покращення врожайності спостерігається

збільшення валового збору, який в 2018 / 19 рр. був на рівні 130 млн тонн. Урожайність відповідно склала 26 ц/га. Найвищі ж врожаї зерна збирають у країнах Європи, а саме в Бельгії, де середній рівень врожайності – 68 ц/га. Практично повністю на осінню сівбу перейшли Румунія та Болгарія, більше половини площ в Німеччині і Франції, багато озимого ячменю сіють в Угорщині і Польщі. Взагалі, у світовому рослинництві з площі в межах 80 млн га ячменю на озимий припадає близько 10 % [45, с. 59].

В Україні озимий ячмінь рекомендований до вирощування в 14 областях. Посівна площа в 1996 році становила 300 тис га. Однак 90 % його посівних площ розміщені в південному регіоні. Головна причина цього – низька морозостійкість сортів. Ще 40 років тому озимий ячмінь в Україні практично не вирощували через відсутність досить морозостійких сортів. Створення академіком Гаркава П. Х. сорти-дворучки Одеський 17 в 1955 році поклало початок впровадження озимого ячменю в виробництво. Перевага озимого ячменю над ярим полягає у вищій врожайності. Ця культура здатна давати по 70–80 ц/га і більше зерна, що приблизно на 10–15 ц/га вище, ніж у ярого ячменю. Озимий ячмінь добре зимує і забезпечує високі врожаї також в умовах рівнинно степового агроландшафту в центральній частині України.

Озимий ячмінь, поряд з озимою пшеницею і іншими важливими зерновими культурами, відіграє провідну роль у вирішенні забезпеченості зерном регіонів України. За посівної площі і врожайності він займає четверте місце серед зернових культур в світовому землеробстві після пшениці, кукурудзи і рису. Посівна площа озимого ячменю на земній кулі становить близько 75 млн га. В Україні його висівають на площі близько 3 млн га. Як вважає В. Ф Сайко, посівна площа озимого ячменю в Україні повинна підвищитися до 3,5 млн. Га, при середньому врожаї 37,9 ц/га складе 13,3 млн. Тон сухого очищеного зерна. Нарощування виробництва зерна високої якості і більш раціональне його використання є одним з вирішальних умов покращення забезпечення населення продуктами харчування і подальшого економічного і соціального розвитку

країни. Вирішення цього завдання буде здійснюватися в напрямку нарощування виробництва зернофуражних культур і доведення його в перспективі до 70–75 % загального рівня зерна в країні, створення нового покоління сортів і гібридів, покращення їх насінництва, подальшого вдосконалення технологій вирощування, зберігання і переробки, встановлення господарської самостійності товаровиробників [47, с. 43].

### 3.2. Ботанічна характеристика і основні сорти озимого ячменю

Рід ячменю – *Hordeum* L. – об'єднує близько 30 видів, серед яких тільки один культурний вид – ячмінь посівний (*H. sativum* Jessen.) ( $2n = 14$ ), всі інші – багаторічні та однорічні форми дикорослого ячменю з набором хромосом  $2n = 14, 28, 48$  (рис 3.1).



(3.1)

Рис. 3.1. Колосся ячменю: а – дворядний; б – шестирядний і форма зерен ячменю: а – шестирядний ячмінь: 1–1 – симетричні зерна, 2–2 – вигнуті зерна; б – дворядний ячмінь; 1–1 – симетричні зерна, 2–2 – нерозвинений зерна.

В залежності від кількості розвинених плодоносних колосків на членику стрижня колоса культурний вид ячменю поділяється на три підвиди:

- дворядний ячмінь (*H. s. Distichum* L.), (рис. 3.1.) У якого на кожному виступі членика із трьох колосків розвивається з утворенням зерна один середній, а два з боків залишаються безплідними, тому колос формується з двох рядів зерен [46, с. 38];
- багаторядний ячмінь (*H. s. vulgare* L.), у якого нормально розвиваються всі три колоски на кожному уступі членика і утворюється в колосі 6 рядів зерен;

- проміжний ячмінь (*H. s. intermedium* Vav. Et. Ort.), У якого на кожному черговому виступі членика розвивається різну кількість плодоносних колосків – від 1 до 3, а в колосі – невизначена кількість рядів зерен.

Рекомендовані в Україні сорти ячменю відносяться до дворядного або шестисмугового підвиду. Культурний ячмінь – однорічна озима трав'яниста рослина. Коренева система – мичкувата, проникає в ґрунт на глибину до 100 см і завширшки – до 90 см. Стебло – порожниста циліндрична соломина, заввишки 50–135 см, товщиною 2,5–4 мм, складається з 5–7 міжвузлів, покрита восковим нальотом і схильна до вилягання. Листя з добре розвиненими білуватими (іноді антоціанові) вушками, які своїми кінцями охоплюють стебло. Язичок короткий, оздоблюють. Листові пластинки довжиною 12–25 см, шириною 8–25 мм.

Суцвіття – дворядний або багаторядний колос, на кожному виступі членика розміщується три одноквіткові колоски. Колоски за будовою різні: у дворядного ячменю середні плодоносні, бічні – безплідні; у багаторядного – все плодоносні. Плодоносні колоски в обох підвидах мають дві вузькі колоскові луски і дві широкі квіткові, які у півчастих сортів зростаються з зернівкою, а у голозернових охоплюють зернівку без зростання [48, с. 805].

За ступенем редукції безплідних колосків дворядний ячмінь поділяють на дві групи: *nutantia* R. Reg., у якого недорозвинені бічні колоски мають колоскові і квіткові лусочки, і *deficientia* R. Reg., У бічних колосків якого є тільки колоскові лусочки. Зовнішні квіткові луски плодоносних колосків закінчуються зазубреними або гладкими остюками, а у деяких форм ячменю – трилопатовими додатками. Гладкі ості на верхівці можуть бути злегка зазубреними, однак пальці рук вільно сповзають по ним зверху вниз.

Ості бувають довгі (перевищують довжину колоса в 1,5 рази), середні (незначно перевищують довжину колоса) і короткі (приблизно однакові по довжині з колосом чи трохи коротше); грубі (широкі, ламаються), ніжні (тонкі, еластичні) або середньогрубі. Дуже рідко зустрічаються безості форми ячменю.

За кількістю члеників стрижня колоса, які припадають на 4 см довжини, розрізняють ячмінь з дуже щільним колосом – понад 20 члеників на 4 см, щільним – 15–19, середньої щільності 12–14, нещільним – 9–11, дуже нещільним – менше 8 члеників на 4 см стрижня. Багаторядний ячмінь залежно від щільності колоса ділиться на правильно шестирядний, або шестигранний, і неправильно шестирядний, або чотиригранний [49, с. 87].

У ячменю шестигранного (*H. hexastichum* L.) колос щільний і всі колоски відхилені від стрижня в сторони приблизно під одним гострим кутом, утворюючи в поперечному перерізі правильний шестикутник; в чотиригранного (*H. tetrastichum*) – з трьох колосків на виступі кожного членика бічні колоска відхилені в сторони від стрижня, середній притиснутий до нього і колос в поперечнику набирає форму чотирикутника.

Забарвлення колоса солом'яно-жовте або чорне. Плід – плівчаста або гола зернівка, завдовжки 7–10, шириною 2–3 мм. Маса 1000 зерен – 30–50 м. Плівчатість зерен у дворядного ячменю – 9–11, у багаторядного – 10–13 %.

У дворядного ячменю всі зернівки симетричні, за формою видовжені, ромбічні або еліптичні, у багаторядного симетричні тільки середні зернівки на виступі членика, бічні несиметричні: трохи менше за розміром, в основі злегка увігнуті. В борозенці нижньої частини зернівки знаходиться так звана основна щетина – довгаста чешуйка, яка у одних сортів ячменю покрита довгими волосками, а у інших – коротко-волосисті повстяні опушена.

Забарвлення зернівок солом'яно-жовта, сіро-зелена або чорна.

Сорти ячменю. Для зони лісостепу (зона нашого дослідження) визначено сортовий склад ячменю озимого, який за показниками продуктивності та адаптивності до умов вирощування може в різні за погодними умовами роки за чіткого виконання сортової технології забезпечувати високі врожаї зерна. Генетичний потенціал сучасних сортів ячменю озимого становить 6–7 т/га. На основі наукових і практичних даних ведення землеробства зроблено висновок, що в кожному господарстві необхідно висівати два-три районовані та

перспективні сорти, що відрізняються біологічними і господарськими ознаками [50, с. 1205].

Для несприятливих погодних умов рівнинно лісостепового агроландшафту найбільш зручними є засухо- і жаростійкі районовані сорти озимого ячменю: Сталкер, Адапт, Донецький 14, Модерн, Водограй, Галактик, Еней і Вакула. Ці сорти в середньому за п'ять років досліджень в умовах неполивних посівів забезпечили отримання врожайності 3,51–3,81 т/га.

Найвищу врожайність сформували сорти Сталкер – 4,41 і Еней – 4,38 т/га, що відповідно на 0,20–1,26 і 0,17–1,23 т/га вище показників інших сортів. Врожайності понад 4,0 т/га також відзначилися сорти Святогор (4,21), Вакула (4,17), Аграрій (4,16), Аватар (4,15) і Алегро (4,09). На рівні 3,73–3,95 т/га, зібрано зерна ячменю сортів Хадар, Віраж і Триполь, Інклюзив і Воєвода. Сорти Зразок, Лука і Адапт забезпечили врожайність на рівні 3,48–3,68 т/га. Найнижчу врожайність сформував ячмінь сорту Модерн (безостий) – 3,15 т/га, що вказує на його нестійкість до посушливих умов лісостепового агроландшафту в центральній частині України.

