



**НАВЧАЛЬНЕ  
ВИДАННЯ**

**Танчик С. П., Павлов О. С., Бабенко А. І.**

# **ЗЕМЛЕРОБСТВО**

**Підручник**



**НАВЧАЛЬНІ  
ВИДАННЯ**

**Танчик С. П., Павлов О. С., Бабенко А. І.**

# **ЗЕМЛЕРОБСТВО**

**Підручник**

Київ  
2025

**УДК 631.58**

**Т 18**

*Рекомендовано до видання рішенням вченої ради Національного університету біоресурсів і природокористування України (Протокол № 22 від 22.10.2025 року)*

**Рецензенти:**

**Ткаліч Ю. І.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової та інноваційної діяльності Дніпровського державного аграрно-економічного університету;

**Ткаченко М. А.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, директор ННЦ «Інститут землеробства НААН»;

**Літвінов Д. В.**, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О. І. Душечкіна Національного університету біоресурсів і природокористування України.

**Т 18 Землеробство : підручник / С. П. Танчик, О. С. Павлов, А. І. Бабенко. Київ : НУБіП України, 2025. 338 с.**

**ISBN**

Землеробство – провідна галузь агрономії з вирощування сільськогосподарських культур. Основним завданням землеробства є отримання якісної, екологічно безпечної з високими економічно обґрунтованими врожаями сільськогосподарської продукції. Теоретичною основою цих показників є соціальні закони та закони землеробства і агрономії. Управління цими законами відбувається шляхом регулювання факторів життя рослин, відтворення родючості ґрунту, запровадження сівозмін для різних ґрунтово-кліматичних умов України, обробітком ґрунту та захистом його від ерозії, системами землеробства. Всі ці питання висвітлені в даному підручнику.

Зміст підручника відповідає навчальній програмі дисципліни «Землеробство».

Підручник буде корисний студентам, аспірантам та викладачам закладів вищої освіти.

**УДК 631.58**

©Танчик С. П., Бабенко А. І.,  
Павлов О. С., 2025  
©НУБіП України

**ISBN**

## ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ



### **Танчик Семен Петрович**

Доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України, заслужений діяч науки і техніки, Лауреат Премії Кабінету Міністрів України за розроблення інноваційних технологій, завідувач кафедри землеробства та гербології НУБіП України. Викладає дисципліни «Землеробство», «Сучасні системи землеробства». Наукові інтереси пов'язані з теоретичним обґрунтуванням і розробленням моделі системи екологічного землеробства та її провідних ланок. Автор понад 250 наукових праць, у т. ч. 10 підручників, 17 навчальних посібників, 7 монографій, 9 авторських свідоцтв, 8 науково-методичних рекомендацій. Електронна адреса: [tanchyksp@i.ua](mailto:tanchyksp@i.ua).



### **Павлов Олександр Сергійович**

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри землеробства та гербології НУБіП України. Викладає дисципліни «Землеробство», «Органічне землеробство», «Основи землеробства і рослинництва». Наукові інтереси пов'язані з розробленням заходів управління родючістю ґрунтів за зберігаючого землеробства та випробуванням перспективних засобів захисту с.-г. культур від бур'янів. Автор 48 наукових та навчально-методичних праць, з яких – 3 навчальних посібники, 26 статей у вітчизняних та закордонних фахових виданнях, 8 навчальних та науково-методичних рекомендацій. Електронна адреса: [zemlerob1@ukr.net](mailto:zemlerob1@ukr.net).



### **Бабенко Антоніна Іванівна**

Кандидат сільськогосподарських наук, доцент, доцент кафедри землеробства та гербології НУБіП України. Викладає дисципліни «Гербологія», «Землеробство». Наукові інтереси пов'язані з вирішенням проблеми забур'яненості посівів сільськогосподарських культур. Автор понад 45 наукових праць, у т. ч. – 1 монографії, 5 навчальних посібників, 3 науково-методичних рекомендацій. Електронна адреса: [babenkoantonina@ukr.net](mailto:babenkoantonina@ukr.net).

