

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ  
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
КАФЕДРА ЗЕМЛЕРОБСТВА, ҐРУНТОЗНАВСТВА ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН**

## **АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

### **Методичні рекомендації**

**до виконання лабораторних робіт та самостійної роботи для  
здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти  
спеціальності 201 “Агрономія” денної та заочної форми  
навчання**

**Кам’янець – Подільський - 2025**

**Укладачі:**

**Валерій ТАРАСЮК** кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та захисту  
рослин

**Лінда ВІТРОВЧАК** доктор філософії, асистент кафедри  
землеробства, ґрунтознавства та захисту рослин

**Рецензенти:**

**Максим КОЗАК** кандидат біологічних наук, доцент кафедри «Біології та  
екології» К-ПНУ ім. Івана Огієнка

**Петро БЕЗВІКОННИЙ** кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
кафедри садово-паркового господарства, геодезії та землеустрою

Розглянуто і схвалено науково-методичною радою Закладу вищої освіти  
«Подільського державного університету (Протокол №\_\_ від \_\_\_\_\_ 2025 р.).

Тарасюк В.А. Вітровчак Л.А. Методичні рекомендації до виконання  
лабораторних робіт та самостійної роботи з навчальної дисципліни  
«Адаптивні системи землеробства» для здобувачів другого (магістерського)  
рівня вищої освіти студентів факультету агротехнологій та  
природокористування денної та заочної форми навчання спеціальності 201  
“Агрономія” – Кам’янець – Подільський : 2025. – 86 с.

Методичні рекомендації розроблено відповідно до навчального плану та  
робочої програми з навчальної дисципліни «Адаптивні системи  
землеробства» з врахуванням сучасних методичних підходів і вимог до  
організації навчального процесу. Рекомендовано для студентів факультету  
агротехнологій та природокористування денної та заочної форми навчання  
спеціальності 201 “Агрономія” освітнього ступеня “Магістр”.

© ЗВО «ПДУ»

## **ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ**

Лабораторні роботи виконуються в аудиторії під керівництвом викладача, що проводить заняття.

Табличний матеріал та рисунки виконуються чітко та старанно чорними або кольоровими олівцями в робочому зошиті.

Від студента вимагається розуміння матеріалу, що подається на лабораторних заняттях, вміти пояснити табличний та текстовий матеріал та формування у магістрів знань і умінь із наукових основ адаптивних систем землеробства, сучасних екологічно безпечних та економічно доцільних заходів агротехніки вирощування і захисту сільськогосподарських культур, проектування раціональних сівозмін, систем ресурсоощадного обробітку ґрунту та протиерозійних заходів, особливостей ведення адаптивних систем промислового, ґрунтозахисного, екологічного, біологічного (органічного) землеробства і землеробства на забруднених територіях. Своєчасно проводити розрахунки за індивідуальним завданням.

При оцінці якості виконання лабораторних робіт викладач враховує старанність, чіткість роботи, відсутність помилок, а також за відповідністю вимогам конкретних лабораторних робіт.

## **ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ (ДЕННА ФОРМА НАВЧАННЯ)**

### ***Лабораторне заняття №1***

**Тема:** Оцінка деградаційних процесів ґрунтового покриву у системі адаптивного землеробства

**Тривалість – 4 год**

**Ціль:** Засвоїти методологію оцінки ступеня прояву ерозійних процесів для розробку адаптивних систем контролю їх інтенсивності у сучасному землеробстві.

**Допоміжні матеріали:** роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики.

**Питання до теми:** 1. Сутність деградаційних процесів ґрунтового покриву та її вплив на типологію систем землеробства.

2. Методика оцінки ступеня розвитку деградації ґрунтового покриву в сучасних системах землеробства.

2. Методичні підходи до оцінки втрат ґрунтового покриву від ерозії.

### ***Теоретична частина***

**Під деградацією ґрунтів** слід розуміти погіршення властивостей родючості і якості ґрунту внаслідок впливу природних або антропогенних факторів. У більш широкому розумінні поняття деградація ґрунтів включає себе як погіршення основних якісних показників родючості без помітних ознак руйнування або зникнення генетичних ознак ґрунтів, так і фізичне руйнування ґрунтових горизонтів аж до втрати ґрунтом не лише своїх функцій як середовища існування, а й повного фізичного зникнення як біокосного природно-історичного тіла.

Останніми роками у зв'язку з катастрофічним скороченням обсягів виробництва й застосування органічних і мінеральних добрив, а також значним обробітком ґрунту глобальних масштабів набула агрохімічна і агрофізична деградації земель, внаслідок яких сильно прогресують такі негативні явища як дегуміфікація, втрата структури ґрунтів та їх переущільнення, що в кінцевому результаті призводить до виснаження ґрунтів на основні поживні речовини.

Найбільш поширеними деградаційними процесами ґрунтового покриву України є ерозія, декальцинація (підкислення), осолонцювання, дегуміфікація, агровиснаження, забруднення радіонуклідами, важкими металами, залишками пестицидів, агрофізична деградація та інші, що призводять до погіршення не тільки екологічного стану ґрунтів, зниження їх родючості, продуктивності сільськогосподарських культур та якості продукції, але й агросфери в цілому.

Стосовно виявлення деградаційних процесів ґрунтового вкриття України проводяться наукові дослідження у багатьох Інститутах НААНУ. У своїх працях акад. В.В. Медведєв із співробітниками (ННЦ «Інститут агрохімії і ґрунтознавства ім. О.Н. Соколовського») виділяють такі типи деградації ґрунтів:

1. **Фізичну** – ерозія, агрофізична деградація (переущільнення, втрата структури), зміна режиму вологості (аридизація – посухостійкість чи гідроморфізм – підтоплення ґрунтів);

2. **Хімічну** – дегуміфікація та забруднення ґрунтів;

3. **Фізико-хімічну** – процеси погіршення властивостей ґрунтів внаслідок проходження різноманітних обмінних реакцій (декальцинація, підкислення, підлуження, осолонцювання);

4. **Біологічну** – комплекс процесів, які призводять до істотної зміни мікробіологічного пулу чи перевтоми ґрунту.

Масштаби основних деградаційних процесів ґрунтового укриття України представлені в таблиці 1.

**Типологія деградацій ґрунтів**

| Тип деградації | Суть процесу, що деградує ґрунт                                                                                                                                                               | Види деградацій                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Фізична        | Руйнування, переміщення, відкладення частинок ґрунту або внутрішнє їхнє перегрупування, спрощення будови і мікробудови ґрунту; негативні зміни водного, повітряного та температурного режимів | Знеструктурення, брилоутворення, пилоутворення, відкладання пилу, кіркоутворення, переущільнення, замулення, намівання, заплівання, асфальтування, абразія, ерозії: водна, повітряна, лінійна, іригаційна, агротехнічна тощо, аридизація |
| Хімічна        | Акумуляція або втрата хімічних елементів та речовин                                                                                                                                           | Забруднення ґрунту твердими, газоподібними і рідкими речовинами природного або техногенного походження, засолення та інші види зрошення; алюмінізація, озалізування, окарбоначення та інші види заосушення                               |
| Фізико-хімічна | Негативні зміни у процесі обміну іонів у колоїдних системах або (та) окисно-відновних умов                                                                                                    | Підкислення, підлуження, осолонцювання                                                                                                                                                                                                   |
| Біологічна     | Негативна трансформація складу і кількості живих організмів, що населяють ґрунт; накопичення токсинів                                                                                         | Дегуміфікація (у т.ч. спрацювання торфовищ), ґрунтовтома                                                                                                                                                                                 |
| Геоекозномалії | Руйнування ґрунтів під дією аномальних геологічних або кліматичних чинників                                                                                                                   | Сейсмічність, неотектонічні рухи земної кори, селі, снігові лавини, осипи, вітровали, мочари, зсуви, карст, поди, соляні купола, підтоплення                                                                                             |

**Оцінку ступеня деградації ґрунтів проводять трьома шляхами, а саме:**

1. Порівнюючи деградований ґрунт з еталоном. Еталон – це значення певного показника або параметр, характерний для цілинних ґрунтів, сформованих у типових для цієї місцевості умовах;

2. Порівнюючи параметри ґрунтів, що досліджуються, з аналогічними фоновими параметрами. Фон – це середнє значення певного показника, характерне для недеградованих ґрунтів вибраної території.

3. За абсолютними показниками якості ґрунту (незважаючи на природні властивості ґрунтів), використовуючи розроблені та стандартизовані нормативи якості ґрунтів.

**Таблиця 2. Поширення деградації ґрунтів в Україні  
(за В.В. Медведєвим, Т.Н. Лактіоною, Н.М. Бреус)**

| Тип деградації                                           | Ступінь деградації,<br>% від загальної площі |          |         |        |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------|---------|--------|
|                                                          | легкий                                       | середній | сильний | всього |
| Втрата гумусу і поживних речовин                         | 12                                           | 30       | 1       | 43     |
| Переуцільнення                                           | 10                                           | 28       | 1       | 39     |
| Замулення і кіркоутворення                               | 12                                           | 25       | 1       | 38     |
| Площинна водна ерозія                                    | 3                                            | 13       | 1       | 17     |
| Водна ерозія, утворення ярів                             | 0                                            | 1        | 2       | 3      |
| Побічна дія водної ерозії (замулення водоймищ та ін.)    | 1                                            | 1        | 1       | 3      |
| Підкислення                                              | 5                                            | 9        | 0       | 14     |
| Заболочування                                            | 6                                            | 6        | 2       | 14     |
| Забруднення радіонуклідами                               | 5                                            | 6        | 0,1     | 11,1   |
| Вітрова ерозія, втрати верхнього шару ґрунту             | 1                                            | 9        | 1       | 11     |
| Забруднення пестицидами та іншими органічними речовинами | 2                                            | 7        | 0,3     | 9,3    |
| Забруднення важкими металами                             | 0,5                                          | 7        | 0,5     | 8      |
| Засолення, підлугування                                  | 1                                            | 3        | 0,1     | 4,1    |
| Зниження рівня земної поверхні                           | 0,05                                         | 0,15     | 0,15    | 0,35   |
| Деформація земної поверхні вітром                        | 0,04                                         | 0,23     | 0,08    | 0,35   |
| Аридизація ґрунту                                        | 0,04                                         | 0,18     | 0       | 0,21   |

**Експертна оцінка розповсюдження деградаційних процесів  
(на орних землях України)**

| Суцільне                                                                                                                                            | Регіональне<br>(окремі масиви)                                                                                                        | Локальне<br>(імпактне)                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Дегуміфікація<br>(включаючи спрацювання торф'яних ґрунтів)<br>Знеструктурення<br>Переуцільнення (орного шару у рівноважному стані і підорного шару) | Ерозія<br>Забруднення (радіонуклідами)<br>Кіркоутворення<br>Брилоутворення<br>Осолонцювання<br>Засолення<br>Підкислення<br>Підлуження | Забруднення (важкими металами)<br>Замулення<br>Намивання<br>Алюмінізація<br>Озалізнєння<br>Окарбоначення<br>Ґрунтовтома<br>Ґеоєкоаномалії |

**Таблиця 3. Характеристика найпоширеніших видів антропогенної деградації ґрунтів(О.Ф. Гнатенко, М.В. Капшик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвіцький, 2005)**

| Причина деградації                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Показники погіршення властивостей ґрунтів                                                                                                                                                                                 | Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Водна ерозія</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Нераціональна господарська діяльність (повсюдне розорювання земель, вирубка лісів, інтенсивний випас худоби, промислове будівництво та ін.); прямолінійна організація території, застосування на Схилових землях рівнинної агротехніки (полицевої оранки, обробітку і посівів вздовж схилів, вирощування просапних культур) | Змив верхнього шару ґрунту; втрати дрібнозему; зменшення ґрунтової товщі; втрати гумусу і поживних речовин; несприятливі зміни структурного, мікроагрегатного та гранулометричного складу; падіння потенційної родючості. | Поява на поверхні ґрунту вимойн, розмивів, ярів; зменшення або повна втрата верхнього гумусовоакумулятивного горизонту; вкорочення профілю; наближення до поверхні внутріґрунтових горизонтів; освітлення, побуріння верхнього генетичного горизонту. |
| <b>Дефляція</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Повсюдне розорювання земель, невідповідність Способів обробітку і технологій вирощування сільськогосподарських культур, тривалий час відсутність рослинності, переосушення земель, втрата Ґрунтами протиерозійної Здатності (дегуміфікація, розпилення структури).                                                          | Знесення вітром дрібнозему, зменшення ґрунтової товщі, зміни мікроагрегатного гранулометричного складу ґрунтів, втрати гумусу і поживних речовин, падіння родючості, утворення наносів дрібнозему і похованих ґрунтів.    | Вкорочений ґрунтовий профіль, зменшення або повна втрата верхнього гумусового і перехідних горизонтів, наявність наносів дрібнозему.                                                                                                                  |

| Дегуміфікація                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Недостатнє внесення органічних добрив; інтенсивний обробіток ґрунту; необґрунтоване поглиблення орного шару; відчуждження з поля нетоварної частини врожаю; Внесення високих норм фізіологічно-кислих добрив; підсилення процесів ерозії та дефляції; Структура посівних площ; недостатні площі посівів багаторічних трав і ін. | Зменшення вмісту і запасів гумусу в ґрунті; зниження протиерозійної стійкості, падіння потенційної ефективної родючості.                                                                                                   | Освітлення верхнього гумусовоакумулятивного горизонту; розпилення структурних окремоостей; ущільнення ґрунту.                                                                                                        |  |
| Кислотна деградація (декальцинація)                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |  |
| Випадання кислих атмосферних опадів; довгострокове внесення фізіологічно кислих мінеральних добрив; низький рівень застосування органічних добрив та хімічних меліорантів.                                                                                                                                                      | Зміни у складі ґрунтового вбирного комплексу; підвищення вмісту обмінних катіонів $H^+$ та $Al^{3+}$ ; втрати гумусу; зниження рН ґрунту.                                                                                  | Освітлення верхнього горизонту ґрунту; поява борошнистої крем'янки на структурних окремоостях; зниження лінії скипання від 10% HCl.                                                                                  |  |
| Вторинне осолонцювання                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |  |
| Тривале зрошення слабомінералізованими лужними водами, які містять вільну соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію у Сольовому складі.                                                                                                                                                  | Содонагромадження (карбонати та бікарбонати натрію і магнію); зміни в складі увібраних катіонів; накопичення обмінного натрію; втрати гумусу; підвищення рН ґрунту.                                                        | Освітлення верхнього горизонту; поява брилистості, злитизація горизонтів; підвищення щільності та твердості ґрунту, здатності до набрякання і прилипання; поява глянцеви́х плівок по гранях структурних окремоостей. |  |
| Вторинне засолення                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |  |
| Підняття рівня Мінералізованих підґрунтових вод вище критичного; полив мінералізованими водами.                                                                                                                                                                                                                                 | Соленнагромадження (сульфати і хлориди натрію, магнію, кальцію).                                                                                                                                                           | Вицвіті солей на поверхні ґрунту або поверхні структурних окремоостей; утворення ґрунтової кірки та брилистої структури.                                                                                             |  |
| Агрофізична деградація                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |  |
| Повсюдне застосування глибокої полицевої оранки без врахування генетичних особливостей ґрунтів; застосування важкої техніки; колісних тракторів на сільськогосподарських роботах; недостатня кількість органічних добрив; порушення технологій вирощування сільськогосподарських культур.                                       | Втрата агрономічно-цінної структури; розпилення ґрунту; утворення плужної підшви; зниження водопроникності; ущільнення ґрунту; погіршення водно-повітряного режиму; зменшення протиерозійної здатності; зниження родючості | Поява брилистості; наявність плужної підшви; підвищена щільність орного шару; застоювання води на поверхні ґрунту після опадів; утворення кірки.                                                                     |  |

| Підтоплення прісними водами (заболочування)                                         |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Підтоплення земель; підняття рівня прісних підґрунтових вод вище критичних значень. | Збільшення вологонасиченості ґрунтів; оглеєння генетичних горизонтів; оторфовування рослинних решток; розвиток відновних процесів.                                                           | Високий рівень підґрунтових вод; застоювання води на поверхні ґрунту; злитизація; поява ознак оглеєння генетичних горизонтів; утворення оторфованого горизонту на поверхні ґрунту. |
| Забруднення важкими металами                                                        |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                    |
| Забруднення навколишнього середовища промисловими Викидами і відходами.             | Нагромадження в ґрунтах важких металів; втрати гумусу; погіршення агрегатного стану ґрунтів; водного і повітряного режимів; падіння біологічної активності; втрата протиерозійної здатності. | Наявні руйнування ґрунтових агрегатів; розпилення ґрунтів.                                                                                                                         |

### Діагностичні критерії деградації ґрунтів

Для вибору найбільш ефективних заходів поліпшення чи підтримання властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень необхідно визначити ступінь їх деградації. З цією метою використовують діагностичні критерії ступеня деградації (табл. 4).

**Таблиця 4. Діагностичні критерії ступеня деградації ґрунтів**  
(О.Ф. Гнатенко, М.В. Капшик, Л.Р. Петренко, С.В. Вітвіцький, 2005)

| Показники                                      | Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, % |                                                 |                                   |                                            |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------|
|                                                | Слабка,<br>до 10                              | Середня,<br>10–50                               | Сильна,<br>50–90                  | Повна,<br>90–100                           |
| Водна ерозія і дефляція                        |                                               |                                                 |                                   |                                            |
| Відсутні генетичні<br>Горизонти                | змито або дефльовано 1/2 Н чи НЕ              | змито або дефльовано понад 1/2 або весь Н чи НЕ | Н, НР чи НЕ, Е і частково Ph чи І | змито або дефльовано Н, НР, Ph чи НЕ, Е, І |
| Дегуміфікація                                  |                                               |                                                 |                                   |                                            |
| Зменшення вмісту Гумусу, % від вихідного       | до 20                                         | 20–40                                           | 40–60                             | > 60                                       |
| Вторинне підкислення                           |                                               |                                                 |                                   |                                            |
| рН <sub>КСІ</sub>                              | 5,5–5,0                                       | 5,0–4,5                                         | 4,5–4,0                           | < 4,0                                      |
| НГ, мг-екв на 100г ґрунту                      | 3–4                                           | 4–5                                             | 5–6                               | >6,0                                       |
| Сума увібраних катіонів, мг-екв на 100г ґрунту | 20–15                                         | 15–10                                           | 10–5                              | < 5                                        |

| Агрофізична деградація                                                                                                                   |         |         |          |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|----------|--------|
| Структурно-агрегатний склад,<br>%, повітряно-сухі<br>Агрегати розміром<br>0,25–10 мм<br>водостійкі агрегати<br>розміром понад 0,25<br>мм | 75–60   | 60–50   | 50–30    | < 30   |
|                                                                                                                                          | 45–35   | 35–25   | 25–15    | < 15   |
| Рівноважна щільність,<br>г/см <sup>3</sup><br>піщані та супіщані<br>суглинкові та<br>глинисті                                            | 1,4     | 1,4–1,6 | 1,6–1,8  | >1,8   |
|                                                                                                                                          | 1,3     | 1,3–1,5 | 1,5–1,7  | >1,7   |
| Водопроникність за<br>першу годину, мм                                                                                                   | 100–50  | 50–30   | 30–10    | < 10   |
| Забруднення важкими металами                                                                                                             |         |         |          |        |
| Валовий вміст<br>Металів, мг на кг<br>грунту                                                                                             |         |         |          |        |
| Кадмій                                                                                                                                   | 1–2     | 2–5     | 5–10     | > 10   |
| Нікель                                                                                                                                   | 100–150 | 150–300 | 300–600  | > 600  |
| Цинк                                                                                                                                     | 150–200 | 200–500 | 500–1000 | > 1000 |
| Мідь                                                                                                                                     | 100–150 | 150–250 | 250–500  | > 500  |
| Свинець                                                                                                                                  | 100–150 | 150–500 | 500–1000 | > 1000 |
| Ртуть                                                                                                                                    | 1–2     | 2–5     | 5–10     | > 10   |

### Основні напрями боротьби із деградаційними процесами

**Профілактичний** – заходи щодо попередження розвитку деградаційних процесів на недеградованих і слабкодеградованих ґрунтах (протиерозійне облаштування території, конструювання екологічно-сталіх агроландшафтів, нормування навантаження на ґрунти);

**Оперативний** – заходи щодо попередження розвитку деградації ґрунтів, що здійснюються постійно в процесі їх використання (дотримання розроблених норм та правил щодо технологій обробітку ґрунту, якості та кількості зрошуваних вод, якості і технологій внесення добрив, меліорантів та інших агрохімікатів, упровадження протиерозійних заходів, ґрунтозахисних сівозмін, тощо).

**Регенеративний** – заходи відтворення деградованих і порушених земель (виведення малопродуктивних земель із ріллі, консервація та рекультивація земель, детоксикація забруднених ґрунтів, розсолоння вторинно-засолених ґрунтів).

## Дослідження втрат ґрунту внаслідок водної ерозії

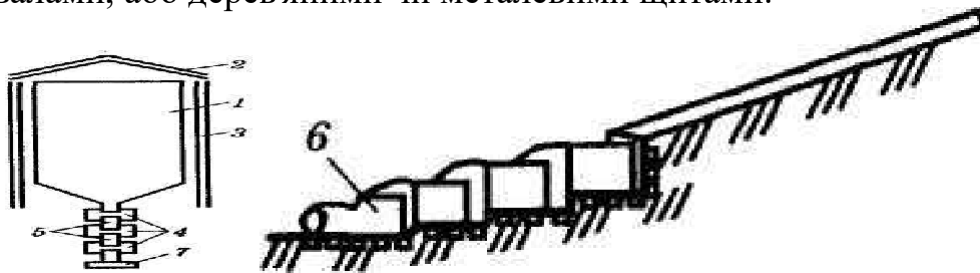
В Україні **водна ерозія** проявляється на площі 13,5 млн. га. Це руйнування поверхні ґрунту під впливом падаючих крапель дощу або стікаючої води із схилів. Інтенсивність ерозії залежить від певних факторів: рельєфу території, величини дощів, протиерозійної стійкості ґрунту, а також ступеня розораності схилів. Основними причинами процесів змиву ґрунту є порушення протиерозійної організації території, знищення полезахисних лісових смуг, надмірна розораність земель, дегуміфікація.

За даними акад. В.Ф. Сайко (2002) щорічні збитки від ерозії сягають 15–18 млрд. грн., а недобір зерна в середньому становить 7–8 млн. т.

### Визначення змиву ґрунту методом стокових майданчиків

Найпоширенішим методом визначення втрат ґрунту від водної ерозії є метод стокових майданчиків, запропонований В.М. Соболевим.

Стоковий майданчик (рис. 1) – це певна територія ділянки на схилі, що має довжину і ширину та ізольована від іншої частини схилу земляними валами, або дерев'яними чи металевими щитами.



**Стоковий майданчик:**

1 – стоковий майданчик; 2 – вловлювальні канави; 3 – загороджувальні канави; 4 – відстійники; 5 – водовідливи; 6 – розділювальний лоток; 7 – водозбірна посудина.

Для обліку твердого стоку (змиву ґрунту) внизу майданчика споруджують відстійники (у яких осідають грубі наноси), водозливи (на яких враховують загальний стік води) і розділювальний лоток, який відводить невелику, визначену частину потоку води із завислими в ній частинками ґрунту у спеціальний приймач.

### Хід роботи.

Масу змитих часточок визначають шляхом зважування. Для цього відстійники очищають від ґрунту після кожного дощу або танення снігу. Коли відома маса посудини з водою і ґрунтом  $P_{Г.В.}$ , маса порожньої посудини  $P$ , маса посудини з водою  $P_В$  і щільність твердої фази ґрунту  $D_T$ , то різниця між  $P_{Г.В.} - P_В$  є масою абсолютно сухого ґрунту у посудині  $P_Г$  за відніманням маси води  $P_1$ , яка міститься у ґрунті за умови заповнення всіх пор водою:

$$P_{Г.В.} - P_В = P - P_1$$

Знаючи, що маса ґрунту дорівнює добутку об'єму на його питому масу, знайдемо:

$$P_Г = V D_T, \text{ а } P_1 = V D_В,$$

де  $V$  – об'єм твердої фази ґрунту, що дорівнює об'єму води;  $D_В$  – густина води.

Підставивши ці значення у рівняння, знаходимо:

$$P_{Г.В} - P_B = V D_T - V D_B, \text{ звідси}$$

$$P_{Г.В} - P_B = V (D_T - D_B), \text{ тоді}$$

$$V = \frac{P_{Г.В} - P_B}{D_T - D_B}$$

Оскільки густина води  $D_B$  за температури  $4^\circ\text{C}$  дорівнює  $1 \text{ г/см}^3$ , формула для визначення об'єму твердої фази ґрунту така:

$$V = \frac{P_{Г.В} - P_B}{D_T - 1}$$

Маса змитого ґрунту в цьому зразку дорівнюватиме:

$$P_3 = DV$$

Підставивши значення  $V$  у цю формулу, отримаємо:

Крім того обчислюють такі показники:

1. Масу ґрунту, змитого із стокового майданчика. Якщо в об'ємі розділювального лотка  $A \text{ см}^3$  міститься  $B \text{ г}$  сухого ґрунту, то в загальному об'ємі стоку  $C \text{ см}^3$  буде міститися  $X \text{ г}$  твердого стоку (сухого ґрунту).

Звідси

$$X = \frac{B C}{A}$$

$$A(\Gamma)$$

1. Загальну масу змитого ґрунту з облікової площі  $P_{Г.П}$ . Вона дорівнює масі ґрунту у відстійниках  $P_{Г.ВС}$  плюс маса ґрунту, змитого рідким стоком  $X$ :  $X =$

3. Масу ґрунту, змитого з 1 га ріллі  $P_3$ . Якщо з облікового майданчика  $S_M$  було змито  $P_{Г.П} \text{ г (кг)}$  ґрунту, то з 1 га ріллі  $S$  буде змито  $P_{Г.Г}$  ґрунту. Звідси

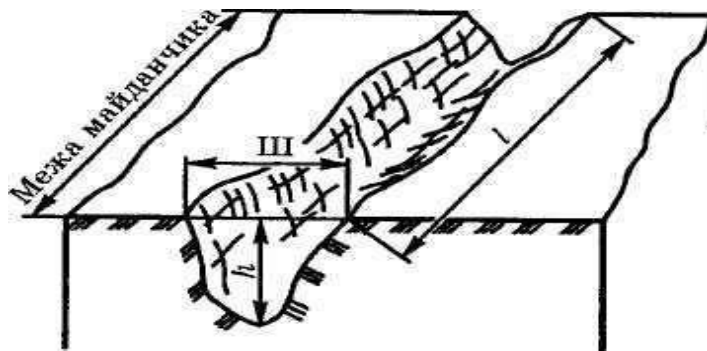
$$P_{Г.Г} = \frac{S P_{Г.П}}{S_M}$$

**Облік змиву ґрунту від водної ерозії за об'ємом водоріїн за В.М. Соболевим**

Уздовж схилу закладають пронівельований профіль таким чином, щоб він перетинав горизонти по можливості під прямим кутом. На ньому закладають облікові майданчики  $1 \text{ м}$  завширшки і  $25\text{--}100 \text{ м}$  завдовжки довгими сторонами вздовж горизонталей (перпендикулярно до напрямку схилу) так, щоб вони охоплювали всі частини схилу. Відстань між обліковими майданчиками на рівних (однорідних) схилах  $50 \text{ м}$ , на перегінах схилів  $20\text{--}25 \text{ м}$ .

На виділених майданчиках після танення снігу і сильних злив вимірюють глибину  $h$  і ширину  $L$  кожної промоїни (водоріїни) з точністю до  $0,5 \text{ см}$  (рис. 2). Розраховують площу поперечного перерізу водоріїни і об'єм змитого ґрунту (на обліковій довжині промоїни).