### 3.3. Розрахунок концентрацій елементів (рухомих сполук фосфору і калію), активності каталази та способу обробітку ґрунту на урожайності досліджуваної культури

Беручи до уваги наукові положення академіка В. Р. Вільямса про структуру ґрунту і роль глибокої оранки в її покращенні, коли на поверхні ріллі є так звана «крупка», то можна було б передбачити, що зменшення глибини оранки або її заміна безполочною обробкою (лемішні луцильники) викличе помітне погіршення обструктуреності ґрунту на досліджуваній території.

Але наслідки наших досліджень, представлені в табл. 3.1, повністю цих прогнозів не підтвердили. Так, до погіршення структурності приводила лише заміна глибокої оранки середньої або мілководна і то, це погіршення було незначним, адже в першому випадку з урахуванням всіх культур сівозміни зміст агрономічно цінної структури знижувалося лише на 1,0 %, а в другому це зниження не перевищувало 1,6 абсолютних або 2,2 відсоткових відсотка.

До такого ж зниження вмісту структурних частинок в 30 см шарі ґрунту під озимим ячменем при посадці сортів Рубіж і Спринтер приводило і зменшення глибини безполицевого обробітку, в середньому за два роки (2018–2019 рр.) з урахуванням культур подальшого сівозміни від зменшення глибини плоскорізною розпушування на 10 см не перевищувало 1,4 % [51, с. 282].

Таблиця 3.1

Вміст агрономічно цінних структурних агрегатів в орному шарі ґрунту в середині вегетації озимого ячменю на основі різних заходів і глибин основного обробітку, % (середнє за 2018–2019 рр.)

Культура	Варіант обробки					
	Оранка, см			Плоскорізне орання, см		
	25–27	20–22	15–17	25–27	20–22	15–17
Озимий ячмінь (Рубіж)	72,4	71,9	70,8	72,8	72,3	71,5
Соя	72,2	71,1	71,4	73,8	72,6	71,4
Рапс	73,8	72,4	71,8	74,2	73,9	73,4
Пшениця	71,1	70,7	69,7	72,5	71,8	70,9
Середнє	72,6	71,6	71,0	73,4	72,8	72,0



Незначно, але в бік покращення структурності ґрунту на досліджуваній території змінювався досліджуваний показник фізичного стану ґрунту від використання іншого шляху механічного обробітку ґрунту під озимий ячмінь – заміна поличного (лемішний луцильник) способу обробки безполочним. Використання цього заходу при обробці ґрунту, як видно з даних табл. 3.2, супроводжується незначним ущільненням орного шару ґрунту.

При цьому на початок вегетації озимого ячменю в середньому незалежно від глибини обробки, адже щільність шару 0–30 см зростає на 0,04 г/см<sup>3</sup>, а на середину вегетації на основі глибокої і середньої обробки – на 0,03 г/см<sup>3</sup> і на 0,02 г/см<sup>3</sup> при дрібних обробках.

Головне ні в якому разі щільність ґрунту не виходила за межі оптимальних параметрів, адже для більшості польових культур, в тому числі і для озимого ячменю, становила 1,00–1,35 г/см<sup>3</sup>.

Незначно ущільнювався ґрунт і при зменшенні глибини поличного і безполицевого способів основного обробітку з осені для озимого ячменю. В середньому за два роки на початок вегетації озимого ячменю від заміни глибокого поличного і безполицевого способу обробок середній показник щільності верхнього 30 сантиметрового шару сірого лісового ґрунту в обох випадках тільки на 0,01 і 0,03 г/см<sup>3</sup>, а на середині вегетації – цей показник дорівнював збільшення на 0,01 і 0,03 і 0,01 і 0,02 г/см<sup>3</sup>, залишаючись при цьому в оптимальних межах [17, с. 6].

Таблиця 3.2

Щільність ґрунту в шарі 0–30 см під посівами озимого ячменю та інших ярих культур на основі різних заходів і глибин основного зяблевої обробки, г/см<sup>3</sup> (середнє за 2018–2019 рр.)

Культура сівозміни	Варіант обробки					
	Оранка, см			Плоскорізне орання, см		
	25–27	20–22	15–17	25–27	20–22	15–17
На початок вегетації						
Озимий ячмінь (Рубіж)	1,15	1,17	1,18	1,18	1,19	1,21
Соя	1,11	1,13	1,15	1,18	1,18	1,20
Рапс	1,13	1,15	1,17	1,17	1,18	1,21
Пшениця	1,15	1,15	1,17	1,18	1,19	1,21
Льон	1,14	1,15	1,17	1,19	1,20	1,21
Середнє значення	1,14	1,15	1,17	1,18	1,19	1,21
На середині вегетації						
Озимий ячмінь (Рубіж)	1,18	1–19	1–20	1,21	1,23	1,23
Соя	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28
Рапс	1,20	1,21	1,22	1,22	1,23	1,25
Пшениця	1,18	1,19	1,22	1,22	1,23	1,24
Льон	1,22	1,23	1,24	1,24	1,26	1,27
Середнє значення	1,20	1,21	1,19	1,23	1,24	1,25

Використовуючи вищенаведені методики визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО, важких металів в ґрунті і активності каталази нам необхідно підібрати найбільш оптимальні сорти озимого ячменю для даного типу ґрунтів з подальшою оцінкою рівня рівня

врожайності при різних способах обробки на агроландшафті в центральній зоні України (провести програмування урожайності даної культури).

Для цього, ми провели дослідження в 2018–2019 рр. на полях в умовах рівнинного агроландшафту. Ґрунт дослідних ділянок – сірі лісові ґрунти.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 4,0–4,5 %, рН водної витяжки – 6,5–7,0. Запаси валових форм поживних речовин в ґрунті наступні: азоту – 0,23–0,26 %, фосфору – 0,11–0,16 %, калію – 2,0–2,5 %. Рівень забезпеченості ґрунту рухомими формами фосфору можна охарактеризувати як підвищений, калію – високий.

Мінеральні добрива вносили відповідно до схеми досвіду: без добрив;  $N_{30}P_{30}K_{30}$ ,  $N_{60}P_{60}K_{60}$ ; використовували комплексне мінеральне добриво нітроамофоску ( $N_{16}P_{16}K_{16}$ ). Обробку насіння проводили безпосередньо перед посівом в ґрунт наступними препаратами: Реаком-СР-зерно – композиція мікроелементів в хелатній формі з підвищеним прилипанням; норма витрати – 3 л / т; Спринтер – плівкоутворювальний регулятор росту рослин з підвищеною кріофунгіпротекторною і адаптогенною дією. До його складу входять: марс ЕL, диметилсульфоксид, гліцерин, фосфор, калій і гумінові кислоти; норма витрати – 0,34 кг / т; Рубіж – плівкоутворювальний двохкомпозиційний препарат зі стимулюючими, фунгіцидними і антиоксидантними властивостями. Він містить: полімерний препарат марс ЕL, цідісепт – антибіотик, диметилсульфоксид – розчинник, бішофіт – природний мінерал з великою кількістю життєво необхідних мікроелементів, стевію – рослинну витяжку з фунгіцидної, антибактеріальної та антивірусної активністю; норма витрати – 600 мл / т.

Посів ячменю озимого – дворучки сорти Рубіж та Спринтер в 2018 р. проводили 25 вересня, в 2019 р. – 26 вересня. За період від збирання попередника до висіву насіння ячменю відповідно по роках випало 150,2; 112,5 і 90,7 мм опадів. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–10 см на час сівби в 2016 р. становили 7,9 мм, в 2018 р. – 14,2 мм, в 2019 р. – 11,5 мм, їх було досить для отримання сходів. Період від посіву до сходів тривав по роках в середньому 9–

12 діб. Сходи ячменю в 2018 р. з'явилися 7 жовтня, в 2019 р. – 16 жовтня. Фаза кущіння рослин озимого ячменю в 2018 р. припадала на 8 листопада, а в 2019 р. – 5 листопада.

Відбір рослинних зразків в осінній період показав, що внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  сприяло збільшенню висоти рослин ячменю озимого в середньому на 2,8–11,0 %, а на основі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 7,3-12,0 % в порівнянні з непідкормленим фоном (табл. 3.3). Кількість вузлових коренів при внесенні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  змінювалася незначно в порівнянні з фоном без добрив, а на основі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  значення цього показника збільшувалися на 45,0–56,0 %.

Залежно від передпосівної обробки насіння коефіцієнт кущіння озимого ячменю при осінньому посіві на основі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  підвищувався в середньому на 6,6–11,7 %, а при внесенні  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 12,4–19,9 % порівняно з непідкормленим варіантом.