## ЗМІСТ

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ВСТУП.....</b>                                                           | <b>8</b>  |
| <b>РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ЗЕМЛЕРОБСТВА.....</b>                           | <b>15</b> |
| 1.1. Фактори життя рослин.....                                              | 15        |
| 1.2. Закони землеробства.....                                               | 16        |
| 1.2.1. Закон автотрофності зелених рослин.....                              | 17        |
| 1.2.2. Закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин.....       | 18        |
| 1.2.3. Закон мінімуму, оптимуму і максимуму.....                            | 19        |
| 1.2.4. Закон сукупної дії та взаємодії факторів життя рослин.....           | 20        |
| 1.2.5. Закон повернення поживних речовин у ґрунт.....                       | 21        |
| 1.2.6. Закон плодозміни.....                                                | 23        |
| 1.2.7. Закон критичних та стресових періодів.....                           | 25        |
| 1.2.8. Закон спадної родючості ґрунту.....                                  | 29        |
| 1.2.9. Закон фізіологічних годин.....                                       | 31        |
| 1.2.10. Закони й системи землеробства.....                                  | 32        |
| 1.3. Родючість ґрунту та її відновлення за оптимізації.....                 | 35        |
| умов життя рослин.....                                                      | 35        |
| 1.3.1. Види родючості ґрунту.....                                           | 36        |
| 1.3.2. Показники родючості ґрунту.....                                      | 37        |
| 1.3.3. Окультурення ґрунту.....                                             | 53        |
| 1.4. Екологічні умови життя рослин та методи їх регулювання.....            | 55        |
| 1.4.1. Водний режим ґрунту та методи його регулювання.....                  | 56        |
| 1.4.2. Поживний режим ґрунту та методи його регулювання.....                | 68        |
| 1.4.3. Світловий режим та методи його регулювання.....                      | 73        |
| 1.4.4. Тепловий режим ґрунту та методи його регулювання.....                | 75        |
| 1.4.5. Повітряний режим ґрунту та методи його регулювання.....              | 78        |
| <i>Висновки.....</i>                                                        | <i>82</i> |
| <i>Питання для самоконтролю.....</i>                                        | <i>82</i> |
| <b>РОЗДІЛ 2. СІВОЗМІНИ.....</b>                                             | <b>83</b> |
| 2.1. Поняття про сівозміну.....                                             | 83        |
| 2.2. Основні терміни сівозмін та їх визначення.....                         | 83        |
| 2.3. Економічна роль сівозмін у сучасному землеробстві.....                 | 84        |
| 2.4. Агрономічна роль сівозмін та її завдання в сучасному землеробстві..... | 86        |
| 2.5. Наукові основи чергування сільськогосподарських культур.....           | 87        |
| 2.6. Сівозміна, як фактор оздоровлення агроєкосистеми.....                  | 93        |
| 2.7. Завдання сівозміни.....                                                | 95        |
| 2.8. Розміщення основних польових культур і парів у сівозмінах.....         | 96        |
| 2.8.1. Озимі зернові культури в сівозміні.....                              | 96        |
| 2.8.2. Ярі зернові культури в сівозміні.....                                | 107       |
| 2.8.3. Зернобобові культури в сівозміні.....                                | 109       |
| 2.8.4. Круп'яні культури в сівозміні.....                                   | 111       |
| 2.8.5. Кукурудза в сівозміні.....                                           | 114       |
| 2.8.6. Буряки цукрові в сівозміні.....                                      | 115       |
| 2.8.7. Соняшник у сівозміні.....                                            | 116       |
| 2.8.8. Картопля в сівозміні.....                                            | 118       |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.8.9. Льон у сівозміні.....                                                  | 119        |
| 2.8.10. Ріпак у сівозміні .....                                               | 120        |
| 2.8.11. Багаторічні трави в сівозміні .....                                   | 122        |
| 2.8.12. Проміжні культури в сівозміні .....                                   | 124        |
| 2.8.13. Сидеральні культури у поміжних посівах .....                          | 127        |
| 2.9. Класифікація сівозмін .....                                              | 128        |
| 2.10. Проектування, введення та освоєння сівозмін .....                       | 133        |
| <i>Висновки .....</i>                                                         | <i>140</i> |
| <i>Питання для самоконтролю .....</i>                                         | <i>140</i> |
| <b>РОЗДІЛ 3. ОБРОБІТОК ҐРУНТУ .....</b>                                       | <b>142</b> |