## АГРОЛАНДШАФТ



**Схема замірів водоріїн**

Об'єм змитого ґрунту ( $V$ ) на кожному обліковому профілі обчислюють за формулою:

$$V = \frac{Lh}{2} l (\text{см}^2)$$

де  $l$  – довжина водоріїни на обліковому профілі, 1 м (100 см),  $L$  – ширина водоріїни, м або см,  $h$  – глибина, м або см.

Об'єм змитого ґрунту між профілями визначають по кожній водоріїні, а загальний змив ґрунту з облікової площі – як суму між усіма обліковими профілями. Отримані результати перераховують на 1 га ріллі в метрах квадратних або тоннах і оцінюють за шкалою (табл. 5).

**Таблиця 5. Шкала інтенсивності втрат ґрунту внаслідок водної ерозії (М.К. Шикіула та ін.)**

| Інтенсивність втрат ґрунту, т/га за рік                          | Оцінка ерозії        |
|------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Менша за швидкість ґрунтоутворення, що становить 2-3 т/га за рік | Ерозія відсутня      |
| 3–6                                                              | Слабка ерозія        |
| 6–12                                                             | Середня ерозія       |
| 12–24                                                            | Сильна ерозія        |
| 24–60                                                            | Дуже сильна ерозія   |
| Понад 60                                                         | Катастрофічна ерозія |

Окрім лінійної (яружної) ерозії існує також і **площинна ерозія**, тобто зменшення потужності ґрунту на схилових агроландшафтах.

Небезпеку від такої ерозії ( $S$ ) визначають за формулою:

$$S = \frac{H}{P}$$

де  $H$  – потужність генетичного горизонту ґрунту, т/га;  $P$  – змив ґрунту за рік, т/га.

Величина  $S$  вказує, за скільки років горизонт  $H$  буде втрачений. Нормування ерозійної небезпеки ґрунтів здійснюють за даними (табл. 6).

**Таблиця 6.. Нормування ерозійної небезпеки**

| Значення S,<br>років | Ступінь небезпеки<br>ерозії ґрунту | Характеристика ступеня<br>небезпеки від ерозії                                        |
|----------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| > 1000               | 1                                  | Небезпека від ерозії ґрунту відсутня                                                  |
| 600                  | 2                                  | Виявлено початок еродування ґрунту                                                    |
| 300                  | 3                                  | Передкризовий стан ґрунту<br>Ерозійні процеси реально загрожують<br>збереженню ґрунту |
| 150                  | 4                                  | Кризовий стан ґрунту<br>Відбувається прискорене зменшення потужності ґрунту           |
| < 150                | 5                                  | Катастрофічний стан ґрунту                                                            |

### **Визначення втрат ґрунту від ерозії і дефляції методами фітоіндикації за В.І. Тарасовим**

Методи фітоіндикації ґрунту ґрунтуються на тому положенні, що кожен вид рослин, особливо у агроландшафтах являється своєрідним природним репером, який має інформацію про ерозійні і дефляційні процеси впродовж свого віку. Так, на території сільськогосподарських підприємств України створені системи захисних лісових насаджень, землі с.-г. призначення поділені на клітини полів, а це являється основою, на якій можна виконувати моніторинг втрат ґрунту з полів. Лісосмуги у цьому випадку є контрольними створами, у яких впродовж їх віку формуються контури відкладень ґрунту.

На цьому побудований метод визначення еродованості ґрунтів за потужністю наносів дрібнозему у лісосмугах (Методики і нормативи обліку прояву і небезпеки ерозії ... 2000). Даний метод дає змогу визначити не тільки інтенсивність однієї (останньої) пилової бурі, але і всіх бур, які були за час існування лісосмуги, тобто визначити загальний ступінь еродованості ґрунту на навітряному полі. Для цього обирають поле, яке захищене лісосмугами навітряного та завітряного боків, щільної конструкції і віком від 25 і більше років, в яких, особливо на завітряному узліссі чітко видно наноси дрібнозему. Поперек лісосмуги на характерній ділянці прокладається ствір через неї до узлісся і далі на повітряне поле на 10-15 м. На обох узліссях (біля крайнього рядку дерев, або в ньому) виконуються ґрунтові розрізи, в яких визначаються основні морфологічні горизонти до другого перехідного.

В розрізах видно, що над горизонтом Н існує насипаний шар, який майже завжди визначається тим, що між ним і засипаним горизонтом Н існує тонкий прошарок з останців лісової підстилки або войлоку трав'янистої рослинності товщиною від 1-2 мм і більше на вертикальній стінці розрізу. Треба заміряти товщину нанесеного шару з точністю до 1 мм в 3-4 місцях і записати до журналу. Туди також записують глибину горизонтів Н і Н<sub>p</sub> (Н<sub>pі</sub>).

Далі вибирається точка на наміченому створі, де наноси дрібнозему найбільші і на цьому місці викопується третій розріз з такою ж глибиною – до другого генетичного горизонту. Слід уважно стежити, щоб не проминути в ньому всі прошарки між можливими наносами, які відкладені в минулі роки. Їх може бути 2 і більше. Наявність їх визначається за прошарками

останців лісової підстилки та войлоку (буруватого кольору розмиті горизонтальні смужки з листяними та трав'янистими рештками), а також по кольору, структурі та щільності насипаного ґрунту. Всі еолові наноси утворюють, як правило, перевернутий профіль, чи частину його з того ґрунту, з якого він здутий. Таким чином, нижня частина його складається частіше з надутого гумусового горизонту чорного або темно-сірого кольору, далі після сильних бур починають відкладатись перехідні горизонти, більш освітлені. Структурний склад наносів відповідає структурі неораних відповідних генетичних горизонтів. Однак і в чорноземах звичайних та південних може виникати не тільки зерниста, а горіховидна і горохувата структура. В наносах, які утворені з перехідних і елювійованих горизонтів, щільність складення досягає до 1,26-1,35 г/см<sup>3</sup>.

При описі профілю відмічаються товщина кожного окремо виділено нанесеного шару, його колір, структурний склад, щільність, а також наявність прошарків між наносами різних років. В дослідному господарстві ЛПАПВ даний метод використали в сполученні з геометричним нівелюванням впоперек лісосмуги, розташованої з навітряного боку поля з довжиною пилосбірної площі понад 800 м. Результати показали, що впродовж віку лісосмуги (23 роки) під її пологом сформувався хвилеподібний мікрорельєф з наносів дрібнозему (рис. 3).



Рис.3. Профіль поверхні ґрунту поперечників крізь полезахисну лісосмугу

— — — — — поверхня ґрунту в лісосмузі на момент 2009 р.

— — — — — поверхня ґрунту в лісосмузі на момент 1986 р.

При цьому з поля впродовж віку лісосмуги виносилось під дією східних вітрів 1,5 т/га кожен рік. Лісосмуга розташована вздовж схилу крутизною 2°, її ширина становить 15 м, а на східному узліссі розташована польова дорога (на східному узліссі спостерігаємо зниження сучасної поверхні ґрунту). Завдяки такому розташуванню лісосмуги в міжряддях у перші роки після створення лісосмуги мав місце обробіток ґрунту і невеликий змив, переважно у міжряддях, що і придало хвилястість мікрорельєфу.

Даний метод дає позитивні результати для визначення характеру і величини ерозійних і дефляційних процесів за довготривалий термін. Для щорічного моніторингу дефляційних процесів можна використати метод визначення видутого ґрунту за кількістю дрібнозему накопиченого в опаді лісосмуг, які розташовані на підвітряному боці полів, з урахуванням площі пилосбору.

Оскільки полезахисні лісосмуги являються бар'єрами на шляху повітряних мас, то більша частина винесеного з полів дрібнозему відкладається під їх пологом. Акумуляуючим субстратом при цьому є лісовий

опад. Кожній лісосмузі відповідає та або інша пилосбірна площа з боку дефляційно -небезпечних вітрів. Для визначення кількості винесеного з полів дрібнозему використовується система лісових насаджень як система контрольних створів.

У кожному створі періодично виконується відбір зразків лісового опаду не менше як у п'яти повтореннях, розмірами не менш, ніж 25х25 см. Далі з зразків відмивається твердий осад, який спочатку перераховується на одиницю площі, а потім на всю площу лісосмуги. Втрати ґрунту від дефляції з прилеглого з боку шкідливих вітрів поля розраховують за формулою:

$$B = d \times S_{\text{л}} / S_{\text{п}}$$

де  $B$  – витрати дрібнозему з поля, т/га;

$d$  – відкладення дрібнозему на одиницю площі в лісосмузі, т/га;

$S$  – площа лісосмуги, га;

$S$  – площа поля з боку дефляційно-небезпечних вітрів, га.

Залежно від мети досліджень відбір зразків виконується у різні терміни. Для визначення кількості перенесеного з поля дрібнозему у зимово-весняний період виконується відбір зразків осіннього опаду і у квітні-травні наступного року, при визначенні кількості перенесеного дрібнозему за вегетаційний період, відбір зразків виконується з початку і в кінці вегетаційного періоду, різниця між даними твердого осаду в указаних строках визначить кількість винесеного з поля дрібнозему за цей період.

В старих насадженнях можна визначити відкладення пилу в лісовому опаді за багаторічний період. Для цього необхідно визначити вік лісового опаду будь-яким із існуючих методів з використанням високоточних приборів або розробити найбільш надійний і простий метод. При відсутності даних, можна приймати вік лісового опаду в насадженнях понад 40 річного віку в середньому 3-5 років.

За лісосмугами більш стабільним фоном являються кормові угіддя і багаторічні трави. При спостереженні за змивом ґрунту в них важко визначити систему водоріїн і зробити заміри.

Основою методу фіто індикації улаштування контрольних профілів уперек тальвегу, через визначені відстані в залежності від розмірів улоговини, частіше за все, через 25 або 50 м. На цих профілях за допомогою розкопок визначається глибина старих вузлів кушення трав від вододілу до вододілу не менш як у 10 точках. Еталоном служить глибина вузла кушення на вододільних ділянках кожного профілю. Глибини вузлів кушення на схилах улоговин визначеної експозиції порівнюються з аналогічними показниками на прилеглих вододілах. Різниця між указаними величинами на різних точках профілю визначає змив або відкладення дрібнозему на водозборі улоговини за період функціонування кормових угідь.

Цим способом були виконані дослідження на кормових угіддях протиерозійного комплексу в колишньому дослідному господарстві Інституту охорони ґрунтів «Ударник». Результати показали, що за період функціонування кормових угідь (8 років) з одного га при крутизні схилу 3–5° щорічно змивалось 1,51 т.

#### **Дослідження втрат ґрунту внаслідок вітрової ерозії**

Руйнування (видування) ґрунту під впливом вітру називають **вітровою ерозією** або **дефляцією**. Досить часто вітрова ерозія – це **пилові бурі** (колисила вітру перевищує 25 м/с). Сила вітру, структурно-агрегатний гранулометричний склад ґрунту, вологість і стан поверхні ґрунту, вплив антропогенного фактора – основні складові, від яких залежить інтенсивність вітрової ерозії.

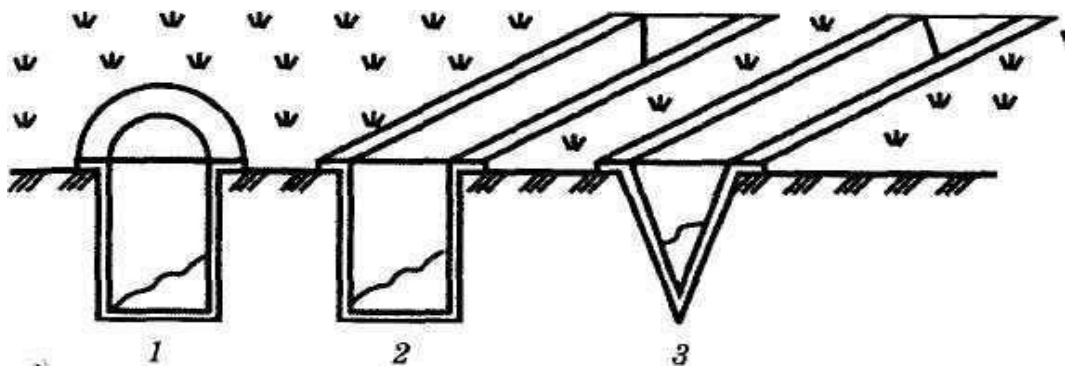
## Кількісні методи обрахунку втрат ґрунту внаслідок вітрової ерозії

Часточки ґрунту, які зазнали впливу вітрової ерозії, переносяться трьома шляхами:

1. Перекочуванням або ковзанням по поверхні ґрунту;
2. Переміщенням стрибкоподібно;
3. Перенесенням у завислому стані повітрям.

Відповідно до способів перенесення часточок розроблено прилади для кількісного обліку знесеного ґрунту вітром.

Для обліку часточок, що перекочуються по поверхні ґрунту застосовують метод вловлювання. **Вловлювач-циліндр** є металевим циліндром, який встановлюють таким чином, щоб його краї були на одному рівні з поверхнею ґрунту (рис. 4). **Вловлювач-кювет** – це довгий ящик з прямокутним або трикутним поперечним перерізом (рис. 8).

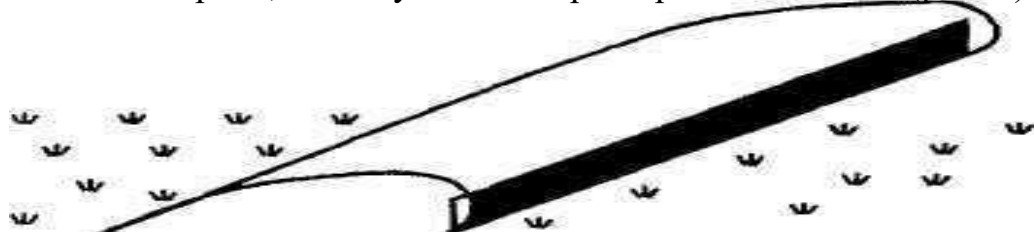


*Рис.4. Вловлювачі ґрунту:*

*1 – вловлювач-циліндр; 2-3–вловлювачі-кювети*

У попередньо викопану канавку перпендикулярно до напрямку вітру встановлюють вловлювачі, краями на одному рівні з поверхнею ґрунту. Ґрунтові часточки, які перекочуються по поверхні ґрунту, потрапляють у вловлювачі і заповнюють їх. Після припинення пилової бурі або при зміні напрямку руху вітру вловлювачі очищають від ґрунту і зважують. Якщо відома площа вловлювачів і маса ґрунту, який у них зібрався, визначають кількість знесеного вітром ґрунту. Розрахунок спочатку проводять на площу вловлювача, а потім на 1 га поля (в тоннах або кубічних метрах).

Також облік втрат ґрунту, що перекочується по його поверхні, можна проводити за допомогою **пиловловлювача Дюніна**, що має вигляд аеродинамічного крила, в якому є щілина розміром 20×100 мм (рис. 5).



*Рис.5. Пиловловлювач Дюніна*

Всередині крила є місце для збирання пилу. Крило вдавлюють у ґрунт таким чином, щоб нижній край щілини перебував на рівні поверхні ґрунту. Потім на певний період часу відкривають щілину. Дослідження проводять

при швидкості вітру 7–8, 8–10, 10–14 і 14 м/с. Час спостереження – 15, 10, 7 і 5 с. Зібраний у пиловловлювачі ґрунт зважують, проводять перерахунок на площу приймальної щілини, а потім – на 1 га ріллі з урахуванням тривалості експозиції приладу і пилової бурі.

#### **Негативні екологічні наслідки в агросфері через прояви дефляції:**

видування ґрунту і засипання дрібноземом культурних земель;  
втрати органічної речовини і елементів живлення;  
погіршення фізичних властивостей ґрунтів та зниження їх  
родючості;

зменшення орних площ, сіножатей і пасовищ;  
загибель посівів та зниження врожаю культур.

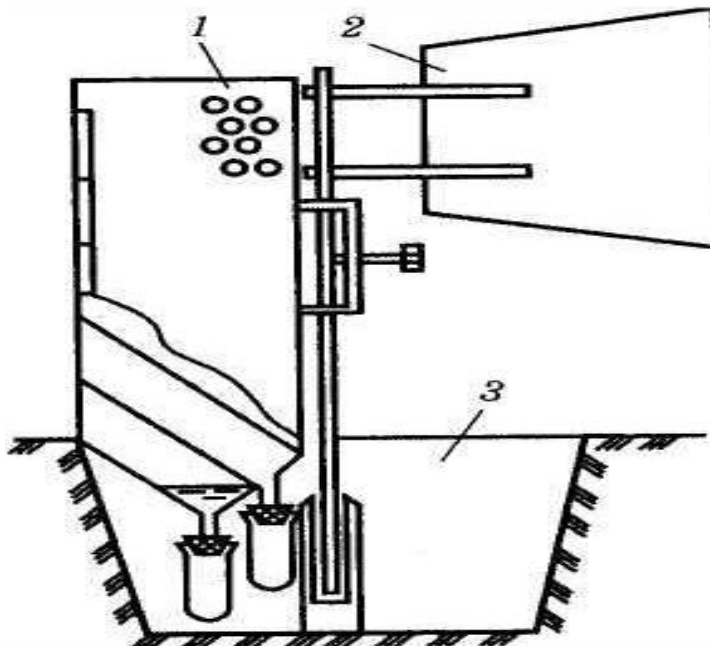
Серед основних заходів захисту ґрунтів від ерозії є **лісомеліоративні насадження**, як заходи постійної дії. Вони є багатофункціональними за своїми властивостями, оскільки послаблюють силу вітрів і поліпшують мікроклімат полів, сприяють снігозатриманню і перешкоджають здуванню снігу у гідрографічну мережу, затримують і регулюють стік талих і зливових вод, перетворюють у кращу сторону гідрологічний режим території і підвищують вологість ґрунту на полях, захищають ґрунти від змиву і розмиву, а також дефляції, створюють стійкі форми агроландшафту, які є направляючими для проведення обробки ґрунту і посіву сільськогосподарських культур. Комплекс протиерозійних лісових насаджень утворюють вітроломні та водорегулюючі позахисні лісові смуги, розташовані з урахуванням рельєфу місцевості та основного напрямку пануючих вітрів; прибалкові, приружні та прибережні лісові смуги; суцільні та куртинні лісові насадження на сильноеродованих, деградованих та інших непридатних для сільськогосподарського виробництва землях.

#### **Облік знесеного вітром ґрунту за методом Годунова**

Втрати ґрунту завдяки дефляційним процесам визначають за допомогою вловлювачів, зокрема пиловловлювача Годунова. Він складається із металевого циліндра-пиловловлювача, який може повертатися залежно від напрямку вітру, нерухомого пилозбірника (вловлювача) і флюгера. В пиловловлювачі з одного боку розміщена приймальна щілина розміром 30×150 мм, а з другого боку – вихідне вікно 80×130 мм, закрите густою металевою сіткою. Зверху пилозбірник має опорну пластинку, а в центрі – стрижень, на якому розміщено трубчасту вісь пиловловлювача.

Прилад встановлюють у викопане в ґрунті заглиблення таким чином, щоб опорна пластинка пилозбірника прилягала до поверхні ґрунту. Після закінчення пилової бурі або через певний період часу (один чи кілька разів на добу) пилозбірник очищають від ґрунту, який зібрався у ньому, зважують і перераховують спочатку на площу пилоприймальної щілини, а потім на 1 га, розраховуючи кількість знесеного ґрунту в т. або м<sup>3</sup>/га за весь період тривалості пилової бурі або за певний проміжок часу.

Вимірювання втрат ґрунтових часточок, які були знесені вітром і рухалися в шарі повітря 50 см завтовшки, можна також проводити за допомогою **пиловловлювача УПЗ-50** (рис. 6).



Складається цей прилад із корпусу пиловловлювача 1, флюгера 2, резервуара 3, штативу з трубчатою віссю і стрижнем, який може обертатися. У верхній частині пиловловлювача є ежекторні отвори. Пиловловлювач виконаний у вигляді щілини розміром 1×50 см, яка розділена на п'ять рівних частин, що переходять у п'ять прямокутних каналів. До кожної частини прикріплені пластинки, які змінюють напрямок руху пилових частинок. Останні збираються окремо по кожній секції в мішечки або пробірки.

Тобто облік вловлених частинок ґрунту здійснюється пошарово через кожні 10 см.

**Рис.6. Пиловловлювач УПЗ-50**

**(1 – пиловловлювач, 2 – флюгер, 3 – резервуар)**

### **3. Оцінка інтенсивності прояву вітрової ерозії для основних типів ґрунтів України**

| Ґрунти                                                   | Норма ерозії, т/га за рік | Класи інтенсивності ерозії (перебільшення норми ерозії, рази) |        |         |         |             |               |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------|--------|---------|---------|-------------|---------------|
|                                                          |                           | відсутня                                                      | слабка | середня | сильна  | дуже сильна | катастрофічна |
| Дерново-підзолисті піщані і супіщані                     | 1,5                       | 1–1,5                                                         | 1,5–15 | 15–45   | 45–150  | 150–450     | > 450         |
| Чорноземи типові всіх видів                              | 4,0                       | 1–4                                                           | 4–40   | 40–120  | 120–400 | 400–1200    | > 1200        |
| Темно-каштанові, солонцюваті ґрунти, солонці і солончаки | 2,0                       | 1–2                                                           | 2–20   | 20–60   | 60–200  | 200–600     | > 600         |
| Лучно-болотні, болотні та торфовища                      | 2,0                       | 1–2                                                           | 2–20   | 20–60   | 60–200  | 200–600     | > 600         |

### **Хід роботи**

1. Зробити анотований конспект теоретичного змісту практичного заняття у робочий зошит.

2. За завданням викладача проаналізувати ступінь деградації ґрунтового покриву одного з районів Вінниччини з представленням матеріалів у вигляді анотованої доповіді.

### **Контрольні запитання для самоконтролю**

- 1. Що таке деградація ґрунту?**
- 2. Які ступені деградації ґрунту Ви знаєте?**
- 3. У чому причина освоєння значної частини земельного фонду України для с.-г. використання?**
- 4. Які наслідки для ґрунту мала значна розораність земельних угідь?**
- 5. Як впорядкувати землекористування в Україні?**
- 6. У чому полягає небезпека радіаційного забруднення земель?**
- 7. Який тиск на ґрунт здійснюють агрохімікати?**
- 8. У чому полягає негативна дія на ґрунт кислотних дощів?**
- 9. Що таке фізична деградація ґрунту? Причини її виникнення.**
- 10. Чи є сенс використовувати с.-г. угіддя, що зазнали істотного техногенного забруднення? Які заходи потрібно здійснити в масштабі держави для попередження подальшої деградації ґрунту?**
- 11. Що таке ерозія ґрунту?**
- 12. Чим еродовані ґрунти відрізняються від нееродованих?**
- 13. Як змінюється врожайність на еродованих землях?**
- 14. Охарактеризуйте шкоду від ерозійних процесів в Україні.**
- 15. Перерахуйте основні види ерозійних процесів.**
- 16. Охарактеризуйте різновиди водної ерозії ґрунтів.**
- 17. Які Ви знаєте різновиди вітрової ерозії ґрунтів?**
- 18. Перерахуйте основні фактори виникнення водної та вітрової ерозії.**
- 19. Що таке нормальна та прискорена ерозія ґрунту?**
- 20. Як класифікуються еродовані ґрунти?**
- 21. Як проявляються ерозійні процеси по зонах України?**
- 22. В яких областях України більше всього еродованих ґрунтів?**

## Лабораторне заняття № 2

**Тема:** Базові критерії розробки адаптивних систем землеробства.

**Тривалість – 4 год**

**Ціль:** Освоїти сутність сучасних базових ланок адаптивних систем землеробства в приміненні до умов України.

**Допоміжні матеріали:** роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, вихідні дані по підприємствах.

**Питання до теми:** 1. Сформуванати сутність адаптивних систем землеробства.

2. Основні чинники ґрунтово-кліматичної адаптації та їх використання у практиці землеробства.

3. Оціночні критерії рівня адаптивності землеробських технологій

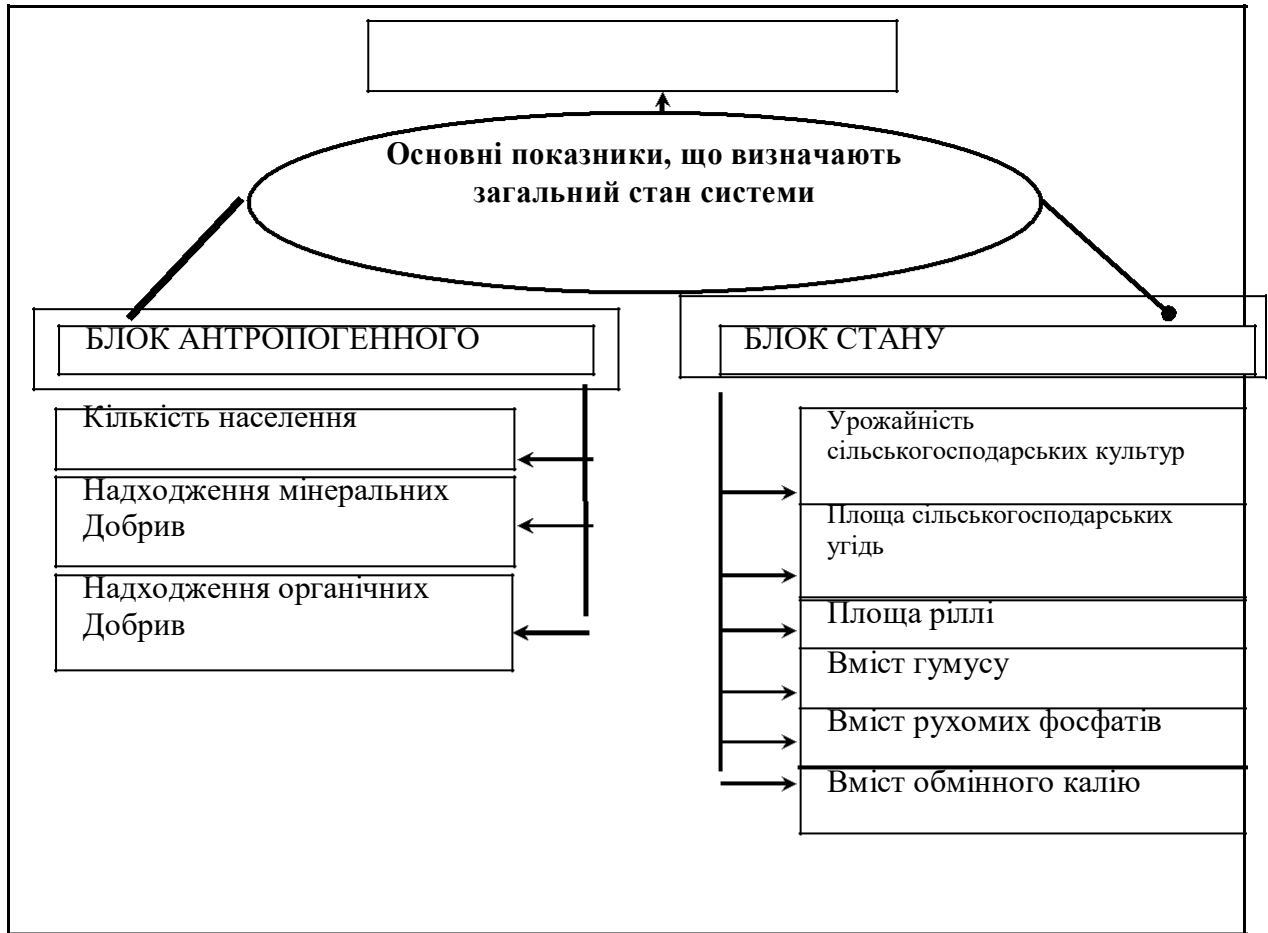
4. Основні шляхи підвищення рівня адаптивності сучасних землеробських систем.

### Теоретичні відомості

Традиційна інтенсифікація землеробства в Україні призвела до надмірного пониження агроекологічного потенціалу, потужність якого вважалась неперевершеною. Сьогодні принципи ведення землеробства потребують перегляду і максимальної адаптації до умов навколишнього природного середовища.