Таблиця 3.3

Біометричні показники рослин ячменю озимого-дворучки в фазі кущіння за осінньої сівби (середнє за 2018–2019 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Кількість вузлових коренів, шт. / рослину	Коефіцієнт кущіння
Фон без удобрень			
Контроль	17,9	2,14	1,0
Реаком-СР-зерно	18,7	2,37	1,2
Спринтер	19,1	2,39	1,3
Рубіж	19,2	2,34	1,4
Фон $N_{30}P_{30}K_{30}$			
Контроль	18,4	2,28	1,0
Реаком-СР-зерно	20,7	2,54	1,2
Спринтер	21,1	2,67	1,4
Рубіж	20,6	2,50	1,3
Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$			
Контроль	19,2	2,42	1,5
Реаком-СР-зерно	20,4	2,67	1,8
Спринтер	21,4	2,79	2,0
Рубіж	21,1	2,81	1,9

При висіві насіння, обробленого рострегулюючими препаратами, на основі без добрив висота рослин ячменю озимого в середньому збільшувалася на 4,5–

7,3 % (0,8–1,3 см), за внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$ –12,3–14,7 % (2,3–2,7 см),  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 6,5–11,7 % (1,3–2,3 см) в порівнянні з контролем. При цьому більш ефективними були препарати Спринтер і Рубіж.

Як відомо, наявність вторинних коренів і хороший їх розвиток є важливою умовою формування стабільного врожаю ячменю, оскільки таким чином забезпечується основне живлення рослин і засвоєння вологи з ґрунту. Тому чим кращий розвиток має вторинна коренева система, тим вища продуктивність може сформувати кожну рослину.

Так, підрахунок вузлових коренів за варіантами досвіду при завершенні осінньої вегетації показав, що при передпосівній обробці насіння препаратами, на основі без добрив їх кількість в середньому збільшувалася на 20,0–40,0 %,  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – на 15,0–35,0 % і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 20,7–34,5 % порівняно з контролем. Вплив рістстимулюючих препаратів на формування вторинних коренів було значно більше, ніж добрив, особливо Спринтера і кордоном.

Щодо коефіцієнта куціння рослин ячменю, то при осінньому сівбі і застосуванні рістрегулюючих і мікроелементних препаратів значення його підвищувалися на основі без добрив в середньому на 9,6–11,7 %, при внесенні  $N_{30}P_{30}K_{30}$  – 9,9–17,1 %,  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – 10,4–16,1 %. У варіантах без добрив і внесення їх в дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  кращий результат забезпечили препарати Реаком і Спринтер, а на основі живлення  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – Спринтер і Рубіж.

Аналіз елементів структури врожаю ячменю осіннього строку сівби показав, що висота рослин у фазі повної стиглості зерна при внесенні добрив в дозі  $N_{30}P_{30}K_{30}$  збільшувалася на 9,8–11,1 см, а на основі  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – на 12,4–13,2 см в порівнянні з невідкормленими ділянками (табл. 3.4). При цьому спостерігалось збільшення довжини колоса на 3,9–12,3 і 16,1–26,7 % і маси зерна з рослини на 4,7–13,2 і 9,6–23,3 % відповідно [18, с. 11].

Зміни в структурних елементах продуктивності рослин під впливом внесених добрив і препаратів вплинули і на рівень врожайності ячменю, посаженого в осінній період. Вищий урожай зерна (4,53–4,67 т/га) формувался

в варіантах з внесенням мінеральних добрив в дозі  $N_{60}P_{60}K_{60}$ , що на 0,97–1,18 т/га більше в порівнянні з не удобреними ділянками і на 0,47–0,27 т/га вище, ніж на основі  $N_{30}P_{30}K_{30}$ .

Обробка насіння ячменю препаратами навесні перед посівом також позитивно впливає на утворення пагонів у рослин. У порівнянні з контролем коефіцієнт продуктивного кушіння підвищувався на 2,6; 7,5; 4,8 % відповідно фонам добрива. При цьому на основі без добрив утворення продуктивних пагонів найбільше сприяв Реаком, а на фонах  $N_{30}P_{30}K_{30}$  і  $N_{60}P_{60}K_{60}$  – препарати Реаком і Спринтер.

Таблиця 3.4

Структура і врожайність ячменю озимого – дворучки з осінньої сівби  
(середнє за 2018–2019 рр.)

Варіант	Висота рослин, см	Коефіцієнт продуктивного кушіння	Довжина колоса, см	Маса зерна із 1 рослини, г	Маса 1000 зерен, г	Урожайність, т/га
Фон без добрив						
Контроль	73,4	1,26	4,6	1,06	36,1	3,35
Реаком-СР- зерно	77,3	1,44	4,9	1,26	37,4	3,70
Спринтер	77,7	1,45	5,2	1,25	38,0	3,71
Рубіж	74,9	1,36	4,8	1,19	36,9	3,53
Фон $N_{30}P_{30}K_{30}$						
Контроль	84,1	1,36	5,0	1,20	38,0	4,06
Реаком-СР- зерно	87,9	1,46	5,5	1,36	39,1	4,40
Спринтер	88,8	К53	5,4	1,36	39,8	4,43
Рубіж	84,7	1,48	5,2	1,25	40,0	4,30
Фон $N_{60}P_{60}K_{60}$						
Контроль	85,8	К54	5,7	1,30	38,8	4,53
Реаком-СР- зерно	90,3	1,67	6,2	1,40	39,9	4,67
Спринтер	90,9	1,74	6,0	1,37	39,9	4,61
Рубіж	87,8	1,68	5,8	1,31	39,4	4,55

Сівба озимого ячменю навесні в порівнянні з осіннім посівом предуборочна висота рослин збільшилася на 0,3–7,0; 1,2–4,6 і 1,5–3,8 %, довжина колоса – 10,0–18,5; 1,3–5,2; 6,1–7,3 %, кількість зерен в колосі – 5,8–8,5; 4,8–17,9; 2,3–10,0 % відповідно фонам харчування.

На підставі результатів досліджень встановлено, що за рахунок передпосівної обробки насіння препаратами, маса 1000 зерен на основі без добрив збільшувалася на 2,0–4,8 %, а за внесення  $N_{30}P_{30}K_{30}$  та  $N_{60}P_{60}K_{60}$  на 4,9–6,8 і 0,5–5,4 % відповідно. Особливо значення цього показника підвищувалися за використання сорту озимого ячменю – Спринтера. Внесення добрив сприяло також збільшенню коефіцієнта продуктивного кушіння і маси 1000 зерен [24, с. 72].

Попередники озимого ячменю. Для озимого ячменю кращими попередниками є зернобобові і просапні культури. Однак останнім часом через порушення сівозмін озимий ячмінь висівають і після соняшнику. У разі загибелі озимих зернових культур ці площі пересівати переважно ячменем ярим.

Обробка ґрунту (особливо вирощування озимого ячменю). На рівнинно степовому агроландшафтів в центральній зоні України під озимий ячмінь восени слід проводити глибоке розпушування ґрунту, яке сприяє накопиченню в ньому вологи, ефективному її використанню рослинами і збільшенню врожаю зерна. Після збирання попередника поле дискують на 8–10 см дисковими знаряддями ЛДГ–10, ЛДГ–15, БДГ–7 тощо, а в кінці вересня – початку жовтня проводять оранку на глибину 20–22 см або на таку ж глибину застосовують обробку комбінованими глибокорозпушувачем.

Виходячи з погодних умов, способу і якості основного обробітку, особливо важливо правильно вибрати знаряддя для передпосівної обробки ґрунту, яке б дозволило раніше почати і швидше завершити його проведення. Для цього слід використовувати широкозахватні комбіновані знаряддя, що виконують за один прохід три-чотири технологічні операції. Глибина передпосівної культивування повинна бути 5–6 см, тому що більш глибокий обробіток ґрунту може привести до пересихання верхнього шару, внаслідок чого загорнуте на 4–5 см насіння потрапить в ґрунтовий шар, не містить достатньої кількості вологи для проростання. Крім того, не варто застосовувати більш глибокий обробіток,

оскільки це призведе до неякісного посіву на потрібну глибину і як наслідок – до рідких всходів.

У випадку загибелі озимого ячменю, його пересів слід проводити в надранні терміни, причому насінням як дворучок, так і ярих сортів. Якщо ґрунт нещільний, то допускається прямий посів без додаткової його обробки, що економить час і паливо, а на більш ущільненому слід проводити передпосівну культивуацію або дворазове боронування в залежності від фізичного стану поверхневого шару. При наявності в господарствах комбінованих культиваторів-сівалок типу СЗС–2,1, СЗС–5) або сівалок прямого висіву краще використовувати саме їх, що дасть можливість без додаткових технологічних операцій провести посів за один прохід агрегату.

На полях, де через сухість ґрунту не проводять обробку восени, система весняних ґрунтообробних заходів може включати дві-три технологічні операції в залежності від кількості післяжнивних залишків та фізичного стану ґрунту.

На легких за механічним складом ґрунтах з мілкостебловими післяжнивними залишками хороші результати дає двофазна обробка дисковими боронами або луцильниками, після чого проводять передпосівну культивуацію.

На важких ґрунтах для покращення роботи дискових борін, луцильників і культиваторів бажано перед їх застосуванням провести безполочну – плоскорізню або чизельну-мілкоглибинну обробку. При наявності комбінованих агрегатів типу АКШ–3,6 (5,6) ці роботи виконуються за один прохід агрегату.

Однак якщо ситуація складається так, що сівбу необхідно провести на необробленому з осені полі, то краще висівати високоефективними сівалками прямого висіву за технологією ноу-тілл.