| 3.1. Значення та завдання обробітку ґрунту .....                              | 142        |
| 3.2. Терміни та визначення понять в обробітку ґрунту .....                    | 144        |
| 3.3. Технологічні процеси під час обробітку ґрунту .....                      | 147        |
| 3.4. Технологічні (фізико-механічні) властивості ґрунту .....                 | 151        |
| 3.5. Заходи, способи і системи обробітку ґрунту .....                         | 154        |
| 3.6. Заходи обробітку ґрунту загального призначення .....                     | 155        |
| 3.6.1. Оранка.....                                                            | 155        |
| 3.6.2. Заходи безполицевого обробітку ґрунту.....                             | 163        |
| 3.7. Заходи обробітку ґрунту спеціального призначення .....                   | 185        |
| 3.8. Система обробітку ґрунту під культури сівозміни .....                    | 187        |
| 3.8.1. Система зяблевого обробітку ґрунту .....                               | 188        |
| 3.8.2. Система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури.....          | 197        |
| 3.8.3. Система обробітку ґрунту під озимі культури .....                      | 202        |
| 3.8.4. Система післяпосівного обробітку ґрунту .....                          | 212        |
| 3.8.5. Система обробітку ґрунту в умовах ерозії.....                          | 217        |
| 3.8.6. Система обробітку ґрунту в умовах зрошення .....                       | 223        |
| 3.8.7. Система обробітку осушуваних земель .....                              | 227        |
| 3.8.8. Система обробітку ґрунту під післяукісні та післяжнивні культури ..... | 232        |
| 3.8.9. Мінімізація механічного обробітку ґрунту.....                          | 234        |
| <i>Висновки .....</i>                                                         | <i>237</i> |
| <i>Питання для самоконтролю .....</i>                                         | <i>237</i> |
| <b>РОЗДІЛ 4. БУР'ЯНИ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ</b>                                    |            |
| <b>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД НИХ .....</b>                            | <b>239</b> |
| 4.1. Поняття про бур'яни та їх походження .....                               | 239        |
| 4.2. Шкода від бур'янів.....                                                  | 240        |
| 4.3. Біологічні властивості бур'янів .....                                    | 240        |
| 4.4. Агробіологічна класифікація бур'янів .....                               | 244        |
| 4.5. Інтегрована система захисту від бур'янів .....                           | 250        |
| <i>Висновки .....</i>                                                         | <i>260</i> |
| <i>Питання для самоконтролю .....</i>                                         | <i>261</i> |
| <b>РОЗДІЛ 5. ЯКІСТЬ ТА СІВБА НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ</b>                |            |
| <b>КУЛЬТУР .....</b>                                                          | <b>262</b> |
| 5.1. Основні показники якості насіння .....                                   | 262        |
| 5.2. Сівба сільськогосподарських культур .....                                | 265        |
| 5.3. Якісні показники сівби.....                                              | 270        |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4. Оцінка якості сівби сільськогосподарських культур .....                     | 273        |
| <b>РОЗДІЛ 6. СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА .....</b>                                      | <b>277</b> |
| 6.1. Поняття про системи землеробства.....                                       | 277        |
| 6.2. Історичний розвиток систем землеробства.....                                | 279        |
| 6.2.1. Примітивні системи землеробства .....                                     | 279        |
| 6.2.2. Екстенсивні системи землеробства .....                                    | 282        |
| 6.2.3. Перехідні системи землеробства .....                                      | 284        |
| 6.2.4. Інтенсивні (сучасні) системи землеробства.....                            | 289        |
| 6.3. Основні складові та сутність сучасних інтенсивних систем землеробства ..... | 291        |
| 6.3.1. Промислова система землеробства .....                                     | 291        |
| 6.3.2. Органічна система землеробства.....                                       | 296        |
| 6.3.3. Еколого-зберігаюча система землеробства.....                              | 300        |
| 6.3.4. Система землеробства No-till .....                                        | 316        |
| <i>Висновки .....</i>                                                            | <i>330</i> |
| <i>Питання для самоконтролю .....</i>                                            | <i>331</i> |
| Алфавітний предметний покажчик.....                                              | 332        |
| Список рекомендованої літератури .....                                           | 335        |