**Схема взаємозв'язків між чинниками, що визначають продуктивність (родючість) агрофітосистеми**





**Основні показники, що визначають загальний стан агроландшафту**

- ЕКОНОМІЧНИЙ БЛОК**
- Створення перспективної моделі ландшафтно-адаптивних агролісокомплексів на регіональному рівні
  - Формування автоматизованої інформаційно-довідкової системи оптимізації використання агроландшафтів
  - Посилення контролю за використанням земельних ресурсів
  - Індексація існуючих штрафів на поточний період з урахуванням інфляції
  - Надання пільг з боку держави при оподаткуванні агропідприємств, що здійснюють екологічнобезпечне землекористування
  - Здійснення контролю за вирощуванням продукції рослинництва (у відповідності до типів ґрунтів)
  - Стимулювання розробок щодо підвищення стійкості ґрунтів до негативних впливів



- ЕКОЛОГІЧНИЙ БЛОК**

  - Врахування індексів  $V_{Li}$  – індексу антропогенного впливу та  $S_{Li}$  – індексу продуктивності агроландшафтів для оцінки екологічного балансу в агропідприємствах
  - Зменшення оброблюваних площ
  - Розробка та реалізація комплексної програми адаптивного розвитку агроландшафтів
  - Впровадження інноваційних екологічнобезпечних технологій та техніки землекористування
  - Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу за рахунок науково-обґрунтованих сівозмін
  - Оптимізація лісистості в системі ландшафтного облаштування території
  - Вдосконалення лімітів внесення мінеральних добрив та пестицидів у контексті екологізації агроландшафтів
  - Здійснення екологічнобезпечних проектів землеустрою агроландшафтів

**ІНСТИТУЦІОНАЛЬНИЙ БЛОК**

  - Обов'язкове застосування ГІС-технологій в адаптивно-ландшафтному землеробстві;
  - Формування науково-методичних та технологічних центрів щодо адаптивного розвитку ландшафтів (створення Агенції у справах сталого землекористування)
  - Виконання Програми розвитку земельних відносин у Тернопільській області на 2007-2015 роки.

**Загальний еколого-економічний механізм підвищення адаптивності агроландшафтів**

Адаптація—це сукупність пристосувань, реакцій живої системи (організму, популяції, виду, біоценозу), спрямованих на підтримання функціональної стабільності за зміни умов зовнішнього середовища, а також сумісного співіснування компонентів у екосистемах певного виду.

Адаптивна здатність агроєкосистеми визначається саме її пристосовуваністю до зміни умов середовища. Розширює і доповнює принцип адаптації положення про екологічну надійність агроєкосистеми, під якою розуміють її здатність виконувати енергопродукційну роботу упродовж усього еволюційного і техногенно обумовленого періоду її існування.

Ландшафти, як природні комплекси, характеризуються рівновагою, що підлягає саморегуляції на основі мобілізації внутрішніх механізмів системи.

Риси адаптивної агроєкосистеми—стійка, але вже керована система, яка могла б нівелювати негативні явища, що зумовлені втручанням людини (оранка, добрива ЗЗР і т.д.).

Адаптивний комплекс конкретної агроєкосистеми ґрунтується на адаптивно-ландшафтній системі землеробства, обов'язковими складовими якої є адаптивне рослинництво.

Адаптивне рослинництво—це новий перспективний етап розвитку рослинництва, у якому використано адаптивний потенціал усіх біологічних компонентів агроєкосистем для забезпечення високого рівня утилізації сонячної енергії та інших відновлюваних ресурсів природного середовища в інтересах людини.

У сучасних умовах високих технічних можливостей успішно розвивається один зі стратегічних напрямів інтенсифікації систем землеробства – точне землеробство.

Точне землеробство—це сучасний тип землеробства, що ґрунтується на оптимізації використання технологічних матеріалів (насіння, добрив, засобів захисту, регуляторів росту рослин) на конкретній ділянці поля відповідно до вимог певної сільськогосподарської культури, стану ґрунту і збереження довкілля.

Щоб реалізувати адаптивний потенціал рослин, треба повністю використати їхні біологічні можливості не тільки для підвищення потенційної продуктивності за сприятливих умов середовища, а й для збільшення екологічної стійкості (протистояння суховіям, посухам, морозам, низьким температурам). За таких умов обов'язково зростатиме потенційна продуктивність сорту, агробіоценозу, що розглядається як вирішальний чинник збільшення врожайності. При цьому затрати невідновлюваної (викопної) енергії на меліорацію середовища будуть мінімальними.

Одним із виявів адаптивного землеробства є відновлювальні системи землеробства. Розрізняють такі їх типи: органічну, біологічну, біодинамічну. Прототипом відновлювальної системи можна вважати травопільну, засновником якої був В.Р. Вільямс.

Відновлювальна система землеробства—така система використання землі для виробництва сільгосппродукції, яка передбачає повне відтворення

природного потенціалу агроєкосистеми за рахунок максимальної адаптації усіх технологічних процесів до природних умов.

Сьогодні відновлювані системи землеробства ґрунтуються на впровадженні альтернативних ресурсозберігаючих технологій, зростає частка біологічних компонентів і механізмів саморегуляції агроєкосистем. Типізація відновлювальних систем землеробства наведена в табл. 9.1.).

Відновлювальне (біологічне) землеробство—система землеробства, головним принципом якої є екологічна безпека отримуваної сільськогосподарської продукції та наслідків аграрної діяльності у навколишньому середовищі при вирощуванні цієї продукції.

#### ***Перспектива АСЗ:***

- автоматизована система управління станом ґрунту, спеціалізовані заходи формування структури, загальної та специфічної родючості ґрунту;
- - розробка теорії та методології управління підґрунтом для реалізації потенціалу агроєкотопів;
- - забезпечення взаємодії потоків енергії в ґрунтах і в агробіогеоценозах у напрямку, що відповідає потребам культурної рослини;

#### ***Область наукових досліджень і прикладних рішень АСЗ:***

Управління ґрунтовою біотою, мікробіологічними, біохімічними, енергетичними процесами, накопичення гумусу, мінералізацією, формуванням структури ґрунту, регуляцією фізичних властивостей ґрунту, запобіганням його ущільнення, небажаних хімічних змін, включаючи техногенні та інші забруднення, регулюванням стоку й запобігання водної ерозії, досягнення специфічного максимального ефекту продуктивності ґрунту (родючості) по відношенню до однієї або декількох культурних рослин.

#### ***АСЗ як напрямок землеробства:***

Мінімізація механічного впливу на ґрунт, формування такої адаптивної структури ґрунту, що близька до природної та видоспецифічної за родючістю для культурної рослини.

Формування адаптивної структури землекористування та посіву необхідної для пригнічення бур'янових рослин, регулювання світлового, вітрового, газового та водного режимів.

Регуляція екологічних факторів едатопу, спряженого розвитку едатопу й едафону для досягнення родючості і, зокрема, специфічної родючості за потребами певного виду культурних рослин.

## **Спеціальні закони адаптивного землеробства**

**Закон  
біотехнологічного  
пріоритету в  
розвитку**

**Закон детермінації  
реальної  
продуктивності  
ріллі в межах  
грунтово-  
кліматичної зони**

**Закон поєднаного  
розвитку  
фітоценозів і  
місць  
виросування**

**Закон постійного  
підвищення  
родючості ґрунтів**

- Кількісні межі продукційного процесу в конкретних зонально-кліматичних умовах обумовлюється екологічними та біологічними факторами – кліматом, ФАР, ґрунтовими умовами родючості ґрунту, біологічним потенціалом вирощуваних рослин. Кожній ґрунтово-кліматичній зоні відповідає абсолютно конкретна потенційна величина створюваного землеробського продукту, яка має незначні кількісні коливання і може бути прийнята за константу
- Реальна продуктивність ріллі визначається екологічним потенціалом конкретного агроландшафту, що обґрунтовує об'єктивну необхідність адаптивних систем землеробства на основі екологічних зведених нормативів: допуски балансу гумусу, агрофільних елементів, твердого стоку і дефляції ґрунту, фіто санітарного стану, забруднення ландшафту ксенобіотиками та ін.
- Не лише окремих організм, тісно пов'язаний з місцем вирощування, а й рослинний покрив у цілому взаємодіють з навколишнім середовищем. В силу цих причин будь-який посів с.-г. культур слід розглядати як взаємопов'язану систему з культурних рослин, супутньої бур'янистої рослинності та живої біоти ґрунту різного рівня
- За умови повернення в ґрунт поживних речовин і залучення з навколишнього середовища значної кількості біогенних елементів сприятиме підвищенню ефективної родючості ґрунту. Це основний закон, що діє за умови дії всіх законів

**Отже, головними цілями адаптивних систем землеробства є:**

1. виробництво продуктів харчування високої якості у достатній кількості;
2. конструктивна взаємодія із природними системами і кругообігом речовин та енергії зі збереженням і покращанням різноманіття форм життя;
3. урахування зростаючого соціального та екологічного значення технологій виробництва і переробки продукції органічного землеробства;
4. інтенсифікація біологічних циклів у межах господарства із залученням у них мікроорганізмів, ґрунтової флори і фауни, рослин і тварин;
5. збереження і підвищення родючості ґрунтів;
6. збереження природної різноманітності;
7. максимальне використання відновлюваних ресурсів агроєкосистем.

Зростаюча популярність відновлювального землеробства цілком зрозуміла, зважаючи на те, що більшість методів здавна добре відомі землеробам і перевірені багатовіковою практикою ведення сільського господарства.

Основу біологічного землеробства становлять такі головні принципи (за М.М. Городнім, 2003):

- відмова від застосування легкорозчинних мінеральних добрив, зокрема, азотних;
- відмова від використання синтетичних засобів захисту рослин;
- стимулювання біологічної активності ґрунту;
- широке застосування відходів рослинництва та тваринництва (компостів, зелених добрив тощо);
- стимуляція фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями;
- захист ґрунту від ерозії;
- захист навколишніх водойм від забруднення тощо.

Відмова від мінеральних добрив та пестицидів дає можливість отримувати продукцію, що не містить їх рештків, і тому має вищу біологічну цінність. Часто така продукція користується високим попитом і реалізується за підвищеними цінами.

Заміна синтетичних добрив гноєм і компостами забезпечує ґрунт органікою, що сприяє ґрунтоутворенню та збільшенню біологічної активності ґрунту. Відмова від використання синтетичних сполук, таких, як мінеральні добрива і пестициди, забезпечує значну економію коштів та енергії. Ґрунтозахисний обробіток і дотримання сівозмін запобігає ерозії та сприяє зменшенню втрат поживних речовин із ґрунту.

Труднощі впровадження альтернативного землеробства.

Основу протиріч при впровадженні альтернативного землеробства становлять більш високі економічні показники традиційного землеробства. Але не враховується те, що вони досягаються пониженням родючості ґрунту та забрудненням навколишнього середовища. Крім того, недостатньо уваги приділяється якості продукції. На думку екологів, її слід оцінювати за здатністю бути корисною для здоров'я людини.

### **Хід роботи**

1.Зробити анотований конспект теоретичного змісту практичного заняття у робочий зошит.

2. За завданням викладача, розробити рекомендації щодо підвищення адаптивності системи землеробства для конкретного с.-г. підприємства.

### ***Контрольні запитання для самоконтролю***

1. ***Класифікація чинників рівня адаптивності систем землеробства.***
2. ***Класифікація систем землеробства за рівнем адаптивності.***
3. ***Класифікація рушійних факторів забезпечення адаптивного розвитку агроландшафтів.***
4. ***Системні складові стабільного розвитку сучасних агроландшафтів.***
5. ***Основні закони адаптивного землеробства.***
6. ***Поняття про альтернативне землеробство.***

7. **Основні складові сучасних альтернативних систем землеробства.**
8. **Типологія адаптивної стратегії землеробських технологій.**
9. **Поняття про предадаптацію землеробських систем.**
10. **Стан та перспективи становлення адаптивного землеробства в Україні.**

### **Лабораторне заняття № 3**

**Тема:** Система обробітку ґрунту в системі контурно-меліоративної організації території та адаптивно-ландшафтного землеробства.

**Тривалість – 4 год**

**Ціль:** Набуття навиків щодо базового запровадження основних елементів контурно-меліоративної організації території (КМОТ) та адаптивно-ландшафтних систем землеробства (АЛСЗ) на прикладі одного з с.-г. підприємств.

**Допоміжні матеріали:** роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, вихідні дані по підприємствах.

**Питання до теми:** 1. Сформувані завдання КМОТ для сучасних систем землеробства (переваги та недоліки).

2. Детальний аналіз послідовних етапів запровадження КМОТ з огляду на сучасні системи землеробства.

3. Детальний аналіз послідовних етапів запровадження АЛСЗ з огляду на сучасні системи землеробства.

4. Розробка спрощених схем КМОТ та АЛСЗ для базового с.-г. підприємства.

#### **Теоретична частина**

**Основою контурно-меліоративної організації території є:**

- диференційоване використання земельних угідь залежно від її ґрунтово-ландшафтних умов і ґрунтозахисної здатності сільськогосподарських культур.
- диференціація або групування земель за типом використання.
- планування лінійних рубежів, які розміщуються поперек схилів у напрямку наближення до горизонталей місцевості. Контурні рубежі фіксуються на місцевості різними засобами постійного упорядкування

території (валами різних типів, лісосмугами, буферними смугами з багаторічних трав тощо).

- врахування існуючої гідрографічної мережі, яка виконує функції водотоків для безпечного скидання надлишку талих і зливових вод (залужені улоговини, днища балок, штучні споруди) в річки, ставки, водоймища, озера;
- плануються додаткові водорегулювальні заходи (спеціальна дренажна та водовідвідна мережа).

### Основні принципи КМОТ



**Контурно-меліоративна організація території виконує такі завдання:**

- **забезпечує** підвищення захисних функцій існуючих сільсько-сповдарських ландшафтів у водозбірних басейнах в межах землекористування у взаємодії з існуючими елементами організації території на водозбірних площах прилеглих землекористувань з тим, щоб не погіршити їх захисні протиерозійні властивості;
- **максимально враховує** наявні існуючі рубежі (дороги з твердим покриттям, залізниця, земляні вали різних типів), які суттєво впливають на перерозподіл поверхневого стоку талих і зливових вод на водозбірних площах і не підлягають реконструкції в процесі проектування;

- *визначає* лінійні рубежі для розміщення полезахисних іводорегувальних лісових смуг, протиерозійних валів різних типів, водоохоронних захисних прибережних смуг, що виконують захисні протиерозійні функції і будуть входити до єдиної регіональної системи протиерозійних заходів довгострокової дії з тривалим строком окупності;
- *створює оптимальні умови* взаємодії різних елементів ґрунтозахисної системи землеробства щодо забезпечення зниження втрат ґрунту від ерозії, зменшення втрат вологи через поверхневий стік і підвищення продуктивності агрофітоценозів.

**Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства передбачає максимальне використання захисної ролі рослинності впродовж усього календарного року:**

- в сівозмінах залежно від природних факторів (рельєф місцевості, кількість і характер опадів, напрямок та швидкість вітрів), що зумовлюють розвиток ерозійних процесів, передбачається оптимізація насичення культурами з високою протиерозійною стійкістю, з вилученням на ерозійно небезпечних ділянках зі схилом понад 30 розміщення просапних культур і парів;
- на парових площах залежно від зональних природнокліматичних умов використовують сидеральні пари замість чорних;
- на чорних парах застосовують розміщення буферних смуг із багаторічних трав і куліс із високостеблених культур, смугове розміщення парів і просапних культур з культурами високої захисної здатності;
- на площах, відкритих після збирання врожаю до сівби й розвитку наступної культури, практикуються пожнивні, післяукісні та проміжні посіви культур;
- широко застосовують для захисту ґрунтів від вітрової й водної ерозії залишення на поверхні полів рослинних решток;
- використовують захисну роль рослинності полезахисних лісосмуг та інших захисних лісових насаджень.

**Порядок розподілу земель Лісостепу та Степу України на еколого-технологічні групи**

| Еколого-технологічна група |             | Ухил поверхні землі, 0              | Ступінь еродованості ґрунту                                                                                          | Обмеження щодо сільськогосподарського використання                                     |                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|-------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| група                      | під-група   |                                     |                                                                                                                      |                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>I</b>                   | <b>I-а</b>  | $< 1^0$                             | повнопрофільні та слабоеродовані ґрунти                                                                              | 1) можна вирощувати всі культури, включаючи просапні                                   | 2) напрям обробітку ґрунту і посіву необмежені                                                                                                                                                                      |
|                            | <b>I-б</b>  | $1^0 - 3^0$                         |                                                                                                                      |                                                                                        | 2) поля сівозмін розміщуються поперек схилу або контурно повздовжніми сторонами і лісосмугами на них; обробіток ґрунту і посів культур - поперек схилів або контурно з допустимим ухилом до горизонталей місцевості |
| <b>II</b>                  | <b>II-а</b> | 3-5° без чітко сформованих улоговин | повнопрофільні слабо- і середньозмиті ґрунти                                                                         | 1) розміщення пару і просапних культур забороняється;<br>2) розміщуються ґрунтозахисні | 3) тимчасова консервація під залуження - довготривалі високоінтенсивні сіножаті                                                                                                                                     |
|                            | <b>II-б</b> | 3-5° пересічені улоговинами         |                                                                                                                      | сівозміни із включенням культур, що мають високу ґрунтозахисну здатність               | 3) постійна консервація із послідуочим штучним або природним залуженням або залісенням                                                                                                                              |
| <b>III</b>                 |             | $> 5^0$                             | сильнозмиті ґрунти; малорозвинені ґрунти на елювії твердих порід, піску; малоеродовані, але низькопродуктивні ґрунти | постійна консервація з послідуочим залуженням або залісенням                           |                                                                                                                                                                                                                     |

До першої еколого-технологічної групи орних земель відносяться нееродовані та слабоеродовані рівнинні ділянки та ділянки на схилах до 3°. На землях цієї групи проектується інтенсивні зернопросапні сівозміни з насиченням просапними культурами до 50 %.

До другої еколого-технологічної групи орних земель відносяться переважно середньозмиті, частково слабо- і сильнозмиті з ухилами 3-7°. На землях цієї групи проектується зерново-трав'яні і травозернові ґрунтозахисні сівозміни з виключенням просапних культур і насиченням багаторічними травами до 40-80%.

До третьої еколого-технологічної групи відносяться орні землі розміщені на схилах більше 7°. Дана група поділяється на дві підгрупи:

- - 7-10° - землі виключаються зі складу орних земель і підлягають суцільному залуженню з наступним використанням під сінокошення.

- - >10° - землі виключаються зі складу сільськогосподарських угідь і підлягають суцільному залісненню.

*Ширина посівних і буферних смуг залежно від крутизни схилу, агрофону та тину ґрунту, м (М.С. Кравченко, Ю.А. Злобін, О.М. Царенко, 2002)*

| Крути-<br>зна<br>схилу,<br>град. | Ширина смуг при чергуванні культур, м |                 |                         |         |                                   |                 | Ширина буферних смуг при чергуванні культур суцільного посіву, м |             |          |
|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-------------------------|---------|-----------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------------------|-------------|----------|
|                                  | багаторічних трав із                  |                 |                         |         | озимих і ярих суцільного посіву з |                 | Чорний пар                                                       | Кукурудза   |          |
|                                  | чис-<br>тим<br>паром                  | просап-<br>ними | ярими<br>зерно-<br>вими | озимими | чорним<br>паром                   | просап-<br>ними |                                                                  | на<br>зерно | на силос |
| Суглинкові ґрунти                |                                       |                 |                         |         |                                   |                 |                                                                  |             |          |
| 1                                | 75,6                                  | 75,6            | 75,6                    | 151,2   | 75,6                              | 75,6            | 11,2                                                             | 11,2        | 11,2     |
| 2                                | 75,6                                  | 75,6            | 75,6                    | 151,2   | 75,6                              | 75,6            | 11,2                                                             | 11,2        | 11,2     |
| 3                                | 67,2                                  | 75,6            | 75,6                    | 151,2   | 75,6                              | 75,6            | 11,2                                                             | 11,2        | 11,2     |
| 4                                | 50,4                                  | 67,2            | 72,0                    | 151,2   | 42,0                              | 58,8            | 14,4                                                             | 14,4        | 14,4     |
| 5                                | —                                     | 50,4            | 72,0                    | 115,2   |                                   | 42,0            |                                                                  | 14,4        | 14,4     |
| 6                                | —                                     | 33,6            | 50,4                    | 86,4    |                                   |                 |                                                                  | 18,0        | 18,0     |
| Супіщані ґрунти                  |                                       |                 |                         |         |                                   |                 |                                                                  |             |          |
| 1                                | 75,6                                  | 75,6            | 75,6                    | 151,2   | 67,2                              | 75,6            | 14,4                                                             | 14,4        | 14,4     |
| 2                                | 75,6                                  | 75,6            | 75,6                    | 151,2   | 67,2                              | 75,6            | 14,4                                                             | 14,4        | 14,4     |
| 3                                | 58,8                                  | 75,6            | 72,0                    | 151,2   | 50,2                              | 67,2            | 18,0                                                             | 14,4        | 14,4     |
| 4                                | 42,0                                  | 50,4            | 72,0                    | 122,6   | 33,6                              | 50,4            | 21,6                                                             | 18,0        | 18,0     |
| 5                                | —                                     | 42,0            | 57,6                    | 93,6    |                                   | 33,6            | —                                                                | 21,6        | 18,0     |

Для проектування контурної організації території вченими запропонована класифікація форм рельєфу. В її основу покладено морфологічні ознаки, що характеризуються поздовжнім і загальним поперечним профілями та станом їх поверхні.

**Виділяють такі типи і підтипи схилів:**



**Грунтозахисними** можна вважати такі агротехнічні заходи, які забезпечують після сівби збереження на поверхні поля не менше 30% післяжнивних решток. Їхня кількість залежно від культури і способу обробітку може коливатися від 10 до 90%. Кожний прийом з обробітку ґрунту, передбачений технологіями вирощування культур, забезпечує після його проведення залишення на поверхні ґрунту певної кількості післяжнивних решток, яку в полях сівозмін можна збільшити таким чином:

- підвищенням відсотка культур суцільного посіву, особливо багаторічних трав, і, навпаки, зниженням — просапних культур;
- серед групи просапних культур зростанням відсотка високостеблих культур (кукурудза, соняшник) та зниженням низькостеблих (соя, цукрові буряки, картопля);
- зростанням урожайності культур, оскільки з вищим урожаєм збільшується і кількість рослинних решток;
- проведенням якомога меншої кількості операцій з обробітку ґрунту, особливо перед або під час найбільш ерозійно небезпечних періодів (кінець весни — початок літа);
- зменшенням проходів сільськогосподарської техніки;
- зниженням швидкості агрегатів при обробітку ґрунту, щоб не допустити вищого відсотка загортання решток чи їх засипання;
- використанням голчастих борін замість зубових, які згрібають із поверхні ґрунту рослинні рештки;
- використанням культиваторів із прямими лезами.

**Для максимального збереження рослинних решток** бажано скорочувати механічний обробіток ґрунту і виключити технологічні операції, без яких можна обійтися. Необхідно прагнути до того, щоб після сівби поверхня поля була вкрита рослинними рештками не менш як на 30%. Проте таку умову можна дотримати тільки при високому врожаї культур. Крім того,

у більшості випадків цього досягають лише при мінімальному обробітку і сівбі спеціальними посівними системами без попереднього обробітку. Слід пам'ятати, що контроль та ефективне маніпулювання рослинними рештками є важливими факторами зменшення ерозії ґрунтів в осінньо-весняний період.

### **Протиерозійні гідротехнічні споруди**

**Водозатримувальні споруди** затримують поверхневий стік і поступово відводять його або спрямовують на зволоження прилеглих ділянок.

**Водоспрямовуючі споруди** підводять поверхневий стік до водозатримувальних чи водоскидних споруд, або розосереджують водний потік на дрібні струмочки. До них належать також споруди, що відводять воду від ярів та ділянок земель, які зазнають водної ерозії.

**Водоскидними** називаються споруди для відведення води у низини

(яр,балка тощо).

**Донні споруди** зменшують швидкість водного потоку по дну яру додопустимих меж, збільшують стійкість його берегів та затримують мул, запобігаючи наносам.

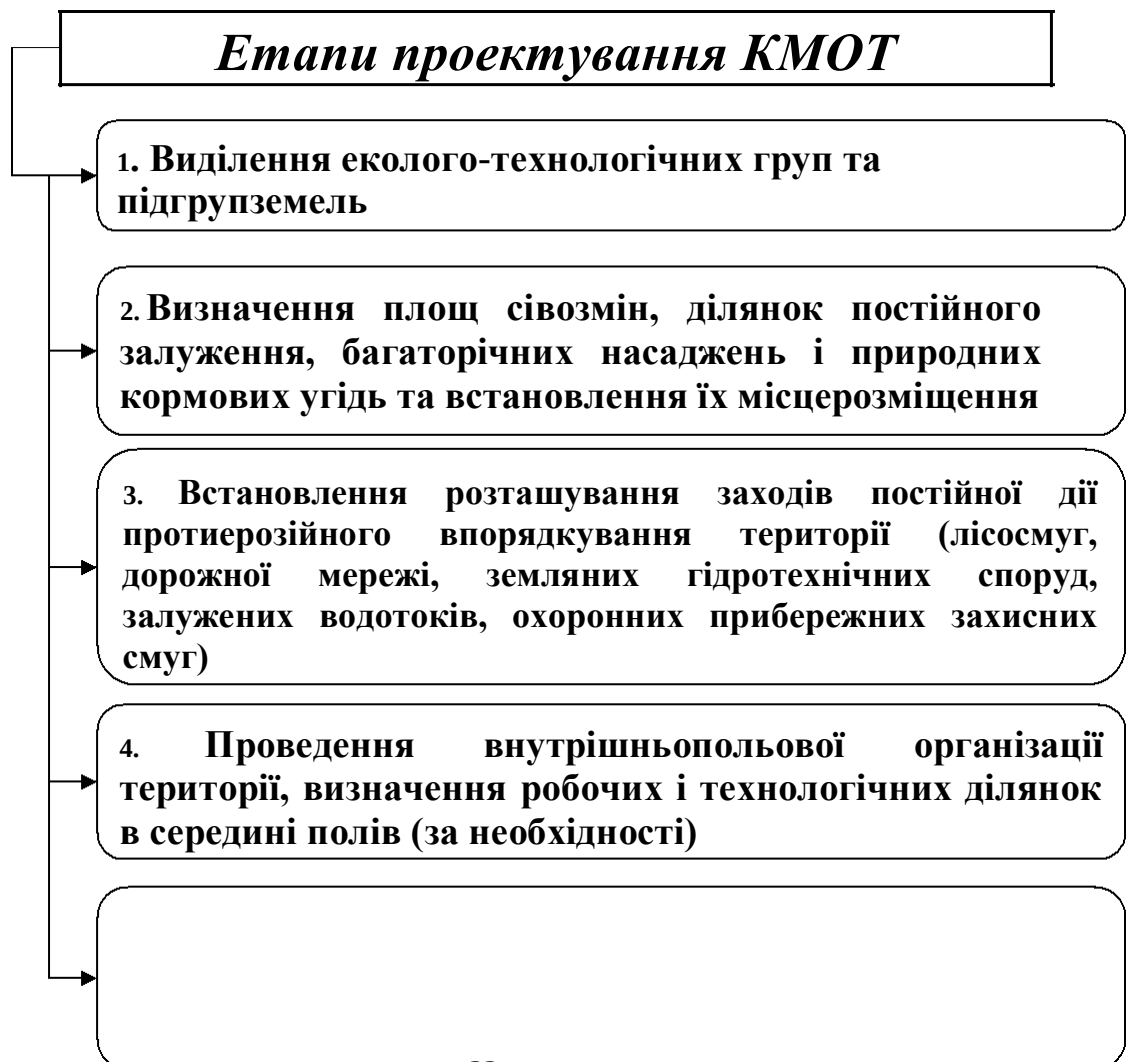
### **Водоспрямовуючі споруди**

**Вал-канава** — це ущільнена земляна дамба до 2 м заввишки, яка розташована впоперек схилу і має перед собою канаву. Якщо по гребеню валу-канави прокладена дорога, її називають валом-дорогою.