Для цього використовують спеціальні сівалки-культиватори зарубіжного виробництва: «Джон-Дір» (моделі 1895 1835), «Хорш», «Амазон», «Кинзе», «Лемкен», «Грейт-Плейнс» і вітчизняні посівні комплекси: «Сіріус» і «Алькор».

Для отримання високого врожаю озимого ячменю також можна разом з протруйниками використовувати регулятори росту рослин Агростимулін (10 мл



/ т насіння), або Грейнактів (0,01 % – й розчин), або Гуміфілд (200 г / т), або концентроване Хелатні мікродобрива з комплексом біостимуляторів Наномікс (3 л / т).

**Визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО.** В основі всіх методів визначення фосфору лежить його здатність в кислому середовищі утворювати з молібдатом комплекс – фосфорно-молібденову кислоту (гетерополікислоти) складу:  $H_3 [P (Mo_3O_{10})_4]$ , жовтого кольору.

При подальших додаванні до розчину відновника (олова) молібден, що входить до складу фосфорно-молібденової кислоти, частково відновлюється до п'ятивалентного з утворенням комплексної сполуки синього кольору молібденової сині (В. А. Алексеєнко).

Відновник (олово) буде окиснюватися:  $Sn^{+2} - 2e \rightarrow Sn^{+4}$  Зразковий склад сполуки, що утворюється такий:  $(MoO_2 \cdot 4 MoO_3)_2 \cdot HPO_3 \cdot 4 H_2O$ .



Проба № 1



Проба № 2

Рис. 3.1. Зовнішній вигляд проб № 1 і 2 при аналізі рухомих сполук фосфору і калію в пробах сірих лісових ґрунтів.

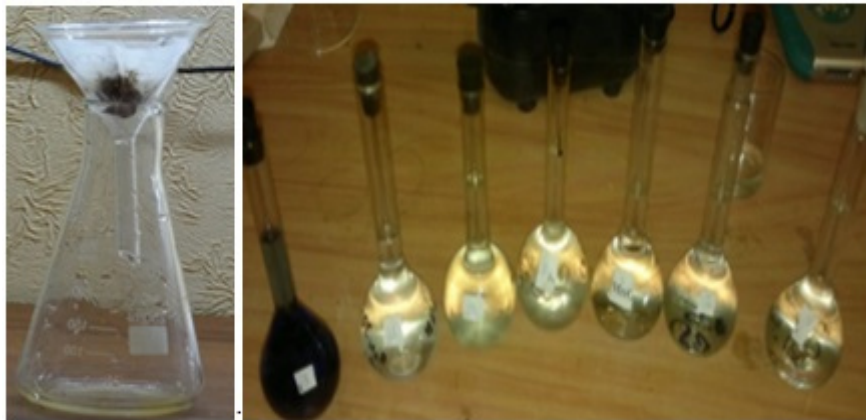


Рис. 3.2. Процес фільтрування витяжки та процес фарбування робочої шкали.

Отримані результати визначення рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО в пробах сірих лісових ґрунтів представлено в табл. 3.3.



Рис. 3.3. Місця відбору проб ґрунту на досліджуваному полі господарства

Таблиця 3.5

Результати визначення сполук фосфору і калію за методом Кірсанова в модифікації ЦИНАО на місцях відбору проб ґрунтів

№ проби	Рухомий калій за Кірсановим, мг/кг		Рухомий фосфор за Кірсановим, мг/кг		рН сольової витяжки	
	Літературні дані	експеримент	Літературні дані	експеримент	Літературні дані	експеримент
1	170–220	175	150–200	145	5,4–6,0	5,53
2	150–200	165	150–200	154	5,4–6,0	4,48
3	170–220	161	150–200	140	5,4–6,0	5,57
4	170–220	170	150–200	137	5,4–6,0	5,66
5	170–220	175	150–200	147	5,4–6,0	5,86
6	150–200	164	150–200	150	5,4–6,0	5,91
7	170–220	167	150–200	154	5,4–6,0	6,55
8	170–220	160	150–200	153	5,4–6,0	5,68
9	170–220	163	150–200	145	5,4–6,0	5,19

*Територіальне розташування місця відбору проб ґрунтів приведено на рис. 3.3.*

Визначення важких металів у сірих лісових ґрунтах. Головним джерелом надходження важких металів в атмосферне повітря є викиди промислових виробництв і транспортних засобів. В повітрі важкі метали присутні у формі органічних і неорганічних сполук у вигляді пилу і аерозолів. При цьому аерозолі свинцю, кадмію, міді і цинку складаються переважно їх субмікронних частинок діаметром 0,5–1 мкм, а аерозолі нікелю і кобальту з великодисперсних частинок (понад 1 мкм), які утворюються в основному при спалюванні дизельного палива.

Так, як у викидах є значна кількість важких металів, то для досліджуваного поля з озимим ячменем характерним є забруднення ґрунтів саме важкими металами, які порівняно швидко накопичуються в поверхневому шарі ґрунту і вкрай повільно з нього виводяться. Концентрації важких металів в пробах ґрунту з озимим ячменем для сірих лісових ґрунтів не сильно перевищували встановлених нормативів (табл. 3.6). Середньорічні концентрації важких металів дещо збільшилися в порівнянні з минулим роком, проте сильного перевищення ГДК не зафіксовано. У річному ході підвищення рівня середньомісячних концентрацій важких металів спостерігалось в осінньо-зимовий період. За останні шість років зафіксована тенденція до збільшення середньорічних

концентрацій кадмію, марганцю, нікелю, і до зменшення середньорічних концентрацій міді, хрому, свинцю і цинку в пробах ґрунтів з досліджуваного поля господарства [12, с. 287].

Серед усього комплексу забруднюючих речовин ґрунту господарства самими шкідливими і небезпечними є важкі метали (Pb, Zn, Cu, Ni) та їх сполуки. Важкі метали характеризуються низькою міграційною активністю в ґрунтах, добре депонуються, акумулюються в поверхневому шарі.

Таблиця 3.6

## Викиди важких металів в пробах ґрунту господарства

Назва забруднюючої речовини	Концентрація в пробах ґрунту, мг/м <sup>3</sup>						ГДК, мг/м <sup>3</sup>
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	
Кадмій	0,0009	0,0005	0,0005	0,0024	0,0036	0,0060	0,3
Залізо	0,6400	0,8000	0,5600	8,8000	1,0000	0,8000	40,0
Марганець	0,0180	0,0180	0,0100	0,0190	0,0120	0,0180	1,0
Мідь	0,0420	0,0220	0,0100	0,0220	0,0120	0,0320	2,0
Нікель	0,0200	0,0230	0,0220	0,0280	0,0230	0,0270	1,0
Свинець	0,0234	0,0264	0,0144	0,0249	0,0138	0,0186	0,3
Хром	0,0270	0,0255	0,0210	0,0360	0,0150	0,0250	1,5
Цинк	0,0250	0,0550	0,1000	0,0365	0,0250	0,0360	50,0

Пальним для двигунів внутрішнього згорання в основному служить бензин і дизельне паливо. Хімічний склад продуктів згорання і ступінь забруднення ними атмосфери залежить від якості палива (наявність в ньому токсичних домішок), технічної досконалості двигунів (систем запалювання), наявності очисних пристроїв (каталізаторів), а також від рівня технічної експлуатації техніки. Основні інгредієнти відпрацьованих газів: оксиди вуглецю, азоту, вуглеводні, свинець і ряд інших речовин, в тому числі і канцерогенних. Відпрацьовані гази двигунів в господарстві поряд з продуктами повного згорання (парів води, діоксиду карбону) містять продукти неповного згорання палива (оксид карбону, оксиди азоту, вуглеводні, бенз (а) пірен), а також речовини, залежать від типу палива (сірчистий газ, свинець, сажа). Найбільшу небезпеку для навколишнього природного середовища складають оксид

карбону, оксиди азоту, вуглеводні, бенз (а) пірен та аерозоль свинцю, які осідають на поверхню ґрунту досліджуваного поля з озимим ячменем.

Оскільки вміст важких металів в досліджуваних пробах ґрунту має незначне перевищення над ГДК, для визначення рівня забруднення ґрунтів важкими металами проведено зіставлення концентрацій металів з встановленими фоновими концентраціями. Зіставлення проводили як валовий, так і рухомий форми важких металів. Слід зауважити, при аналізі середніх показників вмісту в ґрунті важких металів для їх рухомий форми відзначені перевищення фонових концентрацій майже на всіх полігонах за всіма показниками, крім кадмію на пробах ґрунтів № 3 і 4 і нікелю, цинку і хрому на пробі ґрунту № 4. Висока забруднення ґрунту зафіксовано для таких елементів як свинець, цинк, мідь і хром, табл. 3.7. В окремих пробах ґрунту з досліджуваного поля з озимим ячменем вміст рухомий форми цинку перевищує фонові показники в 15,5 разів, свинцю в 21,5 разів, міді в 18,5 разів, хрому в 18,9 (проба № 3). Найменше забруднена досліджувана територія кадмієм. Таким чином, в ґрунті відбувається інтенсивне накопичення важких металів в кількостях, які значно перевищують їх природний фон, що створює реальну загрозу існуванню живих організмів.