## ВСТУП

Запорукою сильної України, її економічного й соціального розвитку є втілення змісту Української національної ідеї суспільного життя. Зміст національної ідеї в аграрному секторі економіки України обумовлений об'єктивними особливостями цієї галузі та потребами ефективного її використання для задоволення національних потреб українського народу.

Унікальною особливістю галузі є енергетичний зв'язок вирощуваних культур, їх технологій з використанням ґрунтової та космічної енергії, протистояння несприятливим фізичним та біологічним факторам. Унаслідок цього приріст енергії в отриманому врожаї в 2–3 рази вищий, порівняно з затратами енергії на вирощування цього врожаю. Це виникає завдяки первинній енергії сонця та ґрунту, що уможливорює створення первинної енергії в галузі землеробства – в зерні, буряках цукрових, насінні соняшника, продукції кормових та овочевих культурах тощо. Створена в землеробстві первинна енергія використовується для одержання відносних додаткових вартостей в переробній промисловості, тваринництві, розвитку інтелектуальної сфери суспільства тощо. Звідси, первинним капіталом у суспільстві є створена в землеробстві первинна енергія, яка є енергетикою розвитку людського суспільства.

Проте, нинішній стан землеробства характеризується величезними втратами енергії, що міститься в органічній речовині ґрунту. З урахуванням дегуміфікації втрати енергії в землеробстві майже втричі перевищують її відновлення за допомогою внесення органічних та мінеральних добрив.

Україна володіє неоціненним національним багатством – найродючішими ґрунтами, що становлять 70 % ґрунтового покриття країни. Займаючи 4 % світового суходолу, вона має 12 % світових площ чорноземних ґрунтів. Ця особливість визначає об'єктивний статус України, як розвиненої аграрно-промислової країни. За біологічним потенціалом запровадження сучасних технологій українські ґрунти здатні забезпечувати в середньому 8–10 т/га зернових колосових культур, 12–15 т/га зерна кукурудзи, 4–5 т/га насіння соняшника, 80–100 т/га коренеплодів буряків цукрових та відповідні урожаї інших культур. Фактично, ці потенційні можливості, в даний час, використовуються лише на 30–50 % із-за порушення екологічної відповідності сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, нехтування вимог законів природи, агрономії та землеробства. Адже соціальне, економічне і екологічне благополуччя української нації нерозривно пов'язано з землею.

Земельні угіддя України складають 60,4 млн. га, з яких 41,5 млн. га (близько 70 % території) займають сільськогосподарські угіддя, зокрема рілля 32,5 млн. га, що складає понад 54 % території країни. За нашими розрахунками встановлено, що екологічним допуском частка оброблюваних земель (ріллі) має бути до 40 %, луків і пасовищ до 30 %, лісів до 30 % від території країни. Сучасна територія всіх земель України не відповідає екологічній нормі – рілля складає 54 %, луки і пасовища – 26 %, ліси – 17 %.

Раціональним вважається таке використання сільськогосподарських угідь, за якого досягають економічно і енергетично обґрунтованої, адекватної біокліматичному потенціалу конкретного агроландшафту продуктивності ріллі, забезпечують розширене відтворення родючості ґрунту та створюють умови екологічної безпеки довкілля і вирощеної продукції.

Ґрунтове покриття країни різноманітне. Номенклатура ґрунтів нараховує близько 650 видів, а з обліком різновидів – 4000 таксонометричних ґрунтових одиниць. Найбільш поширені серед оброблювальних (орних) земель – чорноземи (типові, звичайні, південні), які займають 60,6 %. Друге місце – дерново-підзолисті ґрунти – 16,1 %, далі сірі лісові – 13,6, каштанові – 4,6 %. Разом ці ґрунти складають основний фонд оброблюваних земель країни.

Згідно з агроґрунтовим районуванням територію України розподіляють на такі агроґрунтові зони: Українське Полісся – зона змішаних лісів, дерново-підзолистих типових і оглеєних ґрунтів; Лісостеп – зона чорноземів типових і сірих лісових ґрунтів (45 % чорноземів); Степ – зона темно-каштанових і каштанових ґрунтів (82 % чорноземів); зона буроземних ґрунтів Українських Карпат; зона ґрунтів гірського Криму.