**Вал-тераса** — це ущільнена дамба до 1 м заввишки, збудована впоперек схилу для запобігання змиванню ґрунту. Тераса — це горизонтальний або з невеликим схилом майданчик; на схилі, що утворює уступ. Розрізняють наорні, плантажні та східчасті тераси. Наорні створюють звичайними плугами, плантажні — за допомогою плантажних плугів, а східчасті — виїмково-насіпним способом бульдозером із поворотним ножем.

**На схилах крутизною** до  $8^\circ$  будують вали-тераси, наорні та плантажні тераси, а від  $8^\circ$  до  $24^\circ$  — східчасті тераси. У гірських місцевостях Криму та Карпат є тераси на схилах крутизною до  $30^\circ$ .

У **приярусній зоні** споруджують водозатримувальні та водоспрямовуючі вали-канави; по дну ярів — донні споруди; у місцях різкого зниження рельєфу, тобто там, де є природний перепад, — водоскиди.



## **5. Визначення ділянок, на яких необхідно провести заходи з відтворення родючості ґрунтів**

***Принципи адаптивно-ландшафтних систем землеробства (АЛСЗ).*** Багато аспектів раціоналізації землекористування, особливо еколого-ландшафтного землевпорядкування сільськогосподарських підприємств в умовах ринкових земельних відносин та оцінки ефективності формування землекористування, залишаються невирішеними.

В наш час уявлення про ґрунтові процеси значно розширилися. На їх основі запропоновано різні підходи як до вивчення ґрунтів, їх господарського використання, так і до охорони та відтворення їх здатності до самовідновлення. На цій основі було розвинуто положення про організацію території з обґрунтованим оптимальним співвідношенням ріллі, природних кормових угідь, лісів, вод, регулювання поверхневого стоку води, а також охорони земель, включаючи захист земель від ерозії, раціональне використання водно-болотних угідь, регулювання паводків, організація водного господарства тощо.

В Синтез основних напрацювань вчених обумовив розвиток ландшафтного підходу щодо забезпечення відповідності землеробства фізико-географічним і природним умовам, типам місцевих природних комплексів, тобто ландшафтів.

В Розвиток ландшафтного підходу в землекористуванні тісно пов'язаний з розв'язанням проблем захисту ґрунтів від ерозії, меліорації земель та її охорони.

В Ландшафтознавство, як окремий вид науки, почав розвиватися в рамках фізичної географії, що не сприяло її активному використанню при організації раціонального використання та охорони земель в сільському господарстві. В 40-60-х роках минулого століття були сформовані загальнотеоретичні позиції цієї науки, зокрема генетично-модифікована структура географічного ландшафту і розроблена методика ландшафтного картографування. Надалі відбувався розвиток концепції геосистеми.

В Таким чином, основні положення науки ландшафтознавства розвивалися окремо від проблематики сільськогосподарського виробництва. Виникли складні методологічні проблеми, поєднання факторів ґрунто- та ландшафтоутворення взагалі та господарського впливу на ці процеси, зокрема По-перше, одна з них виникає при зіставленні визначення ґрунту як природно-історичного тіла, результату багатовікового процесу ґрунтоутворення та уявлення про ґрунт як про дзеркало ландшафту. Уявлення про здатність ґрунту до швидкого та адекватного відображення сьогоденних факторів ґрунтоутворення суперечить уявленню про необхідність тривалого часу (сотень і тисяч років) для розвитку ґрунтового профілю – інтегрального відбиття дії факторів протягом періоду ґрунтоутворення.

В По-друге природне-середовище, як структуроутворюючий елемент наземних ландшафтів, повинно розглядатися як ресурс відновлювальний. Без нормального відтворення компонентів природи неможлива підтримка

оптимального стану біосфери, гідросфери, літосфери, що забезпечують стійке функціонування живих організмів, відновлення їх репродуктивного потенціалу та розмаїтості.

В По-третє, інтенсивна господарська діяльність тривалий час здійснюється без врахування ґрунтоутворюючих чинників та ландшафто стабілізуючих факторів.

В Саме тому, екологічні принципи проектування агроландшафтів були сформовані лише в 70-80-х роках минулого століття. До тих пір, проектування меліоративних і протиерозійних заходів, як правило, здійснювалися з дуже вузькою орієнтацією на ландшафт. При цьому, в землевпорядній науці відбувалося інтенсивне використання географічних концепцій та понять ландшафтознавства через прив'язку систем землеробства до генетично- морфологічної структури ландшафту, що переважно не враховувало специфіку аграрної сфери.

В Основними надбаннями агроландшафтного проектування постали: – сільськогосподарська типологія земель і генетично-морфологічна структура ландшафтів; – проектування ландшафтно-контурно-меліоративних систем землеробства (проектування ландшафтно-технологічних контурів); – концепція формування високопродуктивних екологічно сталих агроландшафтів і удосконалення систем землеробства на ландшафтній основі; – формування адаптивно-ландшафтної системи землеробства.

В Сільськогосподарська типологія земель дозволяє розподілити земельні угіддя за притаманними їм характеристиками і складовими. Деякі землевпорядники намагались використовувати категорії генетично-морфологічних ландшафтних структур через використання елементів географічного ландшафту шляхом прив'язки системи землеробства до структурних елементів ландшафту (фації, підурочища, урочища тощо), які не були ідентифіковані в агроекологічному відношенні, що не дозволяло визначити приналежність земель до тієї чи іншої категорії.

В Для земельно-оціночних цілей основним елементом типології сільськогосподарських земель постали агровиробничі групи ґрунтів. Згідно з "Інструкцією до обстеження ґрунтів України" у агрогрупи об'єднують близькі у виробничому відношенні ґрунтові види, які належать до одного типу ґрунтоутворення або близькі за стадією розвитку в межах даного типу. Різні види дерново-підзолистих ґрунтів об'єднують тільки з дерново-підзолистими ґрунтами, сірих лісових – з сірими лісовими, чорноземів типових – тільки з чорноземами, які не зазнали деградаційних процесів (опідзолення, оглеєння та ін.).

В Істотними недоліками агровиробничих груп є обмежене врахування геоморфологічних, гідрогеологічних, мікрокліматичних умов, тобто ландшафтних чинників.

В Цілком очевидно, що її виділення із земельного масиву є складним. Згодом, в роботах Зворикіна К. В. та інших вчених сільськогосподарський тип земель вже інтегрував зміст агровиробничої групи ґрунтів з названими вище природно- сільськогосподарськими характеристиками в конкретному

ландшафті – "позначення земельних ділянок, дуже різних за своїми природними властивостями..., які потрібно використовувати під вирощування різних груп рослин чи різноманітного їх поєднання з застосуванням різних засобів впливу на середовище вирощування рослин".

В Надалі, тип земель розглядали як ділянку території, що має однакові геолого-геоморфологічні умови, зайняту одним або групою близьких в агроекологічному відношенні типами ґрунтових видів, що характеризується подібними умовами місцевого клімату і зволоження, одним геохімічним режимом і однотипний по можливому раціональному використанню.

В Так наприклад, співробітниками Українського Інституту ґрунтознавства та агрохімії запропоновано виділяти 6 послідовних ґрунто-екологічних рівнів територіальної диференціації ґрунтового покриву: зона – підзона – фація – провінція – педопарцела – педооротоп, що характеризуються параметрами екологічної сприятливості територій для функціонування агроценозів, і просторово окреслюються специфічними морфогенетичними властивостями ґрунтового покриву та його окремих компонентів. В роботах І. А. Розумного,

в. І. Кірюшина в основу типології сільськогосподарських земель покладений такий агроекологічний тип земель, який є однорідним за умовами оброблення сільськогосподарської культури чи близьких за екологічними вимогами культур, як найважливішого системоутворюючого чинника – агроекологічні потреби рослин і їх середовище утворюючий вплив.

в. Агроекологічна типізація земель (класифікація) передбачає визначення: – агроекологічних зон вирощування сільськогосподарських культур; – еколого-економічних класів земель; – агроекологічних підкласів земель; – агроекологічних комплексів земель.

в. Агроекологічна зона вирощування сільськогосподарських культур визначається за орфографічними ознаками і факторами, з якими пов'язані гравітаційні та гідродинамічні процеси, щовідбуваються в природі, особливості міграції та накопичення речовин, у тому числі забруднювальних, механізм їхнього внесення і виносу, а також формування агроекологічних режимів.

в. При агроекологічному зонуванні, як правило, виділяють чотири основних типи земель: гідрографічні (заплавні); примережеві (терасові); приводороздільні; вододільні. Агроекономічний клас земель поєднує землі, однорідні за ознаками, спрямованістю та інтенсивністю природних процесів, що формують агроекологічні режими.:

в. Наприклад, у межах типу приводороздільних земель може бути виділено кілька класів, які забезпечують або не забезпечують окупність витрат при вирощуванні основних сільськогосподарських культур, що дає змогу розширювати їхнє виробництво (на рівні 1,30) за ступенем ерозійної небезпеки, еродованості, зволоженості, прояву луго-кислотних властивостей.

в. Агроекологічний підклас земель являє собою екологічно однорідний масив (ділянку) землі, названу екотипом, з конкретними параметрами життєвих

умов, які задовольняють ті або інші сільськогосподарські рослини. Як правило, екологічно однорідні ділянки однакові за ґрунтами, підстилаючими породами, рівнем зволоження, крутістю і формою схилу та іншими параметрами.

в. Агроекологічний комплекс земель, або тип землекористування, – це сукупність агроекологічно однорідних ділянок, що включаються у визначену систему устрою території. Методологія проектування ландшафтно-контурно-меліоративних систем землеробства, що розроблена Г. І. Швобсом, полягає в наступному: – ландшафтне картографування, складання карти агроландшафтних структур (агроландшафтних масивів і контурів); – визначення величини поверхневого стоку, небезпеки ерозії, оползнів, підтоплення; формування карти ізолій ерозійної небезпеки, фіксування інших видів деградації земель; – визначення меж кордонів контурної організації території за допомогою моделі раціонального використання земель, суміщення розрахованих меж з найближчими границями ландшафтних смуг.

в. Структура агроландшафтів при контурній організації території формується перш за все за рахунок стокорегулюючих елементів: лісосмуг, валів, валів-каналів, водонакопичувачів, водоскидів тощо. Згідно з концепцією контурно-меліоративного землеробства в нашій державі застосовано диференційований підхід до використання елементів ландшафтів, згідно якого, землі у сільському господарстві розподіляються на три технологічні групи за критеріями ухилу земної поверхні ( $0-3^\circ$ ,  $3-7^\circ$  і більше  $7^\circ$ ).

в. Основним елементом української концепції контурно-меліоративного землеробства стало ґрунтозахисно-меліоративне упорядкування агроландшафту, що передбачає організацію робочих ділянок орних земель і кормових угідь, реалізацію ґрунтозахисно-меліоративних заходів постійної дії (організація стоківідвідних елементів агроландшафту, особливо форм вздовжсхилового розчленування поверхні; польові багаторічні насадження, в тому числі малорядні чагарниково-деревні полезахисні смуги, лісові насадження тощо).

в. Для еродованих земель ця концепція передбачала формування і закріплення смугових (протидефляційних, полезахисних) структур робочих ділянок, а на схилах контурно-смугових (протиерозійно-полезахисних) структур. Окремо передбачалося формування ведення ґрунтозахисних сівозмін (орна просапна, орна зернова, трав'яна, пасовищна тощо), а також пасовищезмін тощо.

в. Таким чином, основоположним принципом цього підходу є упорядкування окремих елементів агроландшафтів з метою зменшення ерозійних процесів. Положення методології проектування ландшафтно-контурно-меліоративних систем землеробства були покладені в основу Концепції формування високопродуктивних екологічно-сталих агроландшафтів і удосконалення систем землеробства на ландшафтній основі. Відмітимо, що як і при контурно-меліоративній організації території, поняття ландшафтне землеробство в Концепції формування високопродуктивних екологічно-сталих агроландшафтів тісно переплітається

з елементами протиерозійних систем. Це не випадковість, оскільки власне ерозійні агроландшафти слугують об'єктом ландшафтного підходу. В Концепції формування високопродуктивних екологічно-сталих агроландшафтів, крім протиерозійного землеробства знайшли своє відображення інші еколого-орієнтовані компоненти ведення сільського господарства, а саме: раціональне розміщення сільськогосподарських рослин в агроландшафтах. У відповідності з їх агроекологічними вимогами і природним особливостями; розширення середовищеформуючих функцій сільськогосподарських рослин; підвищення ґрунтозахисних і ґрунтоутворювальних можливостей; біологічний захист сільськогосподарських культур; оптимізація розміщення тваринництва; формування сталих природних кормових угідь, їх оптимальне розміщення з орними землями та лісовими угіддями.

в. На практиці, агроекологічний підхід до конструювання агроландшафтів передбачає імітування природних екосистем з урахуванням природних потоків і сукцесій, агроекологічну диференціацію території за характером використання та антропогенного навантаження, виявлення потенційних земель розвитку деградаційних процесів. При цьому важливим є оптимізація агроекосистеми через інтеграцію землеробства і тваринництва, що має забезпечити кругообіг речовин і сталість агроландшафтів.

в. Методологія формування високопродуктивних екологічно-сталих агроландшафтів знайшла своє відображення в науково-практичних розробках вітчизняних вчених.

в. Так, у Концепції сталого розвитку агроекосистем в Україні на період до 2025 року зазначено, що сталий розвиток аграрних виробничих систем повинен базуватись на: – оптимізації структури агроландшафтів і удосконаленні загальних систем землекористування в контексті нових земельних відносин та наявного ресурсного потенціалу; – удосконаленні міжгалузевої структури і адаптації сільськогосподарського виробництва стосовно ґрунтово-кліматичних умов і ресурсних можливостей.

в. Формуванні зональних конкурентноздатних ресурсо- і енергозберігаючих моделей ефективного ведення сільськогосподарського виробництва на засадах природоохоронної організації території, відтворення природно-ресурсного потенціалу та отримання продукції високої якості; – забезпеченні збереження, збагачення та раціонального використання біологічної різноманітності в агроландшафтах.

в. Удосконаленні структури посівних площ і сівозмін з метою більш повного використання біокліматичного потенціалу, покращення фітосанітарного стану ґрунту і агрофітоценозів, підтриманні оптимального балансу органічної речовини та біологічного стану ґрунту.

в. Застосуванні ґрунтозахисних енергозберігаючих технологій обробітку ґрунту, які забезпечують оптимізацію його агрофізичних властивостей та підвищення протиерозійної стійкості, особливо в регіонах прояву ерозії і дефляції.

в. Слід відмітити, що Концепція формування високопродуктивних екологічно-сталих агроландшафтів має ряд проблемних аспектів з позиції

ландшафтного підходу, в тому числі: невизначеність екологічного адресу ландшафтної системи землеробства; розгляд системи землекористування без врахування виробничого, економічного і господарського укладу ведення сільського господарства, слабкість використання технологічних чинників в системах землеробства; відсутність методології проектування високопродуктивних екологічно-сталих ландшафтів, недоврахування адаптивного потенціалу сільського господарства.

в. Ці чинники спонукали до подальшого розвитку ландшафтного підходу – формування адаптивно- ландшафтної системи землеробства. Висхідна суть механізму формування адаптивної-ландшафтної системи землеробства полягає у тому, щоб, виходячи з агроекологічних вимог сільськогосподарських рослин. Знайти агроекологічні умови, що їм відповідають, чи створити ці умови шляхом послідовної оптимізації лімітуючих факторів, з врахуванням обмежень техногенезу. висхідною базою в цьому відношенні є система агроекологічної оцінки сільськогосподарських культур, що користується попитом на ринку.

в. При цьому, новий підхід до формування систем землекористування, ґрунтуючись на агроекологічній класифікації земель, припускає замість традиційного ґрунтового картографування застосовувати ґрунто-ландшафтне картографування з відображенням структури ґрунтового покриву, геоморфології і літології, тобто всього того, що складає комплексне поняття "земля".

в. “Адаптивно-ландшафтна система землеробства визначається як система використання землі певної агроекологічної групи, орієнтована на виробництво продукції економічно й екологічно обумовленої кількості і якості відповідно з суспільними (ринковими) потребами, природними і виробничими ресурсами, що забезпечує стійкість агроландшафту і відтворення ґрунтової родючості”.

в. При цьому враховувати природні особливості конкретного регіону пропонується за допомогою агроекологічної оцінки земель. У цю оцінку включається характеристика міграції і акумуляції речовин, геоморфологічних, літологічних, агрокліматичних, ґрунтових умов, структури ґрунтового покриву.

в. Методологія формування адаптивно-ландшафтних систем землеробства враховує: сукупність природних факторів, основні напрямки сільськогосподарського виробництва з урахуванням потреби в тій чи іншій продукції.

в. Сукупність факторів інтенсифікації виробництва (форми господарювання, технології та рівні інтенсифікації), основні способи виробництва і форми використання земель, екологічні обмеження. Принципова новизна даного підходу полягає у визначенні конкретної екологічної адреси системи землеробства, яким є агроекологічна група земель, як категорії агроландшафту, співвіднесені з їх агроекологічною оцінкою (плакорні, ерозійні, солонцеві тощо).

в. У відповідності до ландшафтно-екологічної класифікації земель, що розробляється для кожної зональної провінції.

в. Іншим нововведенням є адаптація землеробства до різних рівнів інтенсифікації. При цьому виділяються високо інтенсивна система, орієнтована на отримання високих рівнів прибутку, помірковано інтенсивна, відповідна найбільш високій окупності витрат виробничих ресурсів. Ці системи відрізняються від екстенсивних не тільки асортиментом і якістю застосовуваних засобів інтенсифікації, але і структурою угідь, системами обробітку та іншими особливостями.

в. Останнім часом інтенсивно розвивається напрям еколого-ландшафтного землекористування, що передбачає: – комплексний підхід до планування і раціонального використання земельних ресурсів. Кологізацію сучасної практики та технологій ведення господарських процесів на землі і реалізація природозберігаючих заходів для забезпечення сталого розвитку; – охорону і відтворення природних ресурсів, в тому числі земель, вод, лісів та інших природних компонентів; – оптимізацію сільськогосподарського землекористування за екологічними, економічними та технологічними чинниками.

в. Остання складова з позиції ландшафтного підходу включає: – гармонізацію просторової структури первинних ландшафтів у відповідності із напрямком господарської діяльності; – забезпеченні розмаїття просторової структури агроландшафтів; – впровадження комплексу організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних заходів, а також за допомогою застосування ресурсозберігаючих та ґрунтозахисних технологій ведення землеробства.

В останні десятиліття все частіше обговорюється концепція **адаптивно-ландшафтного землеробства (АЛЗ)**, яка полягає в **екологізації** землеробства і адаптивної його інтенсифікації; при цьому передбачається поглиблена диференціація і біологізації технологій обробітку рослин, відповідно до природних і соціально-економічними умовами (Каштанов, Лисицький, Швєбс, 1993; Кирюшин, 1993, 1997).

Під ландшафтным землеробством розуміється форма сільськогосподарської діяльності, при якій максимально використовується ресурсний потенціал земель в розрахунку на екологічну безпеку та постійне поновлення родючості ґрунтів (Екологічний енциклопедичний словник, 2000).

Методологічною основою розробки АЛЗ служить системний підхід в зіставленні вимог рослин і їх адаптивних можливостей до фактичного стану агроландшафту і перспектив регулювання його властивостей.

Науковою базою розробки є вчення про сільськогосподарську типології земель, родючість ґрунтів, структурі ґрунтового покриву (СПП), ландшафтні закономірності (Кирюшин, 1997).

Першочерговим завданням, яке необхідно вирішити для подальшої розробки АЛЗ, виступає складання ландшафтною карти, що відбиває просторову диференціацію агроекологічних умов в межах, що цікавить території.

Залежно від цілей в межах однієї і тієї ж території можна виділити різні

ландшафтні структури (Каштанов і ін. 1994): **генетико-морфологічні** (Підрозділ на морфологічні одиниці - фації, подурочіща, урочища, місцевості, ландшафти); **позиційно-динамічні** (Поясно-ярусні); **парагенетичеськие** (Зв'язність по лінії струму води); **бассейново-ландшафтні** (Спільність по гідрофункціонуванню). Для цілей обґрунтування АЛЗ найбільш інформативним типом ландшафтної структури представляється генетико-морфологічний.

При проведенні агроекологічних досліджень, а також при складанні схем внутрішньогосподарського землеустрою перевага віддається позиційно-динамічному типу.

Розробка протиерозійних заходів вимагає виявлення, поряд з позиційно-динамічної і парагенетичних, ландшафтної структури. Разом з тим, враховувати і максимально реалізувати ґрунтово-кліматичний потенціал територіально-екологічних одиниць можна лише за результатами комплексних біогеоекологічних досліджень.

В реальній дійсності основою для ландшафтної структуризації служать ґрунтові карти, матеріали ґрунтових вишукувань, які зазвичай є в господарствах або у землевпорядників. Ґрунтова карта високої інформативності (масштаб 1: 10000 і крупніше) відображає розподіл елементарних ґрунтових ареалів (ЕПА) з обов'язковим позначенням літології порід і характеру антропогенної (господарської) трансформації - зрошувані, плантажірованіє і інші перетворені землі.

Карта екології СПП - це детальна топографічна карта тієї ж території з наявністю горизонталей і гипсометрії.

Карта властивостей, що лімітують родючість, показує ступінь прояву негативних процесів (ерозії, дефляції, засоленості, скелетних і т. п.).

Карта якісної оцінки земель відображає контури ґрунтів різного рівня потенційної родючості. До мапи додаються шкали бонітету земель стосовно до конкретних сільськогосподарським культурам.

В процесі бонітування земель враховуються не тільки стійкі властивості ґрунтів, корелятивні продуктивності рослин, але і лімітуючі фактори, властиві оцінюваним різновидам. Так, при оцінці скелетних ґрунтів важливе значення має визначення «корисного» обсягу ґрунту, т. Е. Бесскелетние матеріалу, а також облік глибини залягання щільної породи.

У гірських умовах велику роль відіграють такі характеристики рельєфу, як експозиція і крутизна схилу, які також враховуються за допомогою поправочних коефіцієнтів.

Особливого підходу вимагає бонітування зрошуваних земель, так як при зрошенні відбувається зміна зональних закономірностей родючості, властивих незрошуваних ґрунтів.

**Під оптимальним рівнем родючості ґрунту розуміють такий її стан, яке забезпечує максимальне використання біокліматичного потенціалу (БКП) рослин (Ванін, 1987). Величина БКП змінюється в сортовому аспекті, що вимагає коригування агротехнічних і меліоративних прийомів. Використання так званих проблемних ґрунтів, параметри яких далекі від**

оптимальних і труднорегульованих, економічно не виправдане, а тому недоцільно. За результатами бонітування земель і з урахуванням БКП багато в чому визначається спеціалізація господарства на конкретній території. Основою розміщення сільськогосподарських культур повинна служити агроекологічна оцінка ґрунтів.

Названі вище картографічні матеріали, а також характеристика агроекологічних умов і результати оцінки дозволяють приступити до виконання типології земель.

Тип земель, по Л. Г. Раменському (1938), являє тип середовища, що визначає природну рослинність і шляхи її господарського використання. Відносно культурних рослин агроекологічний **тип земель розглядається як територія, однорідна за умовами обробітки і вимогам близьких між собою культур**. Важливим критерієм типології (угруповання) виступає схожість лімітують і близькість їх кількісних значень для групи ґрунтів одного типу земель. Операційної одиницею угруповання служить **елементарний ареал агроландшафту** (ЕАА, по Кирюшину, 1993). Межі ЕАА і ЕПА зазвичай збігаються. Розміри ЕАА можуть бути різними. Крім того, його ґрунтовий покрив може відрізнятися контрастною комплексністю, наприклад чорнозем з солонцями. Характер ЕАА визначає специфіку меліоративних і агротехнічних прийомів.

І. Кирюшин (1997) запропонував агроекологічну класифікацію земель, яка базується на «жорсткому ландшафтному каркасі». ЕАА об'єднуються цим автором в таксономічні одиниці, які ранжуються за принципом ускладнення факторів, що обмежують обробітку культур, і, відповідно, за способом подолання негативних властивостей середовища.

Таким чином, досягається інтеграція адаптивного потенціалу рослин, природно-ресурсного та виробничо-ресурсного потенціалу товаровиробників. Агроекологічна класифікація земель включає наступну ієрархію таксономічних одиниць в порядку зростання деталізації властивостей: агроекологічна група (тип земель), клас, розряд, рід, вид (ЕАА).

Допускаються додаткові підрозділи (підроду, підвиди). Агроекологічні групи виділяються по провідних чинників, що визначає напрямок сільськогосподарського використання (влагообеспеченность, засолення, литогенность і ін.). При різного ступеня прояву лімітують властивостей, що вимагає зміни в технологіях, виділяються підгрупи.

Класи виділяють по литологічним умовам, розряди - за абсолютними висотами, пологі - по крутизні схилів, підроду - по експозиції, види (ЕАА) - за категоріями мікрокомбінацій (контрастність). Далі пропонується їх ранжувати по трудомісткості і затратності використання. Підсумковим документом для розміщення сільськогосподарських культур повинна бути карта контурній мережі ЕАА з додатком пакета технологій, розроблених на основі довідкової літератури за вимогами рослин до умов зростання.

Розробка адаптивних технологій полягає в обґрунтуванні подолання тих властивостей агроландшафту, які знижують урожайність полів і погіршують

якість продукції. У міру зростання рівня інтенсифікації виробництва збільшується кількість факторів, що вимагають оптимізації, що викликає необхідність послідовного перегляду технологій.

Регулювання властивостей агроландшафту реалізується шляхом складної інтеграції сівозмін, обробки ґрунтів, добрив, різних елементів агротехніки з урахуванням їх системної взаємодії, яке виявляється в процесі багатофакторних дослідів.

Різних рівнів інтенсифікації обробітку конкретної культури відповідають різні набори сівозмін, в яких вона може оброблятися. На цьому етапі розробки і функціонування АЛЗ провідну роль, безумовно, має відігравати агрономія, тоді як картографування, типологія і оцінка земель, виявлення та контроль факторів, що лімітують, обґрунтування меліорації виконується ґрунтової службою за участю ландшафтоведів.