Таблиця 3.7

Середні значення показників вмісту рухомого форми важких металів і елементів забруднювачів в ґрунті господарства

№ проби	Вміст важких металів в пробах ґрунту, мг/кг ґрунту							
	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb	Cr	Zn
1	0,18	1,44	83,04	1,70	1,16	3,02	2,10	7,62
2	0,20	0,80	63,65	0,44	0,78	3,65	0,81	2,15
3	0,38	1,34	60,66	1,43	1,77	2,81	1,79	3,05
4	0,47	2,21	114,7	8,19	4,63	13,21	6,80	16,72
5	0,17	0,45	74,65	0,56	2,11	5,67	0,99	3,20
6	0,25	1,51	67,80	1,99	2,74	4,34	3,08	3,73
7	0,15	0,95	59,49	0,31	3,23	5,32	1,45	2,30
8	0,11	0,84	54,06	0,90	2,17	2,78	1,85	1,50
9	0,22	0,75	74,39	0,67	0,68	5,30	0,95	2,01

Територіальне розташування місця відбору проб ґрунтів приведено на рис. 3.3.

Аналіз середніх показників вмісту в ґрунті важких металів для валовий форми свідчить про те, що в ґрунті господарства зафіксовані значні перевищення фонових за всіма показниками, крім кадмію і кобальту. Так, середні значення показників Mn, Cu, Ni, Pb, Cr і Zn досягають таких величин: 332,8 мг/кг, 19,1 мг/кг, 12,3 мг/кг, 48,7 мг/кг, 12, 0 мг/кг і 50,8 мг/кг відповідно при фонових 90,4 мг/кг, 1,2 мг/кг, 2,7 мг/кг, 2.8 мг/кг, 1,9 мг/кг і 3,0 мг/кг відповідно. Слід зазначити, що на окремих тест – майданчиках відзначені перевищення за окремими показниками (Cu, Pb, Zn) в кілька разів.

Визначення активності каталази в пробах ґрунту господарства. Вельми інформативними є результати активності ґрунтової каталази різних ділянок дослідження при різних способах обробки. З усіх вивчених ферментів каталаза найбільш чутлива, тому її активність може бути використана в якості критерію оцінки відновлення функцій ґрунту. В результаті різних біохімічних реакцій окиснення в ґрунті утворюється отруйний для організмів перекис водню, який здатний розкладати фермент каталаза. Каталаза – фермент класу оксидоредуктаз, каталізує розщеплення пероксиду водню на воду і кисень і широко представлена в клітинах ґрунтових мікроорганізмів різного рівня складності, а високі її показники свідчать про підтримку рівня кисню в ґрунтовому повітрі, який необхідний для функціонування мікрофлори. Пригнічення активності ферменту каталази свідчить про токсичну дію важких металів і їх сполук на мікрофлору ґрунту господарства.

Біологічна роль ферменту каталази полягає в захисті організму від шкідливого впливу перекисних сполук, що утворюються при внутрішньоклітинному окисненні і залежить від хімічних і фізичних властивостей ґрунтів господарства. Зміна властивостей ґрунту на основі урбаністичного навантаження впливає на активність каталази. Зміна активності ферменту каталази-універсальний індикатор прихованого впливу екзогенних факторів на розвиток мікробіоценозів.

Метод визначення каталазної активності ґрунту в пробах господарства полягає у встановленні кількості молекулярного кисню, який виділяється при розпаді перекису водню в процесі взаємодії його з ґрунтом після різних способів обробки для озимого ячменю. Визначається каталазна активність газометричним методом. Прилад збирається в лабораторії і складається з двох бюреток, які з'єднуються через трійник гумовим шлангом. Окремо збирається каталазник. Визначення активності каталази проводили за типовою методикою (див. текст в розділі 2). Кисень, який виділяється, витісняє з бюретки воду, рівень якої відзначають через 0,5; 1; 1,5 і 2 хв. Активність каталази виражають у мілілітрах O<sub>2</sub>, що виділився за 1 хвилину на 1 г ґрунту. Про ступінь збагачення ґрунту ферментом каталази судять за оціночною шкалою (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Шкала для оцінки ступеня збагачення ґрунтів господарства ферментами

Степінь збагачення ґрунту	Каталаза, мл O <sub>2</sub> /г за хв..
Дуже бідна	менше 1
Бідна	1–3
Середньозбагачена	3–10
Збагачена	10–30
Дуже збагачена	більше 30

При визначенні каталази і целюлози в місцях відбору проб ґрунту в досліджуваному господарстві був допущений ряд відхилень від стандартної методики, а саме:

- при визначенні целюлозної активності використовували клапот льняного полотна розміром 10х30 см;
- визначення каталази проводили в умовах, наближених до природних (в пробу при титруванні не додавала CaCO<sub>3</sub>).

При аналізі вмісту поживних елементів в пробах ґрунту на тому чи іншому місці відбору проб (проби № 1–9) для вербального опису були використані результати додаткових досліджень по окремих ділянках господарства. У експерименті нами встановлено, що активність каталази в шарі ґрунту 0–20 см при плоскорізному розорюванні на території господарства в 60% становить від



1,33 ± 0,14 мл O<sub>2</sub>/г/хв. до 2,63 ± 0,06 мл O<sub>2</sub>/г/хв., а ступінь збагачення ґрунту ферментом охарактеризована як «бідна», а в 40 % – «середня». В шарі ґрунту 21–40 см при оранка тільки на окремих ділянках (20 %) визначили середню ступінь збагачення ґрунту ферментом каталази в межах 3,37 ± 0,06–4,23 ± 0,61 мл O<sub>2</sub>/г/хв. Шар ґрунту 21–40 см, в основному, бідний на фермент каталази і в 76 % становить не більше 3,0 мл O<sub>2</sub>/г/хв.

При проведенні моніторингу ґрунтів визначають потенційний запас елементів, тобто валовий вміст і їх актуальний запас (рухомі форми).

Таблиця 3.9

Значення активності каталази в місцях відбору проб ґрунту при різних способах обробки в господарстві

№ проби	Каталазна активність, мл O <sub>2</sub> /г/хв				Ступінь збагачення ґрунту
	0–20 см (розпахування)		21–40 см (Оранка)		
	Максимальні значення	Мінімальні значення	Максимальні значення	Мінімальні значення	
1	4,17 ± 0,06	1,60 ± 0,2	3,54 ± 0,06	1,05 ± 0,22	середня / бідна
2	2,36 ± 0,49	1,63 ± 0,06	5,63 ± 0,21	2,38 ± 0,49	середня / бідна
3	4,93 ± 0,61	1,53 ± 0,06	4,23 ± 0,06	0,93 ± 0,201	середня / бідна
4	4,27 ± 0,7	1,37 ± 0,15	2,77 ± 0,21	1,7 ± 0,30	середня / бідна
5	3,3 ± 0,03	1,57 ± 0,06	2,43 ± 0,45	1,32 ± 0,26	середня / бідна
6	2,33 ± 0,49	1,63 ± 0,06	3,53 ± 0,26	2,39 ± 0,47	середня / бідна
7	2,35 ± 0,49	1,53 ± 0,06	5,60 ± 0,11	2,33 ± 0,42	середня / бідна
8	4,97 ± 0,61	1,37 ± 0,15	5,22 ± 0,21	1,7 ± 0,16	середня / бідна
9	2,30 ± 0,49	1,57 ± 0,06	4,23 ± 0,06	0,90 ± 0,01	середня / бідна

Територіальне розташування місця відбору проб ґрунтів приведено на рис. 3.3.

У червні, коли велика сила впливу корневих систем рослин, рівень активності в місцях відбору проб ґрунту господарства підвищувався в варіантах мінімальної і нульової обробок. У шарі 5–20 см значущих відмінностей в степені каталазної активності між варіантами не виявлено. Лише на початку вегетаційного сезону (навесні) енергія розкладання перекису виявилася істотно нижче в ґрунті в місцях відбору проб господарства.

Так, відхилення активності ферменту каталази в шарі ґрунту 0–20 см при плоскорізному розорювання в пробах № 2, 7 знаходиться в межах 47,9–58,0%. В

шарі ґрунту 21–40 см при оранка відхилення активності каталази в місцях відбору проб ґрунтів в досліджуваному господарстві знаходиться в межах 30,5–54,2 % з рівнем впливу від «небезпечного» до «дуже небезпечного».

Залежно від степеня зв'язування важких металів в місцях відбору проб господарства з органічною речовиною і мінеральними компонентами ґрунту в складі валової кількості мікроелементів і важких металів умовно виділяють міцно фіксовані і рухомі форми. Для оцінки рівня забезпеченості ґрунту фізіологічно необхідними мікроелементами і накопичення їх в продовольчій сировині і міграції в водні джерела визначають вміст рухомих форм, а для оцінки максимально можливої кількості, що може вивільнитися з ґрунту, визначають зміст міцно фіксованих (валових) форм. Важкі метали в місцях відбору проб ґрунту господарства діють на ґрунт як прямо, так і опосередковано, шляхом втручання в біологічні цикли і будучи антагоністами ряду елементів живлення, обмежують їх доступ в рослини і порушують нормальний хід біохімічних процесів, впливають на синтез і функції багатьох активних сполук: ферментів, вітамінів, пігментів. Підвищений вміст в ґрунтах валових форм важких металів в місцях відбору проб ґрунту господарства не є загрозою для живих організмів, реальну небезпеку демонструє зміст їх рухомих сполук, які здатні безпосередньо засвоюватися біотою.

Визначення вмісту рухомих форм ґрунтів в господарстві бажано здійснювати при високих значеннях їх валових концентрацій в ґрунті, і навіть, коли необхідно характеризувати міграцію елементів з ґрунту в рослини. Отримані результати вмісту рухомих форм елементів можуть бути використані для оцінки ступеня поживності ґрунтів для вирощування озимого ячменю. Для покращення стану ґрунтів можна запропонувати наступний захід – впровадити агротехнічні, гідротехнічні заходи по захисту ґрунтів господарства від ерозії та деградації, створити гідротехнічні спеціальні споруди для перерозподілу поверхневого стоку і швидкого припинення ерозії (земляні вали на водозборах, водовідвідні канали).

Для аналізу впливу способу обробки ґрунту на врожайність озимого ячменю на досліджуваному полі нами проведено порівняння двох способів такої обробки ґрунтів в досліджуваному господарстві.

Обидва досліджуваних шляхи основного обробітку під озимий ячмінь незначно впливають на такий важливий показник будови ґрунту, як її загальна пористість, яка, згідно з даними табл. 3.10. На початок вегетації озимого ячменю та інших досліджуваних культур зменшувалася глибини оранки та плоскорізне розпушування від 25–27 до 20–22 і 15–17 см зменшувалася тільки на 0,6 і 1,2 і 0,4 і 1,1 %, а на середині вегетації – ще на меншу величину – відповідно на 0,4 і 1,0 і 0,4 і 0,9 %.

Не набагато більше зменшувалася загальна пористість орного шару сірих лісових ґрунтів на рівнинно степовому агроландшафтів в Центральній зоні України від заміни поличного зяблевого обробітку безполочним. На основі глибокої, середньої і дрібної обробки на початок вегетації озимого ячменю та інших досліджуваних культур сівозміни вона не перевищувала 1,6; 1,4 і 1,5 %, а на середину вегетації – 1,2 % 1,2 і 1,1 % відповідно, залишаючись при цьому задовільними для кореневої системи вирощуваних культур.

Таблиця 3.10

Загальна пористість ґрунту в шарі 0–30 см під посівами озимого ячменю та інших ярих культур на основі різних заходів і глибин основної зяблевої обробки, % (середнє за 2018–2019 рр.)

Культура сівозміни	Варіант обробки					
	Оранка, см			Плоскорізне розорювання, см		
	25–27	20–22	15–17	25–27	20–22	15–17
На початку вегетації						
Озимий ячмінь	55,8	55,1	54,7	54,7	54,1	53,6
Соя	57,4	56,4	55,8	54,6	54,5	53,7
Рапс	56,4	55,6	55,0	55,0	54,5	53,6
Пшениця	55,9	55,6	54,9	54,6	54,2	53,6

Продовження таблиці 3.10

Льон	55,4	55,6	55,0	54,1	54,0	53,5
Середнє значення	56,3	55,7	55,1	54,7	54,3	53,6
На середині вегетації						
Озимий ячмінь	54,5	54,1	53,8	53,3	52,8	52,6
Соя	52,7	52,3	51,8	51,7	51,2	50,8
Рапс	54,0	53,6	52,9	52,9	52,6	51,9
Пшениця	54,5	54,1	53,2	53,1	52,6	52–3
Льон	53,2	52,7	52,3	52,2	51,7	51,2
Середнє значення	53,8	53,4	52,8	52,6	52,2	51,7

Вивчаючи зміни фізичного стану сірих лісових ґрунтів під впливом досліджуваних у другому досліді заходів при обробці ґрунту, нами встановлено, що з урахуванням структурності орного шару ці зміни були позитивними (табл. 3.10). Якщо в середньому за два роки досліджень на полях перед сівбою озимого ячменю від заміни оранки культивацією на 6–8 см і повної відмови від основної обробки вміст агрономічно цінної структури збільшувалася відповідно тільки на 0,3 і 0,8 %, то на час колосіння це збільшення вже росло до 1,2 і 1,7 % відповідно.

Таблиця 3.11

Вміст цінних структурних агрегатів в шарі ґрунту 0–30 см при вирощуванні озимого ячменю з різною інтенсивністю основної зяблевої обробки, % (середнє за 2018–2019 рр.)

Період визначення	Варіант обробки		
	Оранка на 20–22 см (контроль)	Культивація на 6–8 см	Без основної обробки
Перед посівом	75,4	75,7	76,2
Фаза колосіння	72,9	74,1	74,6

Щодо зміни іншого показника фізичного стану ґрунту – його щільності, то, як і в першому досліді, вона була не на користь мінімалізації обробітку, але, як свідчать дані табл. 3.10, незначними як в абсолютному, так і у відносному значенні. Кілька великими ці зміни були на час сівби озимої пшениці та ярих культур, коли при інтенсивній основної обробітку ґрунту значення абсолютної щільності верхнього 30 см шару були мінімальними. Коли ж через втрату вологи ґрунт на основі оранки на глибину 25–27 см до середини вегетації озимого ячменю ущільнювалася до 1,25–1,26 г/см<sup>3</sup>, підвищення щільності сірих лісових ґрунтів в результаті різних способах обробки на рівнинному агроландшафті в центральній зоні не відзначалося зовсім або ж було мало помітним. При цьому варіанті обробки ґрунту, показники практично не відрізнялися між собою, в той час як на початок вегетації для озимого ячменю досліджуваній показник був помітним (на 0,02–0,05 г/см<sup>3</sup>) і більш щільним сірих лісових ґрунтів був при відсутності основної обробки.

Таблиця 3.12

Щільність ґрунту в шарі 0–30 см в залежності від інтенсивності  
основної обробітку під озимий ячмінь, г/см<sup>3</sup>

Період визначення	Варіант обробки		
	Оранка на 25–27 см (контроль)	Культивація на 6–8 см	Без основної обробки
Озимий ячмінь (середнє за 2018–2019 рр.)			
Перед посівом	1.18	1,20 1,23	
Фаза колосінням	1.26	1,25 1,26	

Таким чином, зменшення глибини основної обробітку сірих лісових ґрунтів на рівнинно степовому агроландшафті в центральній зоні України супроводжується незначним погіршенням фізичного стану верхнього 30 см шару, хоча жоден з досліджуваних агрофізичних показників родючості ґрунту при цьому не виходив за межі оптимальності.

## ВИСНОВКИ

Отже, на початку дослідження проведено огляд наукової літератури. Описано підходи вчених до формування рівнів ландшафтно-екологічного районування та типізації агроландшафтів. Сказано, що агроландшафтний контур є елементарною частиною агроєкосистеми, яка є приблизно однорідною за технологією використання природного ресурсу. Сукупність локальних контурів, що мають схожу будову і функціонування, що утворюють єдину технологічну систему в межах урочища, формують агроландшафтний масив.

Розглянуто умови формування і функціонування екологічно стійких і високопродуктивних агроландшафтів та наголошено, що економічні втрати, викликані деградацією ґрунтів, проявляються не тільки побічно, через зниження родючості, а й прямо, за рахунок зменшення кадастрової вартості.

В даний час пріоритетним є розробка і удосконалення еколого-ландшафтного підходу до розробки систем землеробства і землекористування, що базуються на встановленні і збереженні екологічної стійкості агроландшафтів.

Проаналізовано сучасні методики оцінки стійкості агроландшафтів, наведено розрахункові формули та орієнтуючі показники.

В аналітичній частині дослідження проведено аналіз методів дослідження фізико-хімічних властивостей ґрунтів та наголошено на важливості саме інструментальних методик для даної проблематики. Коротко наголошено на гранулометричному методі, кислотності ґрунтів, рухомих сполук фосфору і калію за методом Кірсанова, активності каталази, вміст важких металів в сірих лісових ґрунтах.

В практичній частині дана ботанічна характеристика озимого ячменю. Сказано, що за ступенем редукції безплідних колосків дворядний ячмінь

поділяють на дві групи: *nutantia R. Reg.*, у якого недорозвинені бічні колоски мають колоскові і квіткові лусочки.

Названо найбільш перспективні сорти озимого ячменю для вирощування на території України та зроблено висновок про те, що посівні площі під ячменем займають четверте місце в світі серед хлібних злаків після пшениці, рису і кукурудзи. Найбільш поширений він в США, Канаді, Індії, Туреччини, Франції.

Проведено експериментальне дослідження з вивчення врожайності озимого ячменю при різних способах обробки на рівнинно степовому агроландшафті сірого лісового ґрунту.

Шляхом програмування умов (підбір добрив, способу обробітку, вплив стимуляторів, сортові особливості) проаналізовано збільшення врожайності озимого ячменю на полі досліджуваного господарства та наголошено на практичному значенні такого підходу до його вирощування. Заміна поличної обробки безполичною обробкою призводить тільки до невеликого ущільнення ґрунту і такого ж зменшення загальної пористості, які не могли викликати погіршення умов для вирощування озимого ячменю.

Заміна глибокої оранки дрібною культивуації, як і повне виключення основного обробітку за технологіями вирощування озимого ячменю, зумовлює зростання тільки щільності ґрунту на час сівби цієї культури і відповідає показникам 0,01 і 0,04 г/см<sup>3</sup> для 2018–2019 рр., хоча все вони і залишалися оптимальними для вирощування даної культури [19, с. 682].