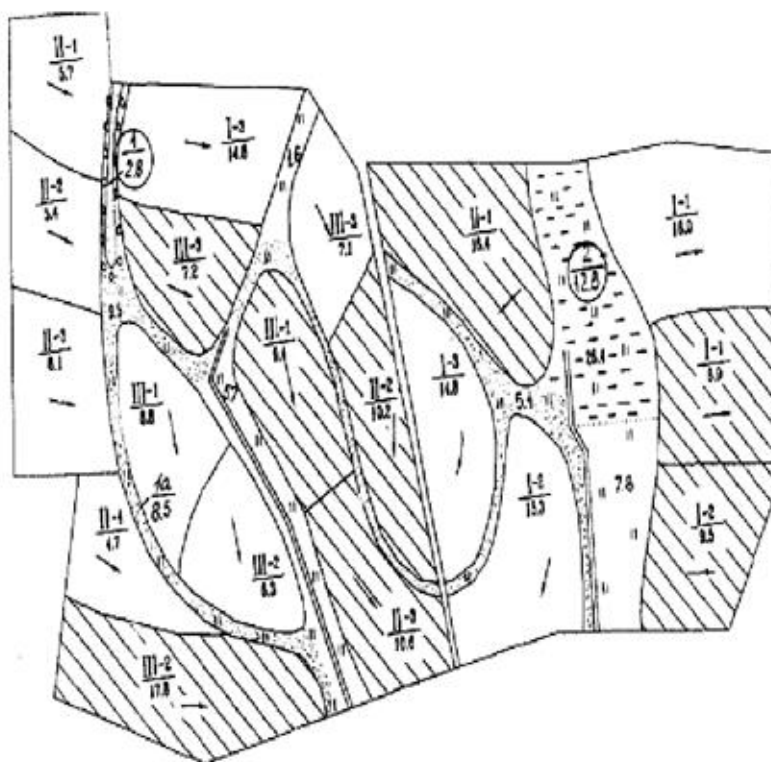
**Отже, практична розробка адаптивно-ландшафтних системземлеробства полягає в оцінці тих чи інших варіантів використання земель, у виявленні потенційно можливих обмежень для конкретного їх виду, а також в аналізі можливих екологічних наслідків.**

Легенда видів агроландшафтів території СТОВ «Агрофірма Петродолинське»

| № виду агроландшафту | Поліприма виду агроландшафту (природно-симфонічний тип агроландшафтичної структури) | Ландшафтний контур                                    | № виду агроландшафту | Поліприма виду агроландшафту (балансово-адаптований тип агроландшафтичної структури) | Ландшафтний контур                                  | № виду агроландшафту | Поліприма виду агроландшафту (інертний та вертикально-депресійний тип) | Ландшафтний контур                                  | № виду агроландшафту | Поліприма виду агроландшафту (стресово-розбалансований тип агроландшафтичної структури) | Ландшафтний контур                                  |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 1                    |                                                                                     | шаровидний (плотний) розчленований (формула 0,1/1)    | 4                    |                                                                                      | схематичний (плотний) розчленований (формула 1,2/2) | 6                    |                                                                        | схематичний (плотний) розчленований (формула 3,5/3) | 7                    |                                                                                         | схематичний (плотний) розчленований (формула 0,4/1) |
| 2                    |                                                                                     | збалансований (плотний) розчленований (формула 0,1/1) | 5                    |                                                                                      | схематичний (плотний) розчленований (формула 2,3/3) |                      |                                                                        |                                                     | 8                    |                                                                                         | схематичний (плотний) розчленований (формула 0,4/1) |

Умовні позначення:

- II-2 номер і площа поля  
5,4
- напрямок обробки ґрунту
- ґрунтозахисна сітчастість
- біоцентр
- біокоордатор
- площа біоцентру
- I-2 номер і площа біокоординатора  
6,5



Проект організації використання земель на ландшафтній основі.

### Хід роботи

1. Зробити анотований конспект теоретичного змісту практичного заняття у робочий зошит.

2. За завданням викладача, розробити рекомендації щодо запровадження елементів КМОТ та АЛСЗ на базі конкретного підприємства скориставшись нижче поданою формою зразка.

**Заходи щодо відтворення родючості ґрунтів території землекористування  
ФГ «КОЛОС»**

| № п/п | Заходи оскультурення                                                          | Зміст заходу та його кількісна характеристика                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Примітка                                                                                                                                  |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Сівозміни<br>- Польова<br><br>- Ґрунтозахисна                                 | Придатні під усі зернові, кормові, технічні і овочеві культури<br><br>Проектуються зернові культури та однорічні й багаторічні трави                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | На землях I категорії (схилах 0-3° і не змитих ґрунтах)<br><br>На землях II категорії (схилах 3-7° та на слабо і середньо змитих ґрунтах) |
| 2     | Землі під постійне залуження                                                  | Проектується посів багаторічних трав                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | На землях III категорії (схилах 7-10° та на сильно і середньо змитих ґрунтах)                                                             |
| 3     | Способи обробітку ґрунту                                                      | Застосовуваний комбінований обробіток – поєднання оранки, плоско різного чизельного і поверхневого.<br>Для покращення агрофізичних властивостей: своєчасний обробіток ґрунту, насичення сівозміни бобовими травами на сільових землях, застосування тільки безпліцевого обробітку. Всі технологічні операції з обробітку сівби, догляду, за посівами проводити тільки впоперек схилів або в напрямку близькому до горизонталей.                            | Глибоку оранку проводять переважно під просяпні культури.                                                                                 |
| 4     | Підтримуюче вапнування                                                        | В зв'язку з наявністю кислотності цих ґрунтів і декальцинацією ґрунту проводити вапнування ґрунтів в першу чергу агропромислових груп 29г, 37г, 38г                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Доза 3 т/га один раз на 10 років.                                                                                                         |
| 5     | Внесення добрив<br>- Органічні добрива<br><br>- Мінеральні добрива            | Внесення гною в нормі 12-14 т/га сівозміни для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу.<br>Внесення фосфорних і азотних добрив під технічні та овочеві культури.<br>В другу чергу застосування калійні добрива.                                                                                                                                                                                                                                         | Внесення стрічковим способом під час посіву або підживлення.                                                                              |
| 6     | Лісомеліоративні<br>- полезахисні лісосмуги<br><br>- водо регулюючі лісосмуги | Для покращення мікроклімату на полях проектується полезахисні лісосмуги. Повздовжні поєднують із довгими сторонами полів, а поперечні із короткими.<br>Розміщують на землях крутизною більше 2° впоперек схилів або під невеликим кутом до горизонталей. Віддалі між лісосмугами на схилах залежить від величини схилів. Так, при крутизні схилів 2-3° лісосмуги проектується через 400-350 м; при 4-5° – 300-250 м; на схилах 6° і більше через 250-200м. | Ширину проектних полезахисних смуг – 8 м.<br><br>Ширину водорегулюючих лісосмуг 12-15 м.                                                  |

**Зразок**

**Контрольні запитання для самоконтролю**

- Визначення агроландшафту і його основні елементи.**
- Основні негативні екологічні явища і процеси в агроландшафтах та причини їх виникнення.**
- Ерозія ґрунтового покриву та її вплив на екологічний стан довкілля.**
- Сутність екологічно збалансованого розвитку землекористування.**
- Поняття про ландшафтну територіальну структуру. Основні типи ландшафтних територіальних структур.**
- Зміст та завдання ґрунтозахисної системи землеробства.**
- Розміщення ділянок інтенсивного землеробства на схилах.**
- Суть контурно-меліоративної організації території.**
- Комплекс протиерозійних заходів та його здійснення.**
- Організаційно-господарські заходи на орних землях, їх екологічне та економічне значення.**
- Агротехнічні ґрунтозахисні прийоми обробітку ґрунту, їх види, меліоративна дія і умови застосування.**

12. Система лінійних рубежів постійної меліоративної дії в сівозмінних масивах.
13. Лісомеліоративні насадження, їх меліоративна роль і екологічне значення в агроландшафтах.
14. Фітомеліоративні заходи в ерозійно небезпечних агроландшафтах, їх екологічне та економічне значення.
15. Гідротехнічні протиерозійні споруди, їх види, меліоративне значення.
16. Землепорядкування як основа екологічно збалансованого використання земель.
17. Природні угіддя (ліси, луки, болота та інші) в агроландшафтах, їх екологічне та господарське значення.
18. Значення фауни як повноцінного компонента ландшафту.
19. Вплив природно-кліматичних умов на формування та стан агроландшафтів.
20. Елементарна ландшафтно-екологічна територіальна одиниця – визначення, зміст.
21. Критерії виділення елементарних ландшафтно-екологічних територіальних одиниць.
22. Поняття біоцентрів та біокоридорів, їх види, рівні, екологічне та господарське значення.
23. Основні економічні та екологічні показники ефективності організації території землекористування на ландшафтній основі.
24. Науково-методичні підходи до організації використання земель на ландшафтно-екологічній основі.

## ***Лабораторне заняття № 4***

***Тема:*** Диференційні адаптивні системи землеробства та відповідні їм сучасні системи обробітку ґрунту

***Тривалість – 4 год***

***Ціль:*** Опрацювання та засвоєння новітніх підходів щодо розробки систем обробітку ґрунту з урахуванням плідності клімату та ґрунтового покриву з врахуванням ресурсного забезпечення підприємств.

***Допоміжні матеріали:*** роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, вихідні дані по підприємствах.

***Питання до теми:*** 1. Сформулювати завдання щодо сучасних систем обробітку ґрунту в Україні.

2. Порівняльне співставне вивчення різних новітніх систем землеробства та відповідних їм систем обробітку ґрунту.

3. Оцінити придатність ґрунтового покриву України щодо запровадження різних систем землеробства та обробітку ґрунту.

4. Намітити конкретні рекомендації щодо запровадження нових систем землеробства та систем обробітку ґрунту на базі конкретного с.-г. підприємства.

### **Теоретична частина**

#### ***Системи обробітку ґрунтів України***

Інтенсифікація і особливо хімізація землеробства в останні 100 років значно підвищили врожайність сільськогосподарських культур, проте разом з цим призвели до дуже серйозних негативних наслідків.

Антропогенний вплив на ґрунти спричиняє їх деградацію, особливо дегуміфікацію, зменшує продуктивність земель сільськогосподарського призначення. В Україні в перехідний період до ринкової економіки ці питання особливо загострилися внаслідок використання землі як єдиного засобу існування в умовах виживання за рахунок природної родючості ґрунтів, без компенсації витрат.

Серед сучасних умов, що визначають ефективність сільськогосподарського виробництва, важливе значення мають вдосконалені системи землеробства.

Складовою частиною їх є біологізовані сівозміни, ґрунтозахисні технології обробітку, збалансовані та науково обґрунтовані системи удобрення. Всі ці прийоми спрямовані на оптимізацію ґрунтових факторів, енергозбереження і охорону навколишнього середовища, відвернення деградаційних змін і забруднення.

Важливим елементом системи землеробства є система обробітку ґрунту. Значення механічного обробітку ґрунту зумовлене дією на всі його властивості та наявність у ньому земних факторів життя рослин, які визначають родючість. Неправильно проведений обробіток ґрунту завдає йому значної шкоди, знижуючи потенційну й ефективну родючість.

Спостереженнями вчених встановлено рівні впливу на врожайність вирощуваних культур агротехнічних заходів при сумісному їх застосуванні: удобрення ґрунту – 50, обробіток – 20, сорти – 10, захист від шкідливих організмів – 20%.

Не випадково відомий вчений-землероб Стебут І.А. наголошував: „Земля - то наша Батьківщина. Обробляти землю - значить служити Батьківщині” Запобігти помилкам в обробітку ґрунту можна знанням наукових основ, урахування яких забезпечує виконання поставлених перед ним завдань.

Обробіток ґрунту під сільськогосподарські культури обумовлюється морфологічними та біологічними особливостями рослин та природно-кліматичними умовами. Він має забезпечити оптимальний водно-повітряний і поживний режими орного шару, знищення бур'янів, заробляння рослинних поживно-коренових решток та добрив, вирівнювання і ущільнення ґрунту, а також створення умов для якісної роботи посівних агрегатів, обприскувачів і збиральної техніки.

Механічний обробіток ґрунту в умовах екстенсивного землеробства створює дефіцитний баланс гумусу. Процеси перетворення органічної речовини ґрунту втрачають акумулятивний і набувають мінералізаційного напрямку.

Обробіток ґрунту за своєю дією на рівень вмісту органічної речовини ґрунту - не менш вагомий фактор, ніж культура польових рослин. Розміри втрат за механічного обробітку можуть в 10-15 разів перевищувати втрати від мінералізації. Від систем обробітку залежить розподіл у ґрунті рослинних решток і добрив. Тому обробіток ґрунту повинен регулювати баланс гумусу, покращувати агрофізичні, біологічні і агрохімічні властивості ґрунтів.

У країні тепер 48 % ріллі піддається негативному впливу водної та вітрової ерозії. Інтенсивність ерозійних процесів нині перевищує природне ґрунтоутворення у 2-10 разів. Негативної дії зазнають ґрунти й від фізичної ерозії, яка проявляється в їх переущільненні під впливом проходів на полях тракторів і сільськогосподарських машин. За сучасних інтенсивних технологій кількість проходів агрегатів на полях сягає 8–16, а переущільнення ґрунту при цьому поширюється на глибину 60–100 см.

Перелічені явища, а також економічні мотиви зумовили пошуки та обґрунтування напрямів мінімалізації механічного впливу на ґрунт і зокрема заходів ощадливого використання ґрунтової родючості. Реальними напрямами мінімалізації обробітку ґрунту і послаблення негативної дії на нього засобів механізації є такі:

використання комбінованих агрегатів;

практика широкозахватних агрегатів для зменшення кількості їх проходів полем;

заміна полицевих обробітків менш витратними безполицевими і поверхневими;

використання на весняних польових роботах гусеничних тракторів або колісних, але з широко профільними шинами;

обґрунтована заміна механічних обробітків застосуванням гербіцидів.

Обробляти ґрунт треба так, щоб досягти поставлених завдань без зайвих витрат. Звичайно, кожному господареві слід зважати, що мінімальний обробіток ґрунту має забезпечити оптимальні умови для рослин.

Мінімалізації обробітку ґрунту краще відповідають ґрунти легкого і середнього гранулометричного складу, чисті від бур'янів. Особливої уваги заслуговують системи обробітку ґрунту при забрудненні ріллі радіонуклідами. В цих умовах для запобігання міграції радіонуклідів важливими є протиерозійні заходи, які зменшують дефляцію і явища поверхневого та внутрішньогрунтового стоків.

Не менш важливе проведення початкової двохярусної та плантажної оранки для загортання забрудненого шару й наступних систематичних безполицевих обробітків. При цьому забрудненість кореневмісного шару цезієм зменшується у 20–30 разів, а вирощеної продукції радіонуклідами – в 4–8 разів. У процесі дії на ґрунті знарядь його обробітку можливі такі технологічні операції: ущільнення, розпушування, подрібнення, перемішування, обертання, вирівнювання.

Охорона та відтворення родючості ґрунтів можливе при поверненні у ґрунт поживних речовин і органічної речовини у вигляді гною та мінеральних добрив. Проте цього недостатньо для розширеного відтворення родючості ґрунтів.

Для поповнення запасів органічної речовини у ґрунті необхідно залишати на землі пожнивні рештки: стерню, подрібнені стебла кукурудзи, соняшнику, люпину тощо. Вони захищають ґрунт від руйнівних дощових крапель, попереджують виникнення і розвиток водної та вітрової ерозії, непродуктивне випаровування вологи з поверхні, утворення ґрунтової кірки, сприяють снігозатриманню і накопиченню вологи в ґрунті, поповнюють запаси органічної речовини.

Упродовж останніх років в Україні поступово склалася так звана „комбінована” система обробітку ґрунту, яка полягає у використанні плуга, плоскорізу, чизеля та інших знарядь. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов

і вирощуваної культури технології обробітку розрізняються за глибиною, кількістю операцій та набором знарядь.

При цьому встановлені позитивні і негативні сторони „комбінованого” обробітку.

Позитивні сторони:

- оброблюваний шар забезпечує рослинам оптимальний розвиток кореневої системи і використання мінеральних добрив;

- глибоке внесення органічних добрив сприяє підвищенню коефіцієнтів їх гуміфікації;
- можливість очищення ґрунтів від бур'янів за умов дотримання рекомендованої технології;
- за умов невисоких цін на паливо така система обробітку гарантує високу рентабельність рослинницької галузі і високі врожаї більшості польових культур.

Негативні сторони:

- знеструктурування ґрунтів;
- підвищенні втрати органічної речовини як наслідок незахищеності верхнього шару ґрунту від дії води і вітру та тривалого перебування у аеробному стані;
- переущільнення підорного (восени) і передпосівного (навесні) шарів;
- перевитрати пального за рахунок великої кількості окремих технологічних операцій;
- за умов високих цін на паливо комбінована система знижує рентабельність і не сприяє конкурентоспроможності виробництва.

Отже, системи обробітку ґрунту повинні враховувати рельєф місцевості, зволоження та гранулометричний склад ґрунтів та їх гумусованість, склад вирощуваних сільськогосподарських культур та їх попередників, потенційну небезпеку появи водної та вітрової ерозії.

Узагальнюючи проведений аналіз літературних джерел можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз історичних фактів і відсутність міжнародної узгодженості в деяких питаннях обробітку ґрунту вказують на можливість ряду помилок при оцінюванні систем обробітку в світовому масштабі та в Україні. На наш погляд більш тривалим періодом є використання не полицевого обробітку, а скоріше різного роду розпушувачів. В існуючих вітчизняних стандартах технології обробітку ґрунту потребують подальшої класифікації за ступенем інтенсивності, що надасть більшої деталізації і розуміння змісту відомим системам обробітку.

2. Напрямок ресурсозбереження при виборі систем обробітку ґрунту часто ототожнюється з його мінімізацією, що за даними чисельних досліджень спричиняє як позитивні, так і негативні наслідки. Надто високий рівень інтенсифікації, як і спрощення систем обробітку ґрунту, однаково згубно діють на комплексну оцінку технологій. У зв'язку з цим проблеми ресурсозбереження мають високу актуальність, практичну значимість і необхідність подальшого вивчення.

3. Найбільш узгодженим в наукових колах напрямом ресурсозбереження є розробка і застосування диференційованих систем обробітку ґрунту в сівоzmіах, склад і ступінь інтенсивності яких залежить від цілого комплексу факторів, адаптації цих систем до місцевих умов. Вдалий підбір прийомів і технологій обробітку в сівоzmіах сприятимуть вирішенню проблемних

питань забезпечення продукцією населення планети, збереження екології і природної сталості, а також соціальної стійкості і розвитку населення.

### ***Технології землеробства***

комбінована

технології зі зниженим застосуванням агрохімікатів (low-input)

інтегрована підтримувальна система (integratedmaintainingfarming)

мінімальна (minimal)

нульова (no-till)

точна (preciseagriculture)

пряма сівба (directsowing)

консервативне землеробство (conservationagriculture)

органічне землеробство (organicfarming)

### ***Комбінована система***

Використання плугу, плоскоріза, чизеля і інших знарядь, що обертають або не обертають скибу. Залежно від регіону і вирощуваної культури

Технології розрізняють за глибиною обробітку, кількістю операцій, асортиментом знарядь

#### ***Позитивні сторони комбінованої системи:***

- ◆ гомогенний оброблюваний шар, сприятливий для переважної більшості культур, акумуляції вологи, ефективного використання мінеральних добрив;
- ◆ підвищений коефіцієнт гуміфікації внаслідок глибокого приорювання гною;
- ◆ можливість очищення поля від бур'янів;
- ◆ гарантування високої рентабельності виробництва (за умови прийнятних цін на паливо)

#### ***Негативні сторони комбінованої системи:***

- ◆ втрати гумусу і як наслідок знеструктурування і розвиток ерозії; ◆ переущільнення орного (восени) і підорного (весною) шарів ґрунту; ◆ перевитрати палива за рахунок великої кількості окремих операцій; ◆ неконкурентність виробництва за умови високих цін на паливо

### ***Технології зі зниженим застосуванням агрохімікатів (low-input)***

головним чином пестицидів, особливо за вирощування найбільшрозповсюдженої культури – озимої пшениці. Розповсюджена в західно- і північно-європейських країнах

### ***Інтегрована підтримувальна система (integratedmaintainingfarming)***

У середньому біля 50% фунгіцидів і гербіцидів, 40% інсектицидів і 20% мінеральних добрив проти стандартних величин. Вживається у сівоzmінах з переважанням зернових культур.

### ***Мінімальна система (minimalsystem):***

технологічні заходи, що стримують надмірну мінералізацію гумусу, знижують інтенсивність механічного руйнування структури, дозволяють економити ресурси

### ***Напрямки мінімалізації:***

зменшення глибини і кількості операцій;  
застосування комбінованих машин;  
суміщення операцій;  
маршрутизація машинно-тракторних робіт  
***Грунтово-технологічні передумови мінімалізації:***  
співпадання параметрів рівноважної і оптимальної щільності будови  
орного (посівного) шарів ґрунту;  
висока культура землеробства.

### Система точного землеробства (PreciseAgriculture):

Здійснення агротехнічних операцій (обробітку, внесення добрив, засобів захисту рослин тощо) з урахуванням просторової неоднорідності властивостей ґрунтів.

#### Вихідні дані для освоєння точних технологій

| Індикатор просторової неоднорідності ґрунтів поля | Агротехнологічна операція | Загальна площа поля, га | Агротехнологічні групи ґрунтів поля з різним рівнем родючості, площа, га |    |   |
|---------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----|---|
|                                                   |                           |                         | 1                                                                        | 2  | 3 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                     | Основне внесення          | 31                      | 9                                                                        | 22 | 0 |
| K <sub>2</sub> O                                  | Так само                  |                         | 28                                                                       | 3  | 0 |
| pH                                                | Вапнування                |                         | 14                                                                       | 11 | 6 |
| Уміст брил у посівному шарі                       | Передпосівний обробіток   |                         | 16                                                                       | 12 | 3 |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>                     | Основне внесення          | 30                      | 30                                                                       | 0  | 0 |
| K <sub>2</sub> O                                  | Так само                  |                         | 30                                                                       | 0  | 0 |
| pH                                                | Вапнування                |                         | 12                                                                       | 18 | 0 |
| Уміст брил у посівному шарі                       | Передпосівний обробіток   |                         | 15                                                                       | 12 | 3 |

*Агротехнологічні групи: 1 – із сприятливими властивостями ґрунтів. Припустима відмова від виконання будь-яких агротехнологічних операцій, 2 – із звичайною або мінімальною агротехнологією; 3 – з поліпшеною (насиченою заходами) агротехнологією.*

#### Попередні нормативи фізичних властивостей оброблюваного шару для обґрунтування інтенсивності механічного обробітку\*

| Показник                                                                            | Якісна оцінка оброблюваного шару         | Рекомендації щодо інтенсивності обробітку                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Кількість брил у посівному шарі, %:<br><5<br>5-15<br>>15                            | сприятлива<br>задовільна<br>незадовільна | обробіток не потрібний<br>помірний обробіток<br>обробіток інтенсивний |
| Щільність будови у посівному шарі, г/см <sup>3</sup> :<br><1,2<br>1,2 – 1,3<br>>1,3 | сприятлива<br>задовільна<br>незадовільна | обробіток не потрібний<br>помірний обробіток<br>інтенсивний           |
| Твердість у плужній підшві, кгс/см <sup>2</sup> :<br><20<br>20-40<br>>40            | сприятлива<br>задовільна<br>незадовільна | обробіток не потрібний<br>так само<br>інтенсивний                     |

**Витрати палива і праці на виконання плужного, зменшеного і нульового обробітку в Данії, Франції і Німеччині**

| Показники               | Країни    | Плужний                                              | Зменшений                                           | Нульовий |
|-------------------------|-----------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------|
| Витрати палива, літр/га | Данія     | 40-50                                                | 18-35                                               |          |
|                         | Франція   | Глинисті ґрунти: 75-105;<br>суглинкові ґрунти: 26-38 | Глинисті ґрунти: 18-29;<br>суглинкові ґрунти: 12-25 | 12-24    |
|                         | Німеччина | 35                                                   | 14-25                                               | 6        |
| Витрати праці, год./га  | Данія     | 2-3                                                  | 1,1-1,7                                             | 0,8-1,0  |
|                         | Франція   | 2                                                    | 1,5                                                 | 0,5-1,0  |
|                         | Німеччина | 2                                                    | 0,8-1,0                                             | 0,4      |

**Реакція польових культур на нульовий обробіток з урахуванням гранскладу ґрунту**

| Грансклад           | Культури      |                   |             |
|---------------------|---------------|-------------------|-------------|
|                     | Озима пшениця | Яра пшениця, овес | Ярий ячмінь |
| Глинистий           | 11            | 1                 | 0           |
| Важкосуглинковий    | 3             | 2                 | 1           |
| Середньосуглинковий | 3             | 2                 | 1           |
| Легкосуглинковий    | 1             | 1                 | 0           |
| Піщаний, пілуватий  | 1             | 0                 | 0           |

***Вплив опадів на придатність ґрунту до нульового обробітку***

| Грансклад           | Кількість опадів |         |        |
|---------------------|------------------|---------|--------|
|                     | низька           | середня | висока |
| Глинистий           | 21               | 1       | 0      |
| Важкосуглинковий    | 3                | 2       | 1      |
| Середньосуглинковий | 3                | 2       | 1      |
| Легкосуглинковий    | 2                | 1       | 0      |
| Піщаний, пілуватий  | 1                | 0       | 0      |

Придатність ґрунту: 3 – висока; 2 – середня; 1 – низька; 0 – ґрунт непридатний.

**Вплив умов дронування місцевості на придатність ґрунту до нульового обробітку**

| Грансклад           | Умови дронування місцевості |         |        |
|---------------------|-----------------------------|---------|--------|
|                     | добрі                       | середні | погані |
| Глинистий           | 21                          | 1       | 0      |
| Важкосуглинковий    | 3                           | 2       | 2      |
| Середньосуглинковий | 3                           | 2       | 2      |
| Легкосуглинковий    | 2                           | 1       | 1      |
| Піщаний, пілуватий  | 1                           | 0       | 0      |

Придатність ґрунту: 3 – висока; 2 – середня; 1 – низька; 0 – ґрунт непридатний.

**Пряма сівба (direct sowing):**

Сівба безпосередньо у необроблений ґрунт. Відрізняється від нульової технології тим, що періодично переривається оранкою або поверхневим обробітком.

**Консервативне землеробство (conservation agriculture):**

Технології землекористування, що спрямовані на максимально можливе збереження біорізноманіття, складу і властивостей ґрунту, захист від деградаційних процесів (ерозії, втрати гумусу, переуцільнення тощо)

Згідно концепції КЗ зменшується кількість і глибина механічних обробітків, коригується структура угідь і сівозмін на користь ґрунтозберезувальних культур, балансується живлення рослин за рахунок природних джерел.

Останній напрям ґрунтохоронних технологій отримав найбільше визнання практично у більшості європейських країн, США і Канаді.

**Органічне землеробство (organic farming)**

Технології вирощування культур і переробки продукції в екологічно. Чистих умовах (без застосування агрохімікатів, при компенсації дефіцитного балансу біогенних елементів у ґрунті за рахунок природних джерел).

**Біологічне землеробство:**

Запропоноване Лемер-Бурше в 1964 році.

**Характерна особливість:** відмова від застосування мінеральних добрив і пестицидів .

**Передбачає :**

- використання органічних добрив, пожнивних решток та сидератів;
- запровадження сівозмін з ощадливим насиченням провідними культурами;

- Захист від шкідників і хвороб за рахунок застосування запобіжних заходів та нетоксичних (відвари ромашки, часнику, тютюну) і біодинамічних препаратів (настої з кропиви, хвощу чи полину гіркого);
- боротьбу з бур'янами за рахунок механічних чи електромагнітних заходів.

### ***Біоорганічне землеробство:***

Засноване Х.Рушолем і Х.Мюллером, поширене в Швейцарії та Швеції.

**Характерна особливість:** контроль природного кругообігу речовин в агроecosистемах окремого господарства.

#### **Передбачає:**

- застосування заходів по активізації живої фази ґрунту;
- насичення сівозмін бобовими культурами;
- використанні органічних добрив, сидератів та післяжнивних решток та обмежену кількість окремих видів мінеральних повільнодіючих добрив (калімагnezія тощо);
- мінімалізацію обробітку ґрунту;
- не хімічні засоби захисту від шкочочинних об'єктів.