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова А. Г. Економічна оцінка ресурсного потенціалу сільського господарства Краснодарського краю / А. Г. Абрамова, К. Н. Горпинченко // В сб: Наукове забезпечення агропромислового комплексу. *Збірник статей за матеріалами X конференції молодих вчених, присвяченій 120-річчю І. С. Косенко*. 2017, С. 1368–1369.
2. Алексеєнко В. А. Метали в навколишньому середовищі: оцінка еколого-геохімічних змін: [Електронний ресурс] / В. А. Алексеєнко, А. В. Суворін. М.: Логос, 2011. 216 с.
3. Барбасов Н. В. Вплив макро -, мікродобрих і регуляторів росту на продукційний процес посівів і врожайність ячменю на дерново-підзолистому легкосуглинному ґрунті / Н. В. Барбасов, І. Р. Вільдфлуш // *Ґрунтознавство і агрохімія*. № 2 (59). 2017. С. 119–130.
4. Белопухов С. Л., Бугаев П. Д., Ламмас М. Е., Прохоров И. С. Влияние биопрепаратов на фотосинтетическую активность посевов ячменя // *Агрехимический вестник*. 2013. № 5. С. 19–21.
5. Бруй І. Г. Вивчення дії ретардантів на рослини ячменю в умовах фітотронах-тепличного комплексу / І. Г. Бруй, Г. В. Будевич, Д. Ф. Привалов, О. В. Ключкова // *Землеробство і захист рослин*. 2017. №5. С. 48–52.
6. Васін В. Г. Порівняльна продуктивність сортів ячменю і гороху при застосуванні стимуляторів росту / В. Г. Васін // *Внесок молодих вчених в аграрну науку. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*. Кінель: РІЦ СГСХА, 2015. С. 36–43.
7. Географія ґрунтів: тлумачний словник / В. Д. Наумов. М.: НДЦ ИНФРА-М, 2014. 376 с.
8. Глуховцев В. В. Особенности реакции сортов ячменя на внекорневые подкормки в условиях среднего Поволжья / В. В. Глуховцев, Н. В. Санина, А.



- А. Апаликов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2015. № 6 (56). С. 20–23.
9. Горпинченко К. М. Особливості прогнозування виробництва зерна / К. М. Горпинченко // *Економіка сільськогосподарських і переробних підприємств*. 2012. № 4. С. 46–49.
  10. Горпинченко К. М. Технічна модернізація зернового виробництва в Краснодарському краї / К. М. Горпинченко // *Наука і Мир*. 2013. № 2 (2). С. 85–88.
  11. Данилова А. В. Джерела стійкості ячменю до збудника карликової іржі // *Молодий вчений*. 2015. № 9–2. С. 102–103.
  12. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Сардак М. О. (2017). Багатосередовищні випробування ячменю озимого за врожайністю та стабільністю // *Plant Varieties Studying and Protection*. Т. 13, № 4. С. 343–350.
  13. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Сардак М. О. (2017). Багатосередовищні випробування ячменю озимого за урожайністю та стабільністю // *Plant Varieties Studying and Protection*. Т. 13, № 4. С. 343–350.
  14. Есипов В. И. Современные ресурсо- и влагосберегающие технологии возделывания зерновых культур: учеб. пособие / В. И. Есипов, А. М. Петров // *Самара*. – 2016. – 292 с.
  15. Калініна О. Л. Ефективність елементів технології спільного весняного посіву ярих та озимих зернових культур / Калініна О. Л., Холзаков В. М. // *Освіта, наука і виробництво*. 2014. – № 2 (7). С. 124–129.
  16. Кідінну В. В. Агрохімія: навчальний посібник / В. В. Кідінну. М.: НДЦ ИНФРА-М, 2015. 351 с.
  17. Кокина Л. П. Биологические свойства семян ячменя в зависимости от сроков уборки. / Л. П. Кокина, Л. М. Щеклеина // *Вестник БГАУ*. 2019. № 1. С. 56–64.
  18. Ладонін Д. В. Використання даних за ізотопним складом для вивчення забруднення ґрунтів свинцем // *Матеріали IV міжнародної наукової*

- конференції «Сучасні проблеми забруднення ґрунтів». М., МГУ, 2013, С. 31–37.
19. Лукашенко Н. К., Головатий С. Є., Ковалевич З. С., Минкина Т. М. Стійкість рослин ячменю і люпину до забруднення ґрунтів важкими металами // *Ґрунтознавство і агрохімія*. 2013. № 1. С. 38–47.
20. Мамірова Н. А., Кунанбаева Е. М., Асилбекова Б. Ж., Сабденова У. О. Урожайність зразків ячменю різного походження // *Міжнародний журнал прикладних і фундаментальних досліджень*. 2016. № 3–2. С. 287–289; URL: <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=8721> (дата звернення: 21.02.2019).
21. Маркова І. Н. Стимулювання насіння ранніх ярих культур як спосіб підвищення продуктивності / І. Н. Маркова, П. А. Смутнєв, В. Н. Пітоня // *Известия Нижневолзького агроуніверситетського комплексу*. 2014. № 1. С. 12–17.
22. Митрофанов С. В. Основні чинники підвищення врожаю сільськогосподарських культур і його стабільності / Т. Г. Солдатова, Н. Т. Сорокін // *Техніка і обладнання для села*. 2016. № 10. С. 6–8.
23. Митрофанов С. В. Збереження балансу мікроелементів в ґрунті – один з чинників підвищення врожайності / В. Б. Любченко, С. В. Митрофанов, В. С. Нікітін, Н. Б. Горохова // *Інновації в АПК. Збірник статей за матеріалами учасників міжнародної науково-практичної конференції*. М.: Видавництво «Науковий консультант», 2017. С. 183–187.
24. Мерзла Г. Є., Волошин С. П., Литвинський В. А., Понкратенкова І. В. Тривале застосування систем добрива, врожайність культур польової сівозміни та біологічна активність ґрунту // *Високоєфективні системи використання органічних добрив та поновлюваних біологічних ресурсів*. Володимир: ВНПОУ, 2012. С. 92–94.
25. Нещадим М. М. Урожайність озимого ячменю в умовах центральної зони Краснодарського краю / М. М. Нещадим // У збірнику: Наукове забезпечення

- агропромислового комплексу. *Збірник статей за матеріалами ІХ конференції молодих вчених*. 2016, С. 681–685.
26. Нещадим М. М. Урожайність і ефективність виробництва зерна озимого ячменю на чорноземі вилуженої Західного Передкавказзя // *Науковий журнал КубГАУ–Scientific Journal of KubSAU*. 2017. №131. С. 34–45.
27. Нещадим М. М. Урожайність зерна озимого ячменю із застосуванням різних технологій вирощування // *Науковий журнал КубГАУ–Scientific Journal of KubSAU*. 2017. №133. С. 80–88.
28. Нещадим М. М. Урожайність озимого ячменю в умовах Центральної зони Краснодарського краю / Н. Н. Нещадим // В зб. наукове забезпечення агропромислового комплексу. *Збірник статей за матеріалами ІХ конференції молодих вчених*. 2016. С. 681–682.
29. Панкова Т. І. Вплив різних прийомів обробки ґрунту і мінеральних добрив на продуктивність і урожай ячменю / Т. І. Панкова, С. Ю. Шевченко // *Нова наука: проблеми та перспективи*. № 10. 2016. С. 187–190.
30. Пермінова Т. А. Хімічні елементи в ґрунтах Томської області, і оцінка їх токсичного впливу на екосистеми / Т. А. Пермінова; науч. рук. Н. В. Барановська // *Проблеми геології і освоєння надр: Праці XXI Міжнародного симпозіуму імені академіка М. А. Усова студентів і молодих вчених*, Томськ, 3–7 квітня 2017 року. 67 с.
31. Просекін С. Н. Фізико-хімічна модель як спосіб геоекологічного прогнозу і контролю стану навколишнього середовища / С. М. Просекін // *Успіхи науки і освіти*. 2017. № 2. С. 200–208.
32. Репко Н. В. Агродеум – новий сорт дворядного озимого ячменю / Н. В. Репко, Е. С. Бойко, Л. В. Назаренко // *Політематичний мережевий електронний науковий журнал Кубанського державного аграрного університету*. Краснодар: КубГАУ. 2014. № 10 (104). 67 с.
33. Репко Н. В. Біологічні маркери для селекції на морозостійкість озимих форм м'якої пшениці і ячменю / В. К. Плотніков, Я. Ю. Євтушенко //

- Політематичний науковий журнал Куб. ГАУ. Краснодар: КубГАУ. 2014. №10 (104). С. 49.*
34. Репко Н. В. Вплив строків сівби на врожайність нових сортів і ліній озимого ячменю селекції КубГАУ / Н. В. Репко, Е. С. Бойко // *Політематичний мережевий електронний науковий журнал Кубанського державного аграрного університету. Краснодар: КубГАУ. 2014. №95 (01). С. 72.*
35. Романюк, В. І. (2018). Формування високопродуктивних посівів ячменю залежно від факторів інтенсифікації в умовах Лісостепу Правобережного // *Вісник аграрної науки. 2018, №9 (786). С. 79–84.*
36. Середина В. П. Забруднення ґрунтів. Томськ: Національний дослідницький Томський державний університет 2015 г. 346 с.
37. Татаркін С. В. Урожайність сортів озимого ячменю на різних фонах мінерального живлення. / С. В. Татаркін // *Вісник Міч ГАУ, 2011. №1. Ч. 1. С. 136–139.*
38. Татаркін С. В. Економічна ефективність вирощування озимого ячменю в залежності від фонів мінерального живлення. / С. В. Татаркін, А. С. Єрешко, В. Б. Хронюк // *Праці КубГАУ, 2011. – №3 (30). – С. 154–157.*
39. Толмачов М. І. Вплив способів обробітку ґрунту і мінеральних добрив на врожайність і хімічний склад сільськогосподарських культур в сівозміні / Н. І. Толмачов, А. В. Муржінова, М. Н. Іванов // *Фундаментальні дослідження. 2014. № 8. С. 1626–1629.*
40. Холзаков В. М. Економічна та енергетична ефективність вирощування ярих та озимих зернових культур при їх спільному весняному посіві / Холзаков В. М., Семенова О. Л., Калініна О. Л. // *Зб. тр.: Наука, інновації та освіту в сучасному АПК. 2014. С. 171–176.*
41. Шапкун А. В. Стійкість висіваються на півдні України сортів озимого ячменю до збудника карликової іржі // *Збірник тез науково-практичної конференції молодих вчених «Наукове забезпечення АПК», Краснодар, КубГАУ, 26–28 листопада 2013 року. С. 355–357.*

42. Шапкун А. В., Волкова Г. В. Стійкість сортів озимого ячменю до збудника карликової іржі в різні фази розвитку рослини-господаря // «Сучасні світові тенденції у виробництві і застосуванні біологічних і екологічно малонебезпечних засобів захисту рослин». 25–27 вересня 2012, Краснодар: ВНІБЗР, 2012. С. 381.
43. Шешегова Т. К. Реакция нового сорта ячменя Родник Прикамья на применение регуляторов роста растений // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2018. №3 (64). С. 28–34.
44. Dawson, I. K., Russell, J., Powell, W., Steffenson, B., Thomas, W. T., & Waugh, R. (2015). Barley: a translational model for adaptation to climate change. *New Phytol.*, 206 (3), 913–931.
45. Demydov, O. A., Hudzenko, V. M., Sardak, M. O., Ishchenko, V. A., & Demyanyuk, O. S. (2017). Ecological testing of spring barley during the final stage of breeding // *Agroekologičeskij žurnal [Agroecological Journal]*, 4, 58–65.
46. Dikarev, A. V., Dikarev V. G., Dikareva N. S., Geras'Kin S. A. (2014). Analysis of spring barley intraspecific polymorphism in connection with tolerance to lead // С. – х. биол., Сельхозбиология, S-h biol, *Sel-hoz biol*, *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, *Agricultural Biology*. №5 (eng). P. 34–45.
47. Klein, J. & Guimarães, V. F. (2018). Evaluation of the agronomic efficiency of liquid and peat inoculants of *Azospirillum brasilense* strains in wheat culture, associated with nitrogen fertilization // *Journal of Food, Agriculture & Environment*. 16 (1), 41–48.
48. Nishida, H., Ishihara, D., Ishii, M., Kaneko, T., Kawahigashi, H., Akashi, Y., et al. (2015). Phytochrome C is a key factor controlling long-day flowering in barley // *Plant Physiol.* 163, 804–814.
49. Povilaitis, V., Lazauskas, S., Antanaitis, S., Feiziene, D., Feiza, V. & Tilvikiene, V. (2018). Relationship between spring barley productivity and growing management in Lithuania's lowland // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science*. 1. 68, 86–95.

50. Verma, A., Singh, J., Kumar, V., Kharab, A. S., & Singh, G. P. (2017). Non parametric analysis in multi environmental trials of feed barley genotypes. *Int. // J. Curr. Microbiol. App. Sci.*, 6 (6), 1201–1210.
51. Yasnolob I. O., Pysarenko V. M., Chayka T. O., Gorb O. O., PestsovaSvitalka O. S., Kononenko Zh. A., Pomaz O. M. Ecologization of tillage methods with the aim of soil fertility improvement // *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8 (2). P. 280–286.
52. Исаченко А.Г. Ландшафты / А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников. – М.: Мысль, 1989. – 503 с.
53. Гончаренко А.В. География: [учебное пособие для поступающих в ВУЗы] / А.В. Гончаренко, Ю.В. Зайончковский. – Х.: Парус, 2004. – 496 с.
54. Світличний О.О. Основи ерозієзнавства: [підручник] / О.О. Світличний, С.Г. Чорний. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 266 с.
55. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / [за ред. акад. УААН В.В. Медведєва, д-ра с.-г. наук М.В. Лісового]. – Харків: Штрих, 2001. – 100 с.
56. Пилипенко О.І. Системи захисту ґрунтів від ерозії : [підручник] / О.І. Пилипенко, В.Ю. Юхновський, М.М. Ведмідь. – К.: ТОВ «КОВЦ Златояр», 2004. – 436 с.
57. Тараріко О.Г. Комплексна агроекологічна оцінка ландшафтів водозбірних басейнів малих річок / О.Г. Тараріко, І.А. Корчовий, О.М. Фролова // *Агроекологічний журнал*. – 2006. – № 3. – С. 3–7.
58. Тимофеев М.М. Биогенные и технические перспективы формирования устойчивых агроэкосистем / М.М. Тимофеев // *Аграрная наука*, 2008. – № 5. – С. 2–3.
59. Федько О.В. Обґрунтування виведення еродованих земель з орних на консервацію / О.В. Федько // *Вісник аграрної науки*. – 2001. – № 1. – С. 80–81.

60. Юхновський В.Ю. Наукові основи оптимізації лісо аграрних ландшафтів рівнинної частини України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук : спец. 06.03.01 «Лісові культури і фітомеліорація»; спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування і лісова таксація» / В.Ю. Юхновський.
61. Агрокліматичний довідник по Київській області. - К: Укр гідромет, 1959. - 130 с.
62. Андріішин М.В., Сохнич А.Я. Методологічні основи оптимізації охорони природи і землекористування. – Львів: Українські технології, 1998. — 116 с.
63. Белоліпський В.А. Оптимізація структури агроландшафтів / В.А. Белоліпський, Ю.І. Колесников // Вісник аграрної науки. – 2006. – № 8. – С. 61–64.
64. Белоліпський В.А. Комплексне моделювання оцінки екологічного стану агроландшафтів / В.А. Белоліпський, В.О. Греков, А.А.Покотило // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 6 – С.51–56.
65. Бураков В.І. Ґрунтозахисно-меліоративне впорядкування агроландшафту як основний етап культурного агроландшафтогенезу (теоретичне обґрунтування практичної сфери діяльності) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. геогр. наук / В.І. Бураков. – Харків, 1997. – 34 с.
66. Голованов А.И. Ландшафтоведение / А.И. Голованов, Е.С Кожанов, Ю.И. Сухарев. – М.: Колос, 2005. – 216 с.
67. Голубець М.А. Екосистемологія / М.А. Голубець. – Львів: Поллі, 2000. – 316 с.
68. Писаренко В.М. Основні підходи до оптимізації структури агроєкосистем / В.М. Писаренко, А.В. Калініченко, Ю.В. Шмиголь // Агроєкологічний журнал. – 2005. – № 4. – С. 3–6.
69. Противозерозионная организация территории / Л.Я. Новаковский, Д.С.Добряк, А.И. Сизоненко и др.; [под ред. Л.Я. Новаковского]. – К.: Урожай, 1990. – 124 с.

70. Ракоїд О.О. Оптимізація співвідношень угідь як необхідна умова сталого розвитку агроєкосистем / О.О. Ракоїд // Агроєкологічний журнал. – 2005. – № 2. – С. 44–47.
71. Сайко В.Ф. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їх раціональне використання: [методичні рекомендації] / В.Ф. Сайко, В.В. Медведєв, С.Ю. Булигін та ін. – К.: Аграр. наука, 2000. – 38 с.
72. Медведєв В.В. Нормативи утворення і збереження структури ґрунту / В.В. Медведєв // Вісник аграрної науки. – 2010. – № 3. – С. 9–13.
73. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1989. – 503 с.
74. Булигін С. Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів / С. Ю. Булигін. – Київ : Урожай, 2005. – 300 с.
75. Буравльов Є. П. Безпека навколишнього середовища / Є. П. Буравльов. – Київ : Урожай, 2004. – 320 с.
76. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їх раціональне використання : методичні рекомендації / [за ред. В. Ф. Сайка]. – Київ : Аграрна наука, 2000. – 39 с.
77. Добряк Д. С. Теоретичні засади сталого розвитку землекористування у сільському господарстві / Добряк Д. С., Тихонов А. Г., Гребенюк Н. В. – К. : Урожай, 2004. – 136 с.
78. Земельні ресурси України / [за ред. В. В. Медведєва, Т. М. Лактіонової]. – Харків-Київ : Аграрна наука, 1998. – 150 с.
79. Осипчук С. О. Еколого-економічна модель сталого розвитку землекористування України на середньострокову перспективу / С. О. Осипчук // Землеустрій і кадастр. – 2005. – № 1. – С. 45-61.
80. Сохнич А. Я. Проблеми використання і охорони земель в умовах ринкової економіки : [монографія] / А. Я. Сохнич. – Львів : НВФ «Українські технології», 2002. – 252 с.



81. Третяк А. М. Наукові основи економіки землекористування та землевпорядкування / А. М. Третяк, В. М. Другак. – Київ : ЦЗРУ, 2003. – 337 с.