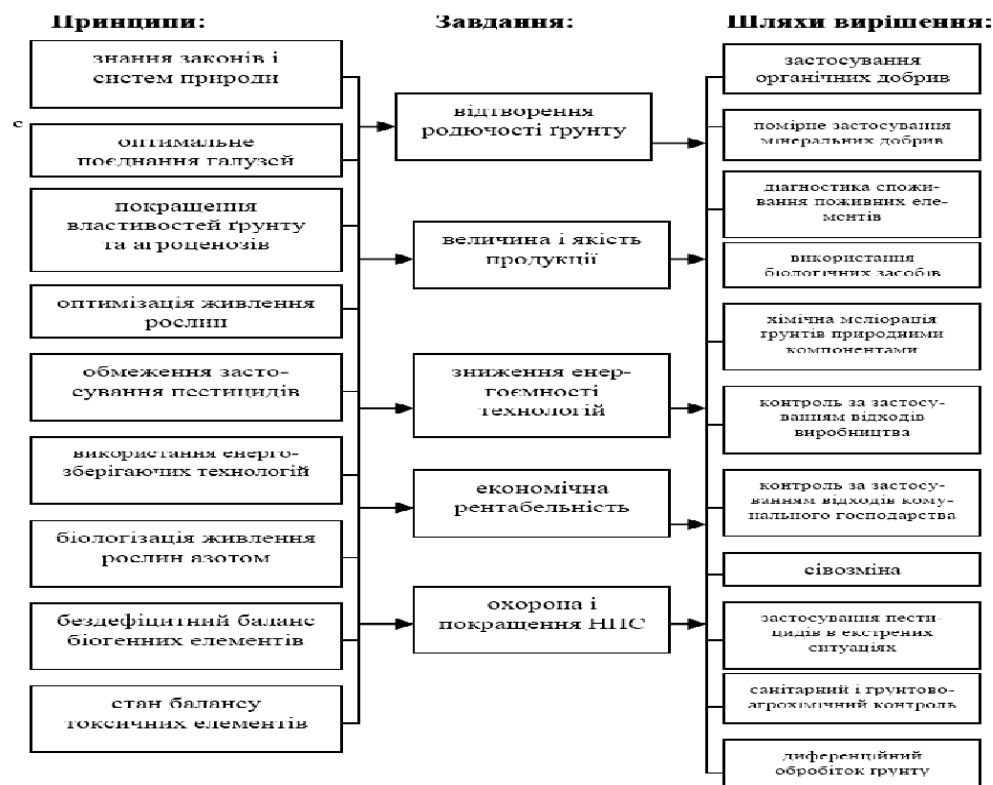
### ***Біодинамічне землеробство:***

Запропоноване Р.Штайнером (1924р.) і О.Чижевським (1976).

**Характерна особливість:** раціональне використання земельних і космічних факторів у сільськогосподарському виробництві.

#### **Передбачає:**

- проведення агротехнічних заходів із врахуванням цілісних ритмів Землі;
- використання спеціальних біодинамічних препаратів.
- приготування гумусних препаратів з рогів тварин і гною.
- кремнієві - з рогів і розмеленого кварцу.
- компостні препарати – з деревію, кропиви, ромашки, дубової кори, валеріани які змішуються з гноєм.
- боротьба з шкочочинними об'єктами без хімічного втручання.



## Завдання біологічного землеробства та способи їх вирішення

### Складові органічного землеробства:

- Збереження біорізномайття (до 5 % території – непорушені ландшафти);
- Насичення сівозміни бобовими культурами;
- Обов'язкове використання сидератів;
- Удобрення за рахунок лише органічних добрив;
- Використання сортів і гібридів з підвищеною стійкістю до шкочочинних об'єктів;
- Застосування безгербіцидних технологій контролю бур'янів;
- Використання нових високопродуктивних знарядь для обробітку ґрунту та догляду за посівами;
- Економічно обґрунтоване виробництво екологічно чистої продукції.

### Основні напрямки реалізації органічного та біологічного землеробства

1 – застосування ґрунтозахисних технологій, при яких обробіток під всі культури ведеться на глибину посівного ложа (до 5 см), а поверхня ґрунту мульчується післязливними рештками. Технічне забезпечення ґрунтозахисних технологій базується на застосуванні широкозахватних важких дискових борін, широкозахватних важких культиваторів, кільчасто-шпорових котків і зернових пресових сівалок або сівалок прямого посіву.

2 – відтворення родючості ґрунтів проводиться за рахунок органічних добрив, таких як гній, нетоварна частка врожаю (солома зернових і зернобобових, подрібнені стебла соняшнику, кукурудзи, сорго, гичка, огуд тощо), а також післязливні посіви сидератів.

3 – норми внесення органічних добрив у розрахунку на напівперепрілий гній складають не менше 24-26 т/га сівозмінної площі. Коефіцієнт перерахунку на напівперепрілий гній становить для пожнивних решток – 5, для сидеральних добрив – 1,5.

4 – синтетичні мінеральні добрива не застосовуються. Винесення рослинами фосфору і калію у перші роки запровадження технології компенсувалось переведенням важкодоступних і недоступних їх форм у доступні для рослин, а в подальшому – внесенням фосфоритного борошна та силвініту. Винесення азоту компенсується введенням у структуру посівів 20% багаторічних бобових трав. А при залишенні на полях нетоварної частки врожаю на кожну тону пожнивних решток вносять 10 кг діючої речовини азоту. Синтетичні азотні добрива, які вносяться у ґрунт при використанні нетоварної частки врожаю, за два тижні компостування з післяжнивними рештками повністю перетворюються в органічний азот.

5 – застосовуються агротехнічні заходи для захисту посівів від бур'янів (культивация, напівпар) і посіви післяжнивних сидератів із Хрестоцвітих, які мають алелопатичний вплив на бур'яни. Захист посівів від шкідників і хвороб здійснюється агротехнічними, профілактичними і біологічними методами.

6 – проводиться корекція структури землекористування та моделювання оптимальної структури посівів.

#### Загальний світовий обсяг сільськогосподарських угідь із застосуванням консервуючого обробітку ґрунту

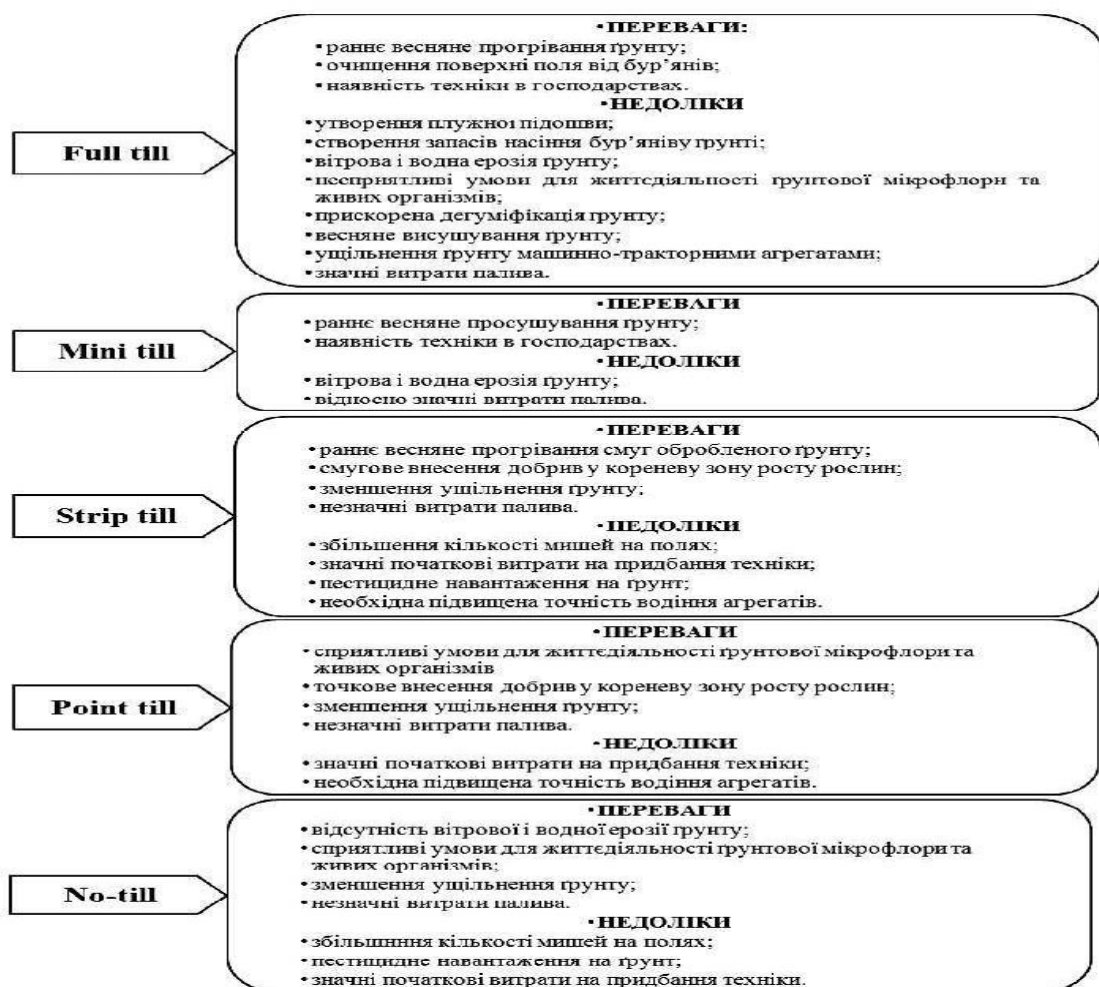
| №<br>з/п | Країна                          | С.-г. площі під<br>консервуючим обробітком<br>(1000 га) | Площі під консервуючим<br>обробітком у % до<br>конвенційного обробітку (%) | Рейтинговий порядок<br>(як % від площі під<br>конвенційним обробітком) |
|----------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Сполучені Штати Америки         | 26,500                                                  | 16                                                                         | 9                                                                      |
| 2        | Аргентина                       | 25,553                                                  | 80                                                                         | 1                                                                      |
| 3        | Бразилія                        | 25,502                                                  | 37                                                                         | 3                                                                      |
| 4        | Австралія                       | 17,000                                                  | 36                                                                         | 4                                                                      |
| 5        | Канада                          | 13,481                                                  | 26                                                                         | 7                                                                      |
| 6        | Росія                           | 4,500                                                   | 4                                                                          | 16                                                                     |
| 7        | Китай                           | 3,100                                                   | 2                                                                          | 17                                                                     |
| 8        | Парагвай                        | 2,400                                                   | 62                                                                         | 2                                                                      |
| 9        | Казахстан                       | 1,850                                                   | 7                                                                          | 13                                                                     |
| 10       | Болівія                         | 708                                                     | 18                                                                         | 8                                                                      |
| 11       | Уругвай                         | 655                                                     | 34                                                                         | 5                                                                      |
| 12       | Іспанія                         | 650                                                     | 4                                                                          | 15                                                                     |
| 13       | Україна                         | 600                                                     | 2                                                                          | 19                                                                     |
| 14       | Південно-Африканська Республіка | 388                                                     | 2                                                                          | 18                                                                     |
| 15       | Венесуела                       | 300                                                     | 9                                                                          | 11                                                                     |
| 16       | Франція                         | 200                                                     | 1                                                                          | 20                                                                     |
| 17       | Замбія                          | 200                                                     | 6                                                                          | 14                                                                     |
| 18       | Чілі                            | 180                                                     | 10                                                                         | 10                                                                     |
| 19       | Нова Зеландія                   | 162                                                     | 30                                                                         | 6                                                                      |
| 20       | Фінляндія                       | 160                                                     | 7                                                                          | 12                                                                     |
|          | Разом                           | 124,067                                                 |                                                                            |                                                                        |
|          | Інші                            | 1,000                                                   |                                                                            |                                                                        |

Джерело: FAO Aquastat, 2012[6], власне опрацювання автора

**Площі ґрунтів з умовами, потенційно придатними до впровадження різних способів обробітку**

| Класи ґрунтово-технологічних умов, що визначають можливий ступінь мінімалізації обробітку | Площа ріллі |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
|                                                                                           | %           | млн.га |
| Нульовий обробіток                                                                        | 18,3        | 5,49   |
| Мінімальний обробіток                                                                     | 43,4        | 13,01  |
| Звичайна зональна технологія з максимальним насиченням елементами мінімалізації           | 14,1        | 4,22   |
| Звичайна зональна технологія з елементами мінімалізації                                   | 1,3         | 0,38   |
| Звичайна зональна технологія                                                              | 21,3        | 6,4    |
| Нема даних                                                                                | 1,6         | 0,49   |

1) Площа орних ґрунтів = 30 млн. га



## **Системи землеробства No-till базується на наступних загальних концептуальних положеннях:**

- ґрунт, як живий організм, найкраще розвивається при міні-мальному його порушенні людиною;
- значна частина типів ґрунтів за фізичними властивостями повністю відповідає вимогам основних сільськогосподарських культур і ґрунт не потребує механічного обробітку, як засобу зміни фізичних властивостей в сприятливому для культур напрямку;
- ефективний контроль бур'янів в агрофітоценозах з успіхом можна проводити без застосування механічних заходів обробітку ґрунту;
- найкращим засобом збереження і підвищення родючості ґрунту є залишення всієї побічної продукції на поверхні ґрунту;
- наявність рослинних решток на поверхні ґрунту становиться засобом контролю негативного прояву водної і вітрової ерозії.

Мінімальний, а особливо нульовий обробіток ґрунту – елемент інтенсивних агротехнологій, він можливий при достатньому забезпеченні добривами, пестицидами в оптимальних сівозмінах при високій культурі землеробства та при наявності високопрофесійних технологів. Всім відомо, що при низькій культурі землеробства, браку виробничих ресурсів, пропаганда мінімізації ґрунтообробітку призводить до негативних наслідків. Так, в останні десятиріччя в Україні внаслідок занепаду сільського господарства з'явилась велика кількість погано оброблюваних земель, тобто пройшла спонтанна мінімізація обробітку ґрунту, яка немає ніякого відношення до наукової мінімізації.

Окрім цього, у світі, а також в Україні проявляється загальна тенденція до зниження інтенсивності обробітків ґрунту не тільки з метою економії матеріальних і енергетичних ресурсів, а й у зв'язку із загальною тенденцією зменшення чисельності працездатного населення у сільській місцевості, що змушує скорочувати технологічний цикл робіт, використовувати більш продуктивні широкозахватні агрегати з метою підвищення продуктивності праці у сільському господарстві, яке забезпечується, зокрема, технологіями мінімального обробітку ґрунту. Крайнім проявом цього технологічного напрямку є сівба у попередньо необроблений ґрунт, або «нульовий» обробіток.

Однією з основних передумов запровадження мінімальних технологій є широке застосування різних гербіцидів, зокрема, системних препаратів суцільної дії, перш за все з групи гліфосатів. Адже зменшення витрат енергії у вигляді паливно-мастильних матеріалів при скороченні обробітку ґрунту приходить компенсувати витратами енергії на боротьбу з бур'янами, тобто використовувати гербіциди. А з підвищенням умов зволоження зростає використання фунгіцидів. Підсилення дефіциту мінерального азоту при мінімалізації потребує його компенсації з використанням добрив. Таким чином, енергозберігаючий ефект мінімалізації обробітку ґрунту повинен оцінюватися не по економії паливно-мастильних матеріалів, як це часто робиться, а по різниці економії енергії паливно-мастильних матеріалів і компенсуючи витрати енергії при використанні пестицидів і добрив.

у Цярізниця у посушливих умовах, як правило, на користь енергозбереження при мінімалізації, але з підвищенням коефіцієнту зволоження зменшується.

Зональні особливості застосування технологій мінімального обробітку визначаються особливостями ґрунтового покриття. Мінімалізація доцільна на ґрунтах із рівноважною щільністю, близькою до оптимальної для вирощування польових культур, на цих ґрунтах інтенсивність обробітку може бути меншою, а від певних прийомів можна відмовитися взагалі. Мілкий обробіток є перспективним і відносно просто запроваджується на структурних, добре дренованих ґрунтах, зокрема чорноземах.

Мінімальний обробіток ґрунту представляє собою високоефективний агро меліоративний прийом затримання і збереження ґрунтової вологи випадających опадів. Річний вологонакопичуючий ефект його становить 30-50 мм, у зв'язку з чим він стабілізує землеробство, особливо під час сильних посух. Тому найбільш перспективною зоною для запровадження мінімального та «нульового» обробітку є зона Степу, значна частина Правобережного Лісостепу.

Світова тенденція до мінімалізації обробітку ґрунту нині зумовлена не тільки спробою зменшити витрати матеріальних ресурсів і праці на обробіток ґрунту, а скільки можливістю управління культурними ґрунтоутворними процесами і вихід на розширене відтворення ґрунтової родючості, яке є нереальним за постійного полицевого обробітку.

За твердженням Н. К. Шикули і Г. В. Назаренка, беззмінний мінімальний обробіток ґрунту забезпечує розвиток процесів саморегуляції ґрунтових аналогів цілини, сприяючи накопичення у верхній частині профілю ґрунту органічних речовин, поживних елементів і акумульованої енергії, що разом з раціональною антропогенною дією на ґрунт створює основу для розширеного відтворення родючості чорнозему.

За мінімального обробітку зростає коефіцієнт гуміфікації органічних речовин. Річний діапазон зміни його вмісту в ґрунті чорнозему типового в Лісостеповій зоні становив 0,27-0,50 абсолютного проценту, що еквівалентно по коефіцієнту гуміфікації одиничному внесенню на 1 га 400-500 т гною. Мінімальний обробіток дозволяє використовувати для відтворення родючості чорнозему, окрім гною, якого не вистачає, менш цінну частину врожаю: солом, стебла, гичку і інші рослинні рештки. За мінімального обробітку зміщується максимум вмісту органічних речовин ґрунту в верхні шари, які є найбільш важливими частинами ґрунтового профілю для росту і розвитку польових культур.

Мінімальний обробіток чорноземних ґрунтів може забезпечити стійкі врожаї у сівозміні навіть в перші роки його використання за умови застосування підвищених доз органічних і мінеральних добрив, а також ефективних засобів захисту рослин. Встановлено, що чим довше застосовується систематичний мінімальний обробіток ґрунту, тим вища урожайність польових культур.

В останні десятиліття XX ст.-початку XXI ст. і до наших часів в агропромисловому виробництві часто використовують комбіновані

грунтообробні агрегати. Комбінований обробіток ґрунту – прийом обробітку ґрунту складними ґрунтообробними машинами, які виконують за один прохід агрегату декілька технологічних операцій. Наприклад, здійснюють основний і передпосівний обробіток, а в окремих випадках навіть одночасний посів насіння польових культур, що дає можливість економити ресурси, трудові витрати та час.

Спочатку такі знаряддя були у вигляді комбінованих ґрунтообробних агрегатів КА-3,6, АКП-2,5, РВК-3,6. Нині такі агрегати представлені широким набором різних моделей і модифікацій як вітчизняного, так і закордонного виробництва. Наприклад, комбіновані глибокорозпушувачі для основного обробітку ґрунту SIMBA SLD 460 зі схемою робочих органів диски – культиваторні лапи – диски – котки, дисково – чизельні агрегати ДИЧ-3,1, ДИЧ-5,2 з поєднанням дискових і чизельних знарядь. Для передпосівного обробітку ґрунту вітчизняні АК-6, АК-7 та закордонні AMAZONE Centaur 3001 Special з поєднанням культиватора та дискової борони. Заслужують на увагу і посівні комбіновані комплекси KVERNELAND ACCORD MSC – 3 та вітчизняний посівний комплекс «Вектор – 4» виробництва «Велес Агро» м. Одеса, який поєднує одночасний обробіток ґрунту і посів, включає сівалку ZTS-4N та дисковий агрегат АГН-4,2, які також можуть використовуватися окремо.

Позитивно зарекомендувала себе технологія, що ґрунтується на використанні ґрунтообробно-посівних комплексів типу AMAZONE, основними складовими яких є роторний культиватор активної дії, гумовий ущільнюючий коток і змінна навісна сівалка для суцільного і широкорядного посіву. Вони забезпечують якісну підготовку насінневого ложа за один прохід агрегату, водночас сепарують і оструктурюють ґрунт, при цьому грубіші фракції (10-30 мм) залишаються на поверхні, що істотно посилює протиерозійну стійкість агрофону.

Комплекси надійно працюють на перезволожених фонах і забезпечують сівбу ярих зернових колосових культур у надранні строки в необроблений з осені ґрунт, що в подальшому істотно зменшує негативний вплив посушливої погоди на рослини.

Комбіновані посівні агрегати перспективні для використання на еродованих і ерозійноподатливих землях, при пересіві озимини, підсіві луків і пасовищ. Можливості застосування цих технічних засобів суттєво обмежуються при поєднанні кількох несприятливих факторів (зневоднений ґрунт, присутність багаторічних бур'янів тощо).

Землеробство України на сучасному етапі увійшло в період кардинальних змін, доказом цього є спроба запровадження найновіших технологій, зокрема, нульового обробітку ґрунту, або «прямої» сівби в попередньо необроблений ґрунт та поява генетично модифікованих польових культур. Безпосередня сівба, нульовий обробіток ґрунту – це спосіб сівби без попереднього обробітку в стерню або післяжнивні рештки рослин. Нульовий обробіток передбачає повну відмову від суцільного спущування скиби за

винятком операції з підготовки насіннєвого ложа одночасно з сівбою спеціальними сівалками прямої дії.

Система нульового обробітку ґрунту в сівозміні у світовій практиці отримала назву «no-till», що в перекладі з англійської мови означає «не орати». Система землеробства «no-till» – це комплекс організаційних, агротехнічних, меліоративних, екологічних, соціальних та економічних заходів, спрямованих на стійкий розвиток галузі землеробства, підвищення врожайності сільськогосподарських культур і родючості ґрунту, захист його від ерозії, тобто покликаних відповідати природовідновленню і відповідності законам природи.

Система землеробства «no-till» – це не принципова відмова від механічного обробітку ґрунту. Відсутність системи механічного обробітку ґрунту зумовлює зміну підходів до всіх інших складових ланок системи землеробства – системи удобрення, насінництва, сівозмін, організації території, структури посівних площ та інше.

Перехід до нової технології «no-till» зумовлює зовсім іншу філософію землеробства. Суть її полягає у тому, що технології вирощування польових культур повинні бути узгоджені з закономірностями ґрунтоутворюючого процесу цього типу ґрунту. З кожним роком родючість ґрунту повинна підвищуватися, при цьому врожай наступних культур має зростати за рахунок новоутвореної ґрунтової родючості, а не від внесення добрив чи інших технологічних заходів. Тобто землероб має справу з агроєкосистемою, яка постійно змінюється і самовідновлюється.

Головні принципи нульової технології – постійний рослинний покрив; мінімальний механічний вплив на ґрунт; адаптовані сівозміни. Означені принципи деталізуються наступним чином: відмова від полицевої оранки, культивуації, боронування тощо; відмова від внесення органічних добрив (замість них використовуються рослинні рештки від основних, пожнивних і покривних культур). Заборона спалювання рослинних решток; внесення мінеральних добрив і засобів захисту одночасно з сівбою польових культур, або знаряддями, що не руйнують ґрунт; використання спеціальних сівалок тощо.

Одним із базових наукових положень при нульовому обробітку є обов'язкове залишення всіх рослинних решток на поверхні і рівномірне їх розміщення на полі. Щоб рослинні рештки виконували своє завдання – з ними необхідно цілеспрямовано працювати, тобто ретельно подрібнювати.

Управління рослинними рештками в системі землеробства «no-till» виконується механічними та біологічними заходами. Знаряддями механічного впливу на рослинні рештки є різні комбайни, обладнані подрібнювачами та спеціальні причіпні подрібнювачі, наприклад, вітчизняного ПН-4,0, ПР-2,6 та закордонного виробництва: Schulte S150, Schulte 5026, Wil-Rich-4,57, KUHN BNG, LAND PRIDE RC5515 та інші. Суть біологічного методу управління рослинними рештками полягає в регулюванні швидкості їх біологічного розкладу. Прискорення процесу розкладання соломи досягається за допомогою різноманітних біологічних

препаратів, до складу яких входять целюлозо- і лігнінорозкладаючі, азотофіксуючі, фосформобілізуючі та інші мікроорганізми. Прикладом таких препаратів може бути байкал ЄМ1, ризобакт, гуміфікатор та інші.

Найбільш сприятливі для нульового обробітку добре дреновані ґрунти середнього гранулометричного складу, а важкі глинисті, піщані або пілуваті менше підходять для цієї технології через їхню переущільненість (природну чи антропогенну). Але у випадку, коли піщані чи пілуваті ґрунти мають підвищений вміст органічної речовини, можливість ефективного застосування нульового обробітку ґрунту на них зростає.

Вагомим є той аргумент, що при запровадженні системи no-till забезпечуються умови, за яких ґрунт стає стійким до руйнування його водою і вітром за рахунок захисту поверхні рослинними рештками або вегетуючими рослинами. При цьому спостерігається збереження вмісту органічної речовини і гумусу, зменшення втрат ґрунтової вологи на випаровування, а головне, економиться енергія і паливо. З іншого боку, за нульового обробітку зростає забур'яненість посівів, порушуються оптимальні фізико-хімічні параметри родючості ґрунту, за посушливих умов можливий недобір урожаю. Найбільш гострою проблемою є високі ціни на придбання технічних засобів.

Ефективність вологозберігаючого механізму стерньового агрофону за нульового обробітку значною мірою визначається кількістю і фізичними властивостями рослинних решток, а також потужністю, пористістю й однорідністю мульчувального шару. Тому при застосуванні no-till технологій обов'язковою умовою має бути створення постійно діючого суцільного мульчувального покриву з мертвих чи живих рослин за рахунок використання побічної продукції попередників, а також покривних (пожнивних, проміжних, сидеральних) культур та спеціальних технічних засобів для подрібнення листостеблової маси і рівномірного розподілу її на поверхні ґрунту.

Основне вагоме застереження, яке часто дискредитує нульовий обробіток, – це підвищення використання хімічних засобів захисту рослин через зростання забур'яненості, ураження рослин хворобами. Адже за нульового обробітку підвищується можливість глибокого проникнення пестицидів у нижні горизонти кореневмісного шару, де вони тривалий час не розкладаються і потім потрапляють у товарну продукцію, зростає ризик накопичення мікотоксинів, посилюється резистентність та стійкості бур'янів і хвороб до пестицидів.

У зв'язку із загостренням проблеми забур'яненості і розвитку хвороб, навіть там, де мінімальний і нульовий обробіток вже з успіхом випробувано, фермери різних країн для очищення полів через кожні 4-5 років виконують плужний обробіток. Наприклад, оранку проводять періодично у Данії за мінімальної системи обробітку та в Чехії за нульового. В цих країнах порушується питання про необхідність використання більш стійких сортів сільськогосподарських культур, перш за все пшениці озимої і кукурудзи.

Крім цього, польові культури по-різному реагують на нульовий обробіток. Найбільш сприйнятливі для вирощування за нульовою технологією пшениця озима, кукурудза і жито, менше підходять ячмінь та інші зернові культури, майже недоцільний нульовий обробіток ґрунту для вирощування цукрових буряків і картоплі. У зв'язку з цим виникає негативний аспект поширення монокультурного землекористування.

Для запровадження нульового обробітку і системи no-till у господарствах необхідні спеціальні сівалки для прямої сівби під рослинний покрив із можливістю одночасно внести мінеральні добрива; комбайн із подрібнювачем рослинних решток і обладнання для внесення пестицидів. Окрім цього, при наявності переущільнення в підпосівному шарі необхідно мати знаряддя (типу чизеля) для додаткового обробітку піднасінового шару без порушення рослинного покриття або мульчі.

У більшості західних країн усі необхідні технічні і хімічні засоби доступні, причому вони з'явилися у продажу майже одночасно з першими експериментами з випробовування новітніх технологій. До того ж, техніка постійно удосконалюється й адаптується до ґрунтово-кліматичних умов і вирощуваних рослин.

Сівалка для прямої сівби – найважливіший компонент у технології no-till порівняно з традиційними технологіями і системами землеробства, заснованими на полицевому основному обробітку ґрунту. Ринок України представлений досить широким набором засобів механізації – сівалками прямої сівби, які мають різні модифікації, будову і функціональні можливості, залежно від умов їх використання.

Досвід, накопичений у світі, переконує у тому, що ця технологія, незважаючи на деякі невирішені питання і негативні аспекти, має перспективи у країнах з високо інтенсивним механізованим землеробством, де орні землі переважно деградовані і виснажені. Головні переваги нульового обробітку – в енергозбереженні і ґрунтоохороні.

Різноманітність ґрунтових умов, попередників, ступеня забур'яненості, рівнів агротехніки, розподілу природних ресурсів стали причиною неоднозначних, часом суперечливих висновків серед виробників та науковців стосовно ефективності нульового обробітку ґрунту.

Опираючись на світовий досвід застосування системи землеробства no-till, можна визнати, що для України вона є ймовірно перспективною. Але у зв'язку з відсутністю власних системних експериментів у різних ґрунтово-кліматичних зонах ця технологія сприймається з обережністю, а окремі результати виробничих досліджень прямої сівби є не достатніми для проведення узагальнення і висновків щодо всебічної її оцінки.

Значна частина виробників в Україні, які придбали сівалки прямого посіву, в останні роки копіюють закордонний досвід і технології системи no-till, роблять при цьому помилки та розчаровуються, часто проводять власні експерименти, використовують посівні комплекси після мінімального обробітку і навіть традиційного полицевого. Але це не може вважатися нульовою технологією, бо остання передбачає обов'язкове використання на

поверхні ґрунту постійного рослинного покриву і повне виключення будь-яких обробітків у сівозміні.

Відхилення від нульової технології зустрічаються досить часто і не тільки в Україні. Наприклад, у Канаді після багаторічних трав поле обов'язково обробляють плугом, а попередні і наступні культури вирощують за нульовою технологією. У північному Китаї кукурудзу вирощують, не оброблюючи поле, а наступну культуру – озиму пшеницю сіють, знову ж таки, після обробітку ґрунту полицевим плугом.

З вищевикладеного матеріалу можна зробити висновок, що мінімізація обробітку ґрунту в Україні є перспективною складовою будь-якої системи землеробства, адже надає можливість значно зменшити витрати матеріальних і трудових ресурсів на основний обробіток ґрунту без суттєвих втрат врожаю, запобігти ерозійним процесам, а головне дає можливість для управління культурним ґрунтотворним процесом і вихід на розширене відтворення ґрунтової родючості, яке є нереальним за постійного полицевого обробітку.

Виходячи із нагальних проблем землеробства, перехід від традиційної технології на основі полицевої оранки до нульового обробітку ґрунту та системи no-till в Україні повинен проходити поступово, з урахуванням культури землеробства, типу ґрунтів, матеріально-технічної бази та наукового забезпечення господарств.

#### Зведені показники співставлення мінімалізованих систем землеробства

| Позитивні сторони                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Застереження                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1. Різке, у 3-5 разів підвищення продуктивності праці.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1. За наявності на поверхні ґрунту післяжнивних решток, особливо таких потужних, які залишаються після кукурудзи, спостерігається зниження температури ґрунту навесні на 2,8-5,0°C. При цьому етапи органогенезу польових культур зміщуються на пізніші строки. Виникає потреба посилення фосфорного живлення рослин, зміни строків сівби ярих. |
| 2. Можливість здійснення сівби польових культур у найкращі агротехнічні строки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2. Можливість перезволоження орного шару на ґрунтах, що слабо дреноються, яке супроводжується різким зниженням їхньої біологічної активності. Компенсація цього недоліку досягається підвищенням дози азоту на 25-30 кг.                                                                                                                        |
| 3. Скорочення витрат на оплату праці у 1,6 раза, придбання техніки - 1,5, паливе - у 2,2 раза. З урахуванням витрат на добрива, вапно, гербициди та інсектициди, робочу силу, сушіння економія сукупних прямих витрат становить за даними зарубіжних країн 12%. На вітчизняному ринку ця структура витрат може бути іншою у зв'язку зі значно меншою ціною робочої сили та інших складових витрат. | 3. Погіршення умов роботи дренажних систем на осушуваних землях.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 4. Зниження рівня евтрофікації водойм завдяки обмеженню попадання в них елементів, які викликають бурхливий розвиток водоростей.                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4. Із зменшенням глибини обробітку і переходом на технології „нульового” обробітку зростає негативний прояв мікропонижень («блюдець»), особливо у роки формування притертої льодової кірки на озимих. (Під „блюдцями” в зоні Лісостепу знаходиться 14 % території, у зоні Полісся - до 20 %).                                                   |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5. Захист ґрунтів від ерозії, дефляції і антропогенного переуцільнення.                                                                                                                                                                                                              | 5. Можливість зниження польової схожості насіння внаслідок насичення посівного шару післяжнивними рештками, що супроводжується необхідністю підвищення норм висіву на 15-25%.                                                                                                                                                                                                                           |
| 6. Можливість значного підвищення вмісту в ґрунті органічної речовини і гумусу.                                                                                                                                                                                                      | 6. За мінімального й „нульового” обробітку ґрунту контроль забур'яненості посівів є складнішим і дорожчим, ніж за загально-прийнятого обробітку на 15-100% залежно від культури і типу сівозміни.                                                                                                                                                                                                       |
| 7. В умовах достатнього зволоження підвищення коефіцієнтів використання елементів живлення рослин з мінеральних добрив, у першу чергу, фосфору (особливо за помірних доз внесення) завдяки локалізації добрив і кореневої системи у найбільш біологічно активному поверхневому шарі. | 7. За систем мінімального і NO-TILL обробітку ґрунту погіршується дія ґрунтових гербіцидів у зв'язку з утриманням частини препаратів на після-післяжнивних рештках, а також посиленою детоксифікацією діючих речовин у біологічно активному поверхневому шарі. Іноді причиною послаблення токсичності ґрунтових гербіцидів є підкислення ґрунту у верхньому 10 см шарі.                                 |
| 8. Збереження ґрунтової вологи від втрат на фізичне випаровування (у степових провінціях Канади + 24 мм).                                                                                                                                                                            | 8. За інтенсивного захисту посівів від бур'янів за мінімального і NO-TILL обробітків посилюється ризик появи резистентних до гербіцидів популяцій бур'янової флори.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9. Зменшення емісії CO <sub>2</sub> в атмосферу внаслідок зниження витрат пального у річному циклі польових робіт.                                                                                                                                                                   | 9. На фонах мінімального і NO-TILL обробітків ускладнюється боротьба з мишвидними гризунами.                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10. Збагачення ґрунтів на мікро- і мезофауну зокрема на дощові черв'яки, які відіграють значну позитивну роль у формуванні родючості ґрунтів.                                                                                                                                        | 10. За мінімального і NO-TILL обробітків ґрунту створюються напружені умови для підтримки сприятливого фітосанітарного стану посівів. Це пов'язано з наявністю на поверхні ґрунту рослинних решток, на яких зберігаються джерела інфекції, залучаються шкідники, що відкладають на них яйця, створюються сприятливі умови для вживання шкідників у зимовий період.                                      |
| 11. Можливість вилучення сотень мільйонів CO <sub>2</sub> з атмосфери і закріплення його у формі органічної речовини ґрунту.                                                                                                                                                         | 11. За посушливих умов можливий недобір урожаю і зниження якості зерна пшениці озимої з причин збіднення на поживні речовини нижньої половини орного шару та їх позиційної недоступності за пересихання верхнього 10 см шару.                                                                                                                                                                           |
| 12. Можливість за певних умов (але далеко не завжди) підвищення урожайності польових культур і зниження собівартості продукції рослинництва.                                                                                                                                         | 12. На фонах з великою кількістю на поверхні ґрунту рослинних решток знижується ефективність підкормок азотом розкидним методом. За попадання карбаміду на поверхню решток втрачається 1/3 азоту.                                                                                                                                                                                                       |
| 13. Вирівнювання поверхні полів унаслідок чого покращуються умови праці механізаторів і функціонування технічних засобів та зниження вібраційних навантажень на організм людини і метал.                                                                                             | 13. За тривалого агрохімічного „навантаження” на поверхневий шар ускладнюється підтримка оптимальних фізико-хімічних параметрів родючості ґрунту. Їх корекція за рахунок вапнування має здійснюватися меншими й удвічі частіше, ніж при загальноприйнятому обробітку.                                                                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 14. За значної виснаженості ґрунтів середнього і важкого гранулометричного складу при залишенні їх без обробітку у перші роки запровадження NO-TILL системи спостерігається явище сезонної цементації зі значним підвищенням щільності будови ґрунту та різким зниженням продуктивності агрофітоценозів. Відновлення оптимальних параметрів щільності ґрунту відбувається поступово протягом 3-4 років. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 15. Висока ціна основного технічного засобу для NO-TILL обробітку ґрунту - сівалок безпосередньої сівби, тому заміна наявної ґрунтообробної і посівної техніки, яка здебільшого відпрацювала амортизаційні строки, є серйозною фінансовою проблемою для будь-якого господарства. Ціна різних комплексів з різною шириною захвату і комплектом коливається у межах від 30 до 300 тис. у.о.               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 16. Запровадження технологій NO-TILL обробітку ґрунту вимагає вищої кваліфікації агрономічного і технічного персоналу.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 17. Різка зміна технологій вирощування польових культур на значних площах може супроводжуватися загостренням проблем сільського безробіття.                                                                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 18. Ці ж самі проблеми можуть виявитись і в галузі сільськогосподарського машинобудування.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 19. Посіви за NO-TILL технологій можуть протягом певного часу бути пожежнебезпечними, особливо коли поля не є «сакритими зонами», як у фермерів США і Канади, а вільними для доступу будь-кого.                                                                                                                                                                                                         |

### Хід роботи

1. Розробити варіанти перехідної системи обробітку ґрунту під певну с.-г. культуру за розданим варіантом з максимальним рівнем його мінімізації.

2. Використовуючи технологічні карти вирощування с.-г. культур у господарстві визначити тип систем землеробства у господарстві враховуючи характер домінування основних прийомів обробітку ґрунту та зробити висновок щодо загальних перспектив їх удосконалення.

### Контрольні запитання для самоконтролю

1. *Поняття про мінімізацію обробітку ґрунту.*
2. *Основні шляхи мінімізації систем землеробства.*
3. *Типи систем безвідвального обробітку ґрунту.*
4. *Основні переваги та недоліки систем землеробства Fulltill.*
5. *Основні переваги та недоліки систем землеробства Striptill.*
6. *Основні переваги та недоліки систем землеробства Pointtill.*
7. *Основні переваги та недоліки систем землеробства Notill.*
8. *Етапи переходу до мінімізованих систем землеробства.*
9. *Особливості України з позиції запровадження мінімізованих систем землеробства.*
10. *Диференційованість систем землеробства та сутність цього процесу.*
11. *Основні напрямки диференціації систем землеробства в Україні.*
12. *Основні типи систем землеробства мінімалізованого характеру залежну від домінуючих прийомів обробітку ґрунту.*
13. *Поняття про консервуючі системи обробітку ґрунту.*
14. *Система зменшеного обробітку в сучасному землеробстві та її сутність.*
15. *Основні шляхи переходу на мінімізовані системи обробітку ґрунту.*
16. *Сучасні системи поверхневого обробітку ґрунту.*
17. *Особливості використання мінеральних добрив в системах No-till та Strip-till.*
18. *Особливості використання органічних добрив в системах No-till та Strip-till.*
19. *Особливості використання стимуляторів росту в системах No-till та Strip-till.*
20. *Особливості використання засобів захисту в системах No-till та Strip-till.*
21. *Вплив мінімалізованих систем обробітку ґрунту на його агрофізичні та фізико-хімічні властивості.*
22. *Способи консервуючих систем обробітку ґрунту.*
23. *Нульовий обробіток ґрунту під основні с.-г. культури та його особливості.*
24. *Використання різних систем екранізуючого мульчування залежно від біологічних особливостей с.-г. культури та типу ґрунту.*
25. *Органічні системи вирощування с.-г. продукції на основі нульових технологій обробітку ґрунту.*
26. *Біологічні системи обробітку ґрунту на основі консервуючо-сидеральних систем.*

**27. Система блендових та підсівних посівів с.-г. культур в ракурсі мінімалізовного обробітку ґрунту.**

**Завдання для самостійного виконання**

**Систематизувати інформацію щодо впливу контрастних систем землеробства на комплекс параметрів ґрунту представивши результати за формою:**

| <b>Групи властивостей<br/>ґрунтів</b> | <b>Традиційна система<br/>землеробства</b> | <b>Notill</b> |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|---------------|
| <b>Фізичні</b>                        |                                            |               |
| <b>Механічні</b>                      |                                            |               |
| <b>Фізико-хімічні</b>                 |                                            |               |
| <b>Біологічні</b>                     |                                            |               |

## Лабораторне заняття № 5

**Тема:** Рівень агрохімічного забезпечення у адаптивних системах землеробства.

**Тривалість – 2 год**

**Ціль:** Засвоєння сучасних систем удобрення с.-г. культур за різних систем землеробства з огляду на адаптивні властивості території господарювання.

**Допоміжні матеріали:** роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, дані по підприємствах.

**Питання до теми:** 1. Система удобрення та її екологізація.

2. Альтернативні системи використання засобів хімізації у сучасній світовій практиці землеробства.

3. Сучасні адаптивні підходи щодо використання агрохімікатів у світових системах землеробства різної спрямованості.

### Теоретична частина

У системі удобрення **азотом** важливим є вибір форми азоту. Азот у складі добрив може бути в різних формах:

- **Аміачна ( $NH_4$ ).** Добре зв'язується з ґрунтом, вільно засвоюється рослиною, в тому числі за низьких температур. Аміачна форма сприяє росту кореневої системи, кущінню, кращому засвоєнню фосфору, сірки, бору та ін. Рекомендується вносити під озиму пшеницю рано навесні, під цукровий буряк під культивуацію і підживлення. Добре засвоюється на лужних ґрунтах. Бажано заробляти в ґрунт.

Найкраща форма азоту для передпосівного внесення. Міститься у селітрі, аміачній воді, сульфаті амонію, амофосі, нітрофосці.

- **Нітратна ( $NO_3$ ).** Не затримується ґрунтом і легко вимивається углибші шари, краще працює при вищих температурах. Є дані, що 3 мм опадів вимивають нітрати на 1 см вглиб, тобто якщо за місяць випало 60 мм дощу, нітрати перемістяться на 20 см глибше. Добре засвоюється на кислих ґрунтах. Ця форма азоту позитивно впливає на засвоєння калію, магнію і кальцію. Немає потреби загортати в ґрунт. Найкраща форма азоту для підживлень. Її належить застосовувати у тих фазах вегетації, коли відбувається інтенсивний ріст рослин. Міститься переважно у різних видах селітри.

- **Нітратно-аміачна ( $NO_3, NH_4$ ).** Найбільш універсальна форма азотних добрив для передпосівного внесення та підживлення.

- **Амідна ( $NH_2$ ).** У ґрунті повинна розкластися спочатку до аміачної форми, а пізніше до нітратної. Засвоюється рослинами повільніше, ніж нітратна і аміачна. Це повільнодіюча форма азоту. Чим вища температура, тим швидше працює амідна форма азоту. Позитивно впливає на зменшення акумуляції нітратів у рослині. Обов'язково загортати в ґрунт.

Кращим азотним добривом для основного внесення є сечовина, в якій азот перебуває в амідній формі і не вимивається в глиб ґрунту. Проте за низьких температур азот із сечовини є важче доступним для рослин.

### ***Групи фосфорних добрив***

За ступенем розчинності фосфорні добрива поділяють на три Групи:

1. Водорозчинні та легкодоступні для всіх рослин (однозаміщені фосфати:  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Mg}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{K}_2\text{H}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$  та ін.) - різні види суперфосфатів, амофос, нітроамофоски.

2. Нерозчинні у воді, але розчинні у слабких кислотах (лимонній) чи у лужно-лимонних розчинах (двозаміщені фосфати:  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{MgHPO}_4$ ) - частково доступні для живлення рослин -преципітат, томасшлак та ін.

3. Нерозчинні у воді та слабких кислотах (тризаміщені:  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ) - важкодоступні для рослин – фосфоритне борошно. Частково може використовуватись культурами, коренева система яких здатна виділяти слабкі органічні кислоти (гречка, гірчиця, люпин, горох).

Коефіцієнт засвоєння фосфору є дуже низьким (15-30 %) внаслідок швидкого перетворення внесеного розчинного фосфору на малодоступні для рослин фосфати. Тому для збільшення вмісту рухомих фосфатів у ґрунті, на супіщаних та піщаних ґрунтах рекомендується внести P40-60, на легко- і середньосуглинкових - P60-90 і важкосуглинкових - P90-120.

### ***Комплексні добрива***

#### ***Переваги комплексних добрив:***

- в одній гранулі міститься два і більше елементів мінерального живлення, що забезпечує їх високу позиційну доступність рослинам;
- висока якість грануляції: рівномірність внесення;
- містять водорозчинні легкодоступні рослинам сполуки елементів мінерального живлення;
- концентровані, містять менше баластних сполук, можливе застосування в умовах недостатнього зволоження;
- випускаються різних марок із широким спектром використання на всіх типах ґрунтів та для забезпечення фізіологічних особливостей різних сільськогосподарських культур;
- забезпечують сталу врожайність, поліпшену якість і екологічність продукції, яку можна застосовувати для дитячого і дієтичного харчування;
- забезпечують зниження витрат на транспортування, зберігання та використання.

#### ***Основні напрями підвищення безпечності та екологічної ефективності застосування агрохімікатів у сучасних системах землеробства:***

- 1. Включення в сівозміни бобових багаторічних трав, які здатні накопичити у своїй біомасі 200-300 кг/га азоту, а також однорічні бобові культури, які спроможні накопичити 60-100 кг/га біологічного азоту. Насичення сівозмін культурами-азотфіксаторами до 20-30 % дозволяє на 25-30 % зменшити норми внесення азотних добрив.
- 2. Внесення органічних добрив із розрахунку на бездефіцитний баланс гумусу. Крім твердого гною, це компости, солома, рідкий гній, пташиний послід, торф, зелене добриво тощо.

- 3. Кількість внесених мінеральних добрив повинна компенсувати винос поживних речовин з урожаєм. Дози їх мають відповідати принципу розумної достатності.
- 4. Зменшення доз азотних добрив як основного джерела накопичення нітратів у продукції шляхом нітрогенізації насіння ризотрофіном.
- 5. Роздрібне та локальне внесення добрив, особливо азотних, що значно зменшує їх еколого-токсикологічний ефект.
- 6. Ґрунтоохоронний обробіток земель, який запобігає їх деградації та втраті гумусу, мінеральних сполук із продуктами ерозії.
- 7. Покращання матеріально-технічної бази підприємств, пов'язаної зі внесенням туків.
- 8. Підвищення загальної культури землеробства.
- 9. Удосконалення асортименту і якості мінеральних добрив.
- 10. Виробництво безбаластних висококонцентрованих добрив, які не містять важких металів та інших токсикантів.
- 11. Виробництво добрив, які включають макро-та мікроелементи, стимулятори росту рослин, інгібітори нітрифікації тощо, які задовольняли б потреби рослин у комплексі.
- 12. Створення мінеральних добрив пролонгованої дії з урахуванням періодичності живлення рослин.
- 13. Отримання безфторових фосфатів.
- 14. Вибір оптимальних термінів внесення добрив з урахуванням біологічних особливостей культури, властивостей ґрунту, погодних умов, форм добрив.
- 15. Застосування в боротьбі зі шкідниками, хворобами та бур'янами в першу чергу профілактичних, біологічних, механічних, фітоценогенних методів при обмеженому використанні хімічних.
- 16. Створення сортів і гібридів, стійких проти шкідників і хвороб.
- 17. Біоценологічний принцип застосування пестицидів, який полягає не в максимальному чи повному зниженні чисельності шкідливих організмів, а в регулюванні їх на екологічно та економічно доцільному рівні.
- 18. Застосування високоефективних методів хімічного захисту рослин від бур'янів, шкідників, хвороб, малооб'ємне й ультрамалооб'ємне обприскування, що зменшує використання рідини на 25 %.
- 19. Створення і застосування менш токсичних пестицидів

Актуальність уникнення негативних явищ деградації ґрунтів викликала пошуки альтернативних систем землеробства. Об'єктивним напрямом такого пошуку стала екологізація галузі, складовими якої є екологічно обґрунтовані ланки системи землеробства. Пріоритетами в екологічній системі землеробства мусять бути оптимізація внесення органічних добрив з використанням для цього їх можливих ресурсів: гною, компостів, нетоварної частини біологічного урожаю вирощуваних культур, маси сидеральних посівів; ґрунтозахисна система обробітку ґрунту; екологічно обґрунтована система захисту рослин від шкідливих організмів. При цьому біологічна (екологічно прямована) система землеробства не протиставляє природні ресурси антропогенним, але робить галузь природовідповідною, симбіотичною, вигідною для людини й природи.

Головними завданнями екологічного землеробства є виробництво екологічно безпечної, економічно обґрунтованої продукції й збереження та підвищення родючості ґрунту. Для того, щоб відрізнити системи землеробства за рівнем їх екологізації, запропонована їх класифікація за цією ознакою (табл. 1).



Заходи організаційного характеру націлені на застосування науково обґрунтованих розрахункових норм внесення певних видів норм під конкретні види рослин, забезпечення неухильного виконання всіх перевищених вище законів і норм щодо поводження з мінеральними добривами.

Технологічні аспекти еколого безпечного застосування мінеральних добрив зводяться до використання комплексних мінеральних добрив пролонгованої дії (капсульованих, таблетованих, важкорозчинних), рідких комплексних добрив, застосування сучасних технологій внесення добрив, які мінімізують забруднення навколишнього середовища.

### Хід роботи

1.Зробити конспект, використовуючи теоретичну частину у робочий зошит.

2. Провести опис сучасних форм мінеральних добрив сформувавши довільну таблицю.

3. Використовуючи заданий потенціал урожайності певної культури розрахувати норми внесення добрив та розробити технологічну карту їх розподілення по вегетації.

### Контрольні запитання для самоперевірки

1. Поняття про біологізацію систем землеробства.
2. Основні діючі препаративні форми сучасних мінеральних добрив.
3. Нові форми мінеральних добрив та напрямки їх використання.
4. Поняття про індекс екологізації системи удобрення та його застосування в адаптивному землеробстві.
5. Особливості та стратегія удобрення за рахунок використання соломи.
6. Напрямки оптимізації удобрення за різних систем землеробства та систем обробітку ґрунту.
7. Добрива пролонгованої дії та особливості їх застосування у сучасних системах землеробства.
8. Капсульовані добрива та їх ефективність у сучасному землеробстві.
9. РКД та КАСС і їх використання в сучасних системах землеробства.
10. Основні напрямки зменшення екологічної безпечності систем землеробства.

11. Базові елементи екологічно-безпечного використання мінеральних добрив.
12. Принципи та напрямки сучасної сидерації.
13. Сидератита їх роль в підвищенні рівня біологізації систем землеробства.
14. Біологічні основи оптимізації систем землеробства.
15. Побічна продукція як засіб регулювання ґрунтових умов родючості.
16. Баланс органіки в ґрунтах сівоzmіни залежно від рівня органічного удобрення.
17. Основні напрямки використання сидератів побічної продукції с.-г. культур.
18. Сидеральні сівоzmіни та їх особливості.
19. Органічні системи землеробства та їх практичне використання.
20. Мінімізовані системи обробітку ґрунту в комплексі з сидеральними системами альтернативного удобрення.

## **Лабораторне заняття № 6**

**Тема: Оптимізація використання засобів захисту за різних систем адаптивного землеробства.**

**Тривалість – 2 год**

**Ціль: Засвоєння сучасних підходів до використання засобів захисту у сучасних адаптивних системах землеробства.**

**Допоміжні матеріали: роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, дані по підприємствах.**

**Питання до теми:** 1. Сформувані основні напрямки щодо контролю сегетальної рослинності у сучасних системах обробітку ґрунту.

2. Особливості використання засобів захисту за різних сучасних систем обробітку ґрунту.

3. Операційні системи ефективного використання засобів захисту у системах землеробства різної інтенсивності.

### **Теоретична частина**

**Головні принципи сучасних підходів застосування пестицидів:**

- Вжиття винищувальних заходів проти шкідливих організмів лише в разі перевищення ними чисельності економічного порогу шкодочинності (ЕПШ), під яким розуміють щільність популяції шкідника чи ступінь забур'яненості посівів, за якого витрати на боротьбу з ними скуповуються збереженим урожаєм.

- Урахування чисельності природних стримувальних чинників (корисних організмів).

- Урахування просторового розподілу шкідливих організмів.

- Висока агротехніка вирощування сортів сільськогосподарських культур, стійких до хвороб і шкідників.

- Удосконалення асортименту пестицидів і застосування тих, які характеризуються:

- невисокою токсичністю для людини, теплокровних тварин, корисних організмів;

- відсутністю різко виражених кумулятивних властивостей, канцерогенності, мутагенності, ембріогенності, тератогенності, алергенності;

- низькою стійкістю (персистентністю) в об'єктах навколишнього середовища;

- високою ефективністю проти шкідливих організмів, системною дією.

**Вибір оптимальних способів застосування пестицидів:**

- протруєння насіння і садивного матеріалу;

- пневмомеханічне розпилювання (зниження дози до 50 %);

- обприскування полімерними препаратами (зниження дози до 20 - 50 %);

- малооб'ємне (МО) та ультрамалооб'ємне (УМО) обприскування; норми витрат робочої рідини за МО становлять: для польових культур із застосуванням штангових обприскувачів - 80-135 л/га, вентиляторних -

5-50 л/га; ягідників і винограду - 200 л/га; садів - 250 - 500 л/га; за УМО норма витрати робочої рідини 0,5 - 2 л/га;

- смугове і стрічкове внесення.
- проти комах і кліщів доцільно чергувати препарати з різним механізмом дії, щоб запобігти виведенню стійких популяцій і необхідності додаткових обробок.

***Існує декілька аспектів у застосуванні біологічного методу боротьби з бур'янами (світовий досвід):***

1. Використання у сівозміні культур, здатних пригнічувати ріст і розвиток окремих бур'янів. До них відносяться озимі культури (жито і пшениця), суміші злаково-бобових культур на зелений корм, коноплі, гречка, гірчиця та ін.

2. Використання деяких вузькоспеціалізованих фітофагів. Зокрема, листки березки польової добре поїдаються жуками та личинками березкового щитника; молоді листки осоту польового та будяка охоче поїдають личинки зеленого щитника; личинки несправжнього слоника розвиваються на насінні тільки амброзії полинолистої, живляться у її чоловічих суцвіттях, де і заляльковуються, а дорослі жуки живляться пилом цієї рослини; гусениці амброзіївської совки живляться листками цієї рослини; амброзіївський листоїд в умовах степової зони здатний знищити 100 % рослин амброзії; рослини гірчака звичайного дуже пошкоджуються гірчаковою нематодою та личинками брунькової галиці.

3. Використання фітопатогенних мікроорганізмів і вірусів, що спричиняють захворювання окремих бур'янів. Наприклад, гірчакова іржа спричинює затримку росту цієї рослини, засихання листків, формування неповноцінного насіння. Іржа осоту рожевого може призвести до відмирання до 80 % його пагонів ще до цвітіння. Токсичні штами гриба *Fusarium obovance*, внесені в ґрунт при сівбі баштанних культур, тютюну і махорки, уражають вовчок ще у стадії кореневих наростів (до появи квітконосів на поверхні ґрунту). Відомі віруси і фітоплазми, що призводять до спотворення розвитку суцвіть осоту рожевого, ромашки непахучої, чистецю болотного та ін., внаслідок чого не утворюється насіння.

4. Застосування біогенних препаратів – продуктів біосинтезу мікроорганізмів або препаратів на основі живих мікроорганізмів. Зокрема, в СІЛА вже зараз широко застосовують так звані мікогербіциди: Коллего – для боротьби з ситняками в посівах рису і квасолі; Девайн – для знищення ваточника на цитрусових плантаціях. Проходять виробничі випробування мікогербіциди каст і мікоген для боротьби з касією та з канатником Теофраста, відповідно.

5. Використання деяких видів риб для боротьби з небажаними водними рослинами. Наприклад, товстолобик і білий амур живляться бульбо-очеретом приморським, водяним горіхом, рогозом вузьколистим, очеретом звичайним, осоками та ін. Тому використання цих риб для боротьби з водними бур'янами доцільне в районах зрошення.

6. Використання птахів для знищення насіння бур'янів. Зокрема, зернівка проса рисоподібного є улюбленим кормом диких качок. Тому у ряді країн плантації після збирання врожаю рису використовують восени і взимку для годівлі диких качок (крякв), що дозволяє практично повністю очистити рисові поля від цього бур'яну.

В Україні фермери використовують 1,2 кілограма пестицидів на гектар, в той же час коли у країнах Європейського Союзу – 6–7 кілограмів, а в США – 12. Саме тому експерти стверджують, що українська сільськогосподарська продукція є вдвічі екологічно чистішою, ніж у західних передових країнах. Більше того, в Україні активно розвивається застосування біологічного методу захисту рослин. Якщо в 2000 році такі препарати застосували на площі 400-600 тисяч гектарів, то в 2011-му – вже 2,4 мільйони гектарів було оброблено біологічним методом захисту рослин.

На сьогодні переліком пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, зареєстровано понад 1250 пестицидів, до яких входять фунгіциди, гербіциди, інсектициди, акарициди, родентициди та інші.

Пестицидне навантаження по Україні складає у середньому 3 кг на 1 га (найвищі показники: у Закарпатті — 8,7 кг на 1 га, в Криму — 12,7 кг на 1 га). Площа угідь, забруднених залишками хімічних засобів захисту рослин, досягла 14 млн га.

### **Хід роботи**

1. Зробити конспект, використовуючи теоретичну частину у робочий зошит.

2. Провести опис сучасних форм пестицидів сформувавши довільну таблицю.

3. Використовуючи даний варіант с.-г. культури, рівень забур'яненості поля та систему обробітку ґрунту розробити операційну картку використання гербіцидів.

### **Контрольні запитання для самоконтролю**

1. Сучасні погляди на роль сегетальної рослинності в посівах с.-г. культур.
2. Основні біологічні напрямки контролю сегетальної рослинності.
3. Сучасні погляди на інтегровану систему захисту с.-г. культур від бур'янів.
4. Сучасна класифікація бур'янистої рослинності.
5. Сучасні агротехнічні методи контролю чисельності бур'янів в посівах.
6. Система мінімалізованого обробітку ґрунту в забезпеченні чистого поля.
7. Біологічні препарати для контролю забур'яненості.
8. Сучасні комплекси с.-г. машин з підвищеною антисегетальною направленістю.
9. Роль мульчування в боротьбі з бур'янами.
10. Використання проміжних культур для зниження забур'яненості посівів.
11. Сучасні погляди на хімічний метод зниження забур'яненості.

12. Резистентність та її значення в контролі за сегетальною рослинністю посівів с.-г. культур.
13. Сучасні препаративні форми пестицидів.
14. Стратегія застосування гербіцидів у мінімізованих системах обробітку ґрунту.
15. Стратегія використання пестицидів у біологізованих системах землеробства.
16. Стратегія використання пестицидів у системах точного землеробства.
17. Сучасні способи внесення пестицидів у варіантах технологій No-till, Strip-Till.
18. Базові елементи ґрунтових варіантів внесення пестицидів.
19. Інноваційні способи застосування гербіцидів за мінімізованих систем обробітку ґрунту.
20. Напрямки пролонгування дії гербіцидів у сучасних системах землеробства.

## **ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ (ЗАОЧНА ФОРМА НАВЧАННЯ)**

### ***Лабораторне заняття № 1***

***(на базі теоретичної частини прагматичних занять 4-5 для денної форми навчання)***

**Тема: Розробка адаптивних систем землеробства в приміненні до конкретного господарства**

***Тривалість – 4 год***

***Ціль: освоєння методології ведення і запровадження адаптивних систем землеробства з огляду на абіотичне і ресурсне забезпечення території.***

***Допоміжні матеріали: роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, вихідні дані по с.-г. підприємству.***

***Питання до теми:*** 1. Екологічне, агрономічне, господарське та економічне обґрунтування організації території господарства з освоєнням зональних зерно-просапних сівозмін, насичених посівами післяжнивних сидеральних культур на 30 % площі.

2. Визначення можливих для конкретних умов рівнів урожайності, адекватних природним умовам.

3. Розрахунок норм внесення добрив для досягнення біокліматично обґрунтованої урожайності з пріоритетом застосування органічних засобів.

4. Система полицево-безполцевого основного обробітку ґрунту в сівозмінах, яка полягає у здійсненні оранки ярусним плугом один раз за 4—5 років ротації під цукрові буряки, і плоскорізногорозпушування та дискування під решту культур в інтервалі часу між оранками.

5. Обґрунтування заходів захисту посівів від шкідливих організмів за допомогою визначення еколого-економічних порогових рівнів їх чисельності та індексу оптимальності заходів.

### ***Контрольні запитання для самоконтролю***

1. Фактори впливу на навколишнє середовище в сучасному землеробстві?
2. Адаптивні проблеми сучасних систем землеробства України.
3. Явище резистентності та шляхи його зниження у землеробстві.
4. Завдання системи No-till.
5. Переваги системи No-till над традиційними системами землеробства.
6. Роль системи No-till у боротьбі з ерозією ґрунтів.
7. Роль і значення сівозмін в системі No-till.
8. Вплив системи No-till на родючість ґрунту.
9. Інтегроване землеробство та його переваги і недоліки.
10. Порівняльна оцінка адаптивних, інтенсивних і точних технологій у

землеробстві.

11. Характеристика цілей і задач точного землеробства.
12. Фактори становлення точного землеробства в Україні.
13. Складові системи точного землеробства.
14. Глобальні системи позиціювання.
15. Географічні інформаційні системи.
16. Засоби картографування урожаю.
17. Системи та методи, які використовуються в системі точного землеробства.
18. Шляхи впровадження системи точного землеробства.
19. Етапи впровадження системи точного землеробства.
20. Управлінські рішення в системі точного землеробства: стратегічні, тактичні та операційні.
21. Системи обробітку ґрунту та їх вплив на продуктивність сільськогосподарських культур.

**Лабораторне заняття № 2**  
**(на базі теоретичної частини прагматичних занять 4-5 для денної форми навчання)**

**Тема: Сучасні біологізовані системи землеробства**  
**Тривалість – 2 год**

**Ціль:** Освоєння основних напрямків біологізації сучасних систем землеробства на прикладі конкретного с.-г. підприємства

**Допоміжні матеріали:** роздаткові та методичні матеріали, таблиці, діаграми, персональний комп'ютер, відповідні методики, вихідні дані по с.-г. підприємствах.

**Питання до теми:** 1. Екологічне обґрунтування організації території господарства з освоєнням зональних сівозмін, насичених посівами післяжнивних сидеральних культур на 30 – 50 % площі.

2. Розрахунок норм внесення органічних добрив та сидератів для досягнення біокліматично обґрунтованої урожайності з пріоритетом застосування біологізованих систем удобрення.

3. Система мінімалізованого обробітку ґрунту для забезпечення зниження техногенного та енергетичного навантаження на 1 га ріллі.

4. Обґрунтування заходів захисту посівів від шкідливих організмів за допомогою визначення еколого-економічних порогових рівнів їх чисельності та індексу оптимальності заходів з використанням біологічних препаратів, ентомофагів та акаріфагів.

**Контрольні запитання для самоконтролю**

1. Фактори впливу на навколишнє середовище в сучасному землеробстві?
2. Адаптивні проблеми сучасних систем землеробства України.
3. Шляхи вирішення екологічних проблем землеробства.
4. Явище резистентності та шляхи його зниження у землеробстві.
5. Шляхи екологізації технологій у землеробстві?
6. Інтегроване землеробство та його переваги і недоліки.
7. Порівняльна оцінка адаптивних, інтенсивних і точних технологій у землеробстві.
8. Екологічні проблеми при інтенсифікації землеробства.
9. Шляхи екологізації сучасного землеробства.
10. Складові системи точного землеробства.
11. Системи обробітку ґрунту та їх вплив на продуктивність сільськогосподарських культур.
12. Сучасне поняття про родючість і окультурення ґрунту. Заходи підвищення родючості ґрунту.
13. Заходи зниження негативного впливу знарядь і машин на ґрунт та зменшення витрат на його обробіток.
14. Поняття про мінімалізацію обробітку і мінімальний обробіток.

## **ДОДАТКИ**

## Кліматичні ресурси зони Лісостепу (за М.Ф. Цупенком, 1990)

| Адміністративна область                                        | Місяці |     |     |     |      |     |     | Протягом вегетаційного сезону | Протягом року |
|----------------------------------------------------------------|--------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------------------------------|---------------|
|                                                                | IV     | V   | VI  | VII | VIII | IX  | X   |                               |               |
| I                                                              | 2      | 3   | 4   | 5   | 6    | 7   | 8   | 9                             | 10            |
| Середня багаторічна норма ФАР, Мдж/м <sup>2</sup>              |        |     |     |     |      |     |     |                               |               |
| Вінницька                                                      | 228    | 306 | 327 | 336 | 316  | 208 | 125 | 1846                          | 2274          |
| Київська                                                       | 223    | 297 | 319 | 320 | 271  | 191 | 114 | 1735                          | 2125          |
| Полтавська                                                     | 223    | 301 | 316 | 322 | 379  | 199 | 161 | 1801                          | 2151          |
| Сумська                                                        | 215    | 289 | 314 | 310 | 265  | 187 | 107 | 1472                          | 2072          |
| Тернопільська                                                  | 223    | 291 | 315 | 316 | 269  | 199 | 121 | 1734                          | 2157          |
| Харківська                                                     | 225    | 305 | 327 | 332 | 287  | 213 | 119 | 1808                          | 2210          |
| Хмельницька                                                    | 224    | 298 | 323 | 324 | 273  | 199 | 121 | 1762                          | 2174          |
| Черкаська                                                      | 229    | 309 | 328 | 332 | 290  | 231 | 126 | 1845                          | 2257          |
| 1                                                              | 2      | 3   | 4   | 5   | 6    | 7   | 8   | 9                             | 10            |
| Чернівецька                                                    | 217    | 282 | 303 | 314 | 272  | 200 | 127 | 1715                          | 2174          |
| Середня багаторічна норма опадів, мм                           |        |     |     |     |      |     |     |                               |               |
| Вінницька                                                      | 44     | 60  | 74  | 82  | 62   | 46  | 40  | 408                           | 578           |
| Київська                                                       | 44     | 54  | 70  | 76  | 66   | 47  | 42  | 399                           | 586           |
| Полтавська                                                     | 38     | 50  | 66  | 70  | 57   | 40  | 43  | 364                           | 547           |
| Сумська                                                        | 39     | 55  | 68  | 77  | 64   | 46  | 45  | 394                           | 590           |
| Тернопільська                                                  | 49     | 66  | 86  | 92  | 75   | 52  | 47  | 467                           | 645           |
| Харківська                                                     | 38     | 50  | 65  | 65  | 52   | 37  | 41  | 348                           | 549           |
| Хмельницька                                                    | 47     | 60  | 80  | 90  | 75   | 52  | 44  | 448                           | 625           |
| Черкаська                                                      | 40     | 53  | 70  | 71  | 59   | 41  | 39  | 373                           | 549           |
| Чернівецька                                                    | 57     | 72  | 91  | 96  | 73   | 56  | 44  | 489                           | 660           |
| 1                                                              | 2      | 3   | 4   | 5   | 6    | 7   | 8   | 9                             | 10            |
| Середня багаторічна норма ГТК (гідротермічного коефіцієнту)    |        |     |     |     |      |     |     |                               |               |
| Вінницька                                                      | 2,0    | 1,7 | 1,4 | 1,4 | 1,1  | 1,1 | 1,7 | 1,4                           |               |
| Київська                                                       | 1,9    | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,2  | 1,2 | 1,8 | 1,4                           |               |
| Полтавська                                                     | 1,7    | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,0  | 0,9 | 1,9 | 1,2                           |               |
| Сумська                                                        | 1,9    | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,1  | 1,2 | 2,3 | 1,4                           |               |
| Тернопільська                                                  | 2,2    | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 1,4  | 1,3 | 2,0 | 1,6                           |               |
| Харківська                                                     | 1,7    | 1,1 | 1,5 | 1,0 | 0,9  | 0,9 | 1,8 | 1,2                           |               |
| Хмельницька                                                    | 2,1    | 1,4 | 1,6 | 1,6 | 1,4  | 1,3 | 1,9 | 1,5                           |               |
| Черкаська                                                      | 1,7    | 1,2 | 1,3 | 1,2 | 1,0  | 1,0 | 1,6 | 1,2                           |               |
| Чернівецька                                                    | 2,3    | 1,6 | 1,7 | 1,6 | 1,3  | 1,3 | 1,7 | 1,6                           |               |
| Середня багаторічна норма суми активних температур вище +10 °С |        |     |     |     |      |     |     |                               |               |
| Вінницька                                                      | 220    | 428 | 528 | 586 | 564  | 418 | 235 | 2979                          |               |
| Київська                                                       | 231    | 450 | 538 | 584 | 550  | 392 | 233 | 2978                          |               |
| Полтавська                                                     | 223    | 454 | 550 | 636 | 570  | 444 | 226 | 3103                          |               |
| Сумська                                                        | 205    | 458 | 523 | 592 | 582  | 383 | 196 | 2939                          |               |
| Тернопільська                                                  | 228    | 412 | 506 | 575 | 536  | 400 | 235 | 2892                          |               |
| Харківська                                                     | 223    | 454 | 433 | 650 | 578  | 411 | 228 | 2977                          |               |
| Хмельницька                                                    | 224    | 428 | 500 | 562 | 536  | 400 | 231 | 2881                          |               |
| Черкаська                                                      | 235    | 442 | 568 | 592 | 590  | 410 | 244 | 3051                          |               |
| Чернівецька                                                    | 249    | 450 | 535 | 600 | 561  | 431 | 259 | 3185                          |               |

## Розрахунок урожайності культур і продуктивності ріллі, адекватної біокліматичному потенціалу Лісостепу України

| Культури сівозміни в досліді | Енергія ФАР за вегетацію, Мдж/га | Енергоємність сухої речовини продукції, Мдж/кг | Коефіцієнт використання ФАР, % | Урожайність абсолютної сухої маси, т/га | Урожайність основної продукції, адекватна ФАР, т/га за стандартної вологості | Ресурси продуктивної вологи за вегетацію, мм | Коефіцієнт водозаспокоєння, м <sup>3</sup> /т | Урожайність основної продукції адекватний ресурсам вологи, т/га за стандартної вологості |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Люцерна                      | 520 • 10 <sup>4</sup>            | 21,83                                          | 3,0                            | 7,5                                     | 30,0                                                                         | 270                                          | 90                                            | 30,0                                                                                     |
| Пшениця озима                | 1159 • 10 <sup>4</sup>           | 19,13                                          | 2,5                            | 14,9                                    | 7,0                                                                          | 350                                          | 700                                           | 5,0                                                                                      |
| Буяки цукрові                | 1735 • 10 <sup>4</sup>           | 18,26                                          | 2,0                            | 19,0                                    | 67,0                                                                         | 474                                          | 120                                           | 40,0                                                                                     |
| Кукурудза на силос           | 1430 • 10 <sup>4</sup>           | 16,39                                          | 2,0                            | 14,4                                    | 58,0                                                                         | 400                                          | 80                                            | 50,0                                                                                     |
| Пшениця озима                | 1159 • 10 <sup>4</sup>           | 19,13                                          | 2,5                            | 14,9                                    | 7,0                                                                          | 350                                          | 700                                           | 5,0                                                                                      |
| Кукурудза на зерно           | 1735 • 10 <sup>4</sup>           | 17,6                                           | 2,0                            | 19,7                                    | 7,6                                                                          | 477                                          | 800                                           | 6,0                                                                                      |
| Горих                        | 1159 • 10 <sup>4</sup>           | 20,57                                          | 2,0                            | 11,2                                    | 5,2                                                                          | 306                                          | 1020                                          | 3,0                                                                                      |
| Пшениця озима                | 1159 • 10 <sup>4</sup>           | 19,13                                          | 2,5                            | 14,9                                    | 7,0                                                                          | 350                                          | 700                                           | 5,0                                                                                      |
| Буяки цукрові                | 1735 • 10 <sup>4</sup>           | 18,26                                          | 2,0                            | 19,0                                    | 67,0                                                                         | 474                                          | 120                                           | 40,0                                                                                     |
| Ячмінь                       | 1159 • 10 <sup>4</sup>           | 19,13                                          | 2,0                            | 12,0                                    | 6,0                                                                          | 350                                          | 900                                           | 4,0                                                                                      |
| Середнє сівозміни, *         | 1295 • 10 <sup>4</sup>           | 17,14                                          | 2,25                           | 15,0                                    | 12,9                                                                         | 380                                          | X                                             | 9,0*                                                                                     |

\* Примітка: продуктивність ріллі у сівозміні виражена в кормових одиницях основної і побічної продукції на гектар сівозміни

## Вміст енергії в урожаї сільськогосподарських культур

| Культура                         | Вміст загальної енергії в 1 кг сухої речовини |        | Середній коефіцієнт вмісту сухої речовини |
|----------------------------------|-----------------------------------------------|--------|-------------------------------------------|
|                                  | Мдж                                           | Ккал   |                                           |
| Пшениця озима, зерно             | 19,13                                         | 4568,9 | 0,86                                      |
| Жито озиме, зерно                | 19,49                                         | 4654,9 | 0,86                                      |
| Ячмінь, зерно                    | 19,13                                         | 4568,9 | 0,86                                      |
| Овес, зерно                      | 18,80                                         | 4490,1 | 0,86                                      |
| Просо, зерно                     | 19,70                                         | 4705,0 | 0,86                                      |
| Гречка, зерно                    | 19,38                                         | 4628,6 | 0,86                                      |
| Рис, зерно                       | 18,59                                         | 4439,6 | 0,86                                      |
| Горох, зерно                     | 20,57                                         | 4912,8 | 0,86                                      |
| Соя, зерно                       | 20,57                                         | 4912,8 | 0,86                                      |
| Кукурудза на зерно               | 17,60                                         | 4203,5 | 0,86                                      |
| Кукурудза зелена маса            | 16,39                                         | 3914,5 | 0,25                                      |
| Буряк цукровий                   | 18,26                                         | 4628,6 | 0,14                                      |
| Коренеплоди кормові              | 16,39                                         | 4012,4 | 0,25                                      |
| Соняшник, насіння                | 19,38                                         | 4628,6 | 0,92                                      |
| Картопля                         | 18,26                                         | 4368,3 | 0,20                                      |
| Овочеві                          | 14,36                                         | 3429,7 | 0,10                                      |
| Люцерна, зелена маса             | 21,83                                         | 5213,8 | 0,25                                      |
| Однорічні трави, зелена маса     | 18,91                                         | 4516,4 | 0,20                                      |
| Лукопасовищні трави, зелена маса | 16,39                                         | 3914,5 | 0,20                                      |
| Лукопасовищні трави, зелена маса | 16,19                                         | 3866,7 | 0,20                                      |
| Зернофуражні на зелений корм     | 15,40                                         | 3678,1 | 0,30                                      |

## Орієнтовне співвідношення основної й побічної продукції у сільськогосподарських культур (за абсолютно-сухою речовиною)

| Культура          | Основна продукція | Побічна продукція | Співвідношення між основною і побічною продукцією | Сума частин в урожаї |
|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------------------|----------------------|
| Пшениця озима:    |                   |                   |                                                   |                      |
| Високорослі сорти | зерно             | солома            | 1:1,4-1,65                                        | 2,4-2,65             |
| середньорослі     | зерно             | солома            | 1:1,3-1,5                                         | 2,3-2,5              |
| напівкарликові    | зерно             | солома            | 1:1,1-1,4                                         | 2,1-2,4              |
| Пшениця яра       | зерно             | солома            | 1:1,2-1,4                                         | 2,1-2,4              |
| Жито озиме        | зерно             | солома            | 1:1,6-2,0                                         | 2,6-3,0              |
| Ячмінь озимий     | зерно             | солома            | 1:1,2-1,45                                        | 2,2-2,45             |
| Ячмінь ярий       | зерно             | солома            | 1:1,1-1,3                                         | 2,1-2,3              |
| Трітікале озиме   | зерно             | солома            | 1:1,5-1,9                                         | 2,5-2,9              |
| Овес              | зерно             | солома            | 1:1,2-1,45                                        | 2,2-2,45             |
| Просо             | зерно             | солома            | 1:1,2-1,45                                        | 2,2-2,45             |
| Кукурудза зерно   | зерно             | солома            | 1:1,3-1,6                                         | 2,3-2,6              |
| Сорго             | зерно             | солома            | 1:1,2-1,4                                         | 2,2-2,4              |
| Гречка            | зерно             | солома            | 1:2,3-3,0                                         | 3,3-4,0              |
| Горох             | зерно             | солома            | 1:1,1-1,3                                         | 2,1-2,3              |
| Соя               | зерно             | солома            | 1:1,4-1,6                                         | 2,4-2,6              |
| Картопля          | бульба            | бадилля           | 1:0,7-1,0                                         | 1,7-2,0              |
| Буряк             | коренеплоди       | гичка             | 1:0,4-0,6                                         | 1,4-1,6              |
| Соняшник          | насіння           | листолюбна маса   | 1:1,5-2,0                                         | 2,5-3,0              |
| Ріпак             | насіння           | теж               | 1:1,5-2,0                                         | 2,5-3,0              |
| Коріандр          | насіння           | теж               | 1:1,7-2,3                                         | 2,7-3,3              |
| Льон-довгунець    | насіння           | теж               | 1:6,0-8,0                                         | 7,0-9,0              |
| Коноплі           | насіння           | теж               | 1:6,0-9,0                                         | 7,0-10,0             |
| Хміль             | шишки             | теж               | 1:8,0-10,0                                        | 9,0-11,0             |

## Транспіраційні коефіцієнти основних сільськогосподарських культур

| Культура         | Транспіраційний коефіцієнт |
|------------------|----------------------------|
| Пшениця озима    | 320-420                    |
| Пшениця яра      | 320-400                    |
| Жито озиме       | 350-450                    |
| Ячмінь озимий    | 330-450                    |
| Ячмінь ярий      | 320-450                    |
| Тритікале озиме  | 350-450                    |
| Овес             | 380-475                    |
| Просо            | 200-290                    |
| Кукурудза        | 230-300                    |
| Сорго            | 180-250                    |
| Гречка           | 420-550                    |
| Горох            | 330-500                    |
| Кормові боби     | 450-750                    |
| Соя              | 400-500                    |
| Картопля         | 300-500                    |
| Буряки цукрові   | 280-450                    |
| Соняшник         | 350-480                    |
| Ріпак            | 300-600                    |
| Коріандр         | 300-500                    |
| М'ята            | 400-700                    |
| Льон - довгунець | 380-500                    |
| Коноплі          | 450-800                    |
| Хміль            | 450-500                    |

Коефіцієнт водоспоживання с.-г. культур, м<sup>3</sup>/т залежно від урожаю для посушливої (А) і зони недостатнього зволоження (Б) (за даними Діпроводгоспу)

| Культура  | Зона | Урожайність, ц/га |         |         |         |       |       |
|-----------|------|-------------------|---------|---------|---------|-------|-------|
|           |      | 20                | 30      | 40      | 50      | 100   | 200   |
| Бавовник  | А    | 280-190           | 240-140 | 200-130 | 175-120 | -     | -     |
| Зернові   | А    | 170-150           | 150-130 | 130-120 | 120-100 | -     | -     |
|           | Б    | 130-110           | 110-90  | 90-70   | 70-60   | -     | -     |
| Кукурудза | А    | -                 | -       | 130-120 | 110-100 | 70-60 | -     |
|           | Б    | -                 | -       | 90-80   | 80-60   | 50-40 | -     |
| Просо     | А    | -                 | -       | 120-110 | 100-90  | -     | -     |
|           | Б    | -                 | -       | 80-70   | 70-60   | -     | -     |
| Соняшник  | А    | 180               | -       | -       | -       | -     | -     |
|           | Б    | 150-140           | 110-105 | -       | -       | -     | -     |
| Б/трави*  | А    | -                 | -       | -       | 110-100 | 90-80 | 60-50 |
|           | Б    | -                 | -       | -       | 95-85   | 80-60 | 40-30 |
| Рис       | А    | -                 | -       | 500-450 | 450-400 | -     | -     |
|           | Б    | -                 | -       | 400-250 | 350-300 | -     | -     |
| Овочі*    | А    | 35-30             | 30-27   | 27-25   | 25-18   | 9-7   | -     |
|           | Б    | 27-24             | 23-20   | 19-13   | 13-10   | -     | -     |
| Картопля* | А    | -                 | 20-18   | 18-16   | 14-12   | -     | -     |
|           | Б    | -                 | 15-20   | 12-9    | 9-5     | -     | -     |
| Ц/буряк   | А    | -                 | -       | 20-18   | 17-15   | -     | -     |
|           | Б    | -                 | -       | 13-11   | 10-8    | 8-6   | -     |

## ПРИМІТКИ:

1. Умовні позначення:\* для цих культур показники урожайності виражено в т/га;
2. Одиниця виміру коефіцієнта водоспоживання м<sup>3</sup>/т відповідає витратам води в центнерах на створення урожаю основної продукції 1 ц/га

## Оцінювання кормових та вартісних достоїнств продукції

| Продукція                      | Містить в 1 кг основної продукції |                          |                     |
|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                | кормових<br>одиниць               | перетравного<br>протеїну | зернових<br>одиниць |
| <b>ЗЕРНО</b>                   |                                   |                          |                     |
| Пшениця                        | 1,2                               | 117                      | 1                   |
| Жито                           | 1,18                              | 102                      | 1                   |
| Ячмінь                         | 1,21                              | 81                       | 1                   |
| Овес                           | 1,0                               | 85                       | 0,8                 |
| Вико-овес                      | 1,1                               | 144                      | 0,8                 |
| Горох                          | 1,17                              | 195                      | -                   |
| Кукурудза                      | 1,34                              | 78                       | -                   |
| Соя                            | 1,38                              | 290                      | -                   |
| <b>ГРУБІ КОРМИ</b>             |                                   |                          |                     |
| Сіно природних угідь           | 0,51                              | 41                       | 0,5                 |
| Сіно однорічних трав           | 0,48-0,52                         | 42-50                    | 0,4                 |
| Сіно бобових багаторічних трав | 0,49-0,54                         | 116-123                  | 0,5                 |
| Солома озимих культур          | 0,2                               | 5                        | 0,2                 |
| Солома ярих культур            | 0,36                              | 12                       | 0,25                |
| <b>СОКОВИТІ КОРМИ</b>          |                                   |                          |                     |
| Бурак кормовий                 | 0,12                              | 9                        | 0,2                 |
| Бурак цукровий                 | 0,26                              | 12                       | 0,25                |
| Гарбуз                         | 0,1                               | 7                        | -                   |
| Силос кукурудзи                | 0,16                              | 13                       | 0,17                |
| Силос різнотрав'я              | 0,13                              | 13                       | -                   |
| <b>ЗЕЛЕНІ КОРМИ</b>            |                                   |                          |                     |
| Пасовища                       | 0,18                              | 16                       | -                   |
| Однорічні трави                | 0,16                              | 23                       | -                   |
| Багаторічні бобові             | 0,21                              | 30                       | -                   |
| Багаторічні злакові            | 0,21                              | 14                       | -                   |
| Кукурудза                      | 0,20                              | 15                       | -                   |
| <b>ІНШІ КУЛЬТУРИ</b>           |                                   |                          |                     |
| Льон: волокно                  |                                   |                          | 3,85                |
| насіння                        |                                   |                          | 1,65                |
| соломка                        |                                   |                          | 0,41                |
| Соняшник                       |                                   |                          | 1,47                |
| Картопля                       | 0,3                               | -                        | 0,25                |
| Овочі                          |                                   |                          | 0,16                |
| Ягідні культури                |                                   |                          | 0,12                |
| Зерняткові плоди               |                                   |                          | 0,22                |
| Виноград                       |                                   |                          | 0,22                |