Галузь землеробства обтяжена екологічними проблемами, оскільки основний її засіб виробництва – земля – має природне походження. Інтенсифікація галузі неминуче посилює антропогенний тиск на довкілля, особливо на ґрунт, спричиняючи його деградацію. Остання проявляється у втраті ґрунтом оптимальної структури, переущільненні, погіршенні водопроникності, накопиченні ксенобіотиків.

Однією із основних ознак деградації земель в Україні є її ерозія, що означає «роз'їдання», руйнування. Щороку площа еродованих земель в Україні збільшується на 80–100 тис. га. Через ерозію щороку з полів виносяться сотні тисяч тонн поживних речовин, втрати яких компенсуються внесенням добрив тільки на 20–25 %. Найбільш уражені водною ерозією землі у південно-східному регіоні країни. Частка змитих сільськогосподарських угідь в Луганській області сягає 84 %, Донецькій – 62 %, Одеській, Кіровоградській, Харківській – 49 %.

Інтенсивною яружною ерозією вражено 18 % території України. На 17 % території відбувається процеси підтоплення, 80 % зрошуваних земель зазнають техногенного підтоплення.

На 50 % освоєних площ схилів розвиваються зсуви, особливо в Закарпатській, Івано-Франківській, Чернівецькій, Львівській областях та автономній Республіці Крим, де дією зсувів порушено 40–50 % території.

Згідно з державним земельним кадастром України, серед сільськогосподарських угідь 1,8 млн га засолених земель, 2,8 – солонцюватих, 13,2 – кислих, 1,2 – перезволожених, 1,0 – заболочених, 0,47 – кам'янистих та 14,7 млн га змитих.

Як природне тіло ґрунт слід оберігати від усіх чинників його деградації – водної, вітрової, іригаційної, пасовищної і техногенної ерозії, від забруднення радіонуклідами, важкими металами, пестицидами, промисловими чи побутовими стоками, від втрати родючості внаслідок дегуміфікації, декальцинації, агрофізичної та фізико-хімічної деградації, засолення,

осолонцювання, потенційного засмічення оброблювального шару насінням і вегетативними органами розмноження бур'янів.

На розвиток землеробства впливають об'єктивні та суб'єктивні фактори. До об'єктивних слід віднести зростання чисельності населення планети. За даними ООН на початок 2017 року воно становило 7,5 млрд чоловік, а на початок 2025 цей показник зріс до 8,2 млрд чоловік. На 2050 рік передбачається близько 10,0 млрд чоловік. На одного жителя планети припадає 0,18 га ріллі, в Україні – 0,9 га, щорічно у світі з ріллі виводиться близько 21 млн га, щоденно у світі від голоду помирає близько 24,0 тис. людей, у тому числі дітей – 18,0 тис. У світі в напівголодному стані перебуває більше 1,0 млрд людей.

Другим чинником, який впливає на розвиток і продуктивність землеробства є зміна клімату на планеті. За даними українського Гідрометцентру ГТК зони Полісся в 1980 році складав 1,4, а в 2020 році – 1,1; в Лісостепу і Степу ці показники були, відповідно, у 1980 році 1,2 і 1,1, а в 2020 році – 0,9 і 0,8. Встановлено, що на планеті Земля щорічно в атмосферу викидається більше 9,5 млрд т  $\text{CO}_2$ . В даний час на кожен мільйон молекул у повітрі припадає понад 420 молекул  $\text{CO}_2$ . Це рекордний показник за час існування планети Земля.

Третім чинником, що впливає на розвиток землеробства є дефіцит енергоносіїв. У світі розпочато дослідження з виробництва альтернативних джерел енергії, передусім використання продукції рослинництва: високоолійні (ріпак, соняшник) – біодизель; високовуглеводні (зерно, цукор, крохмаль) – одержання етанолу.

Четвертим чинником є ресурсне забезпечення галузі. Врожайність вирощуваних культур не може перевищувати ту, яка забезпечується природними ресурсами території; зокрема енергією ФАР та ресурсами вологи.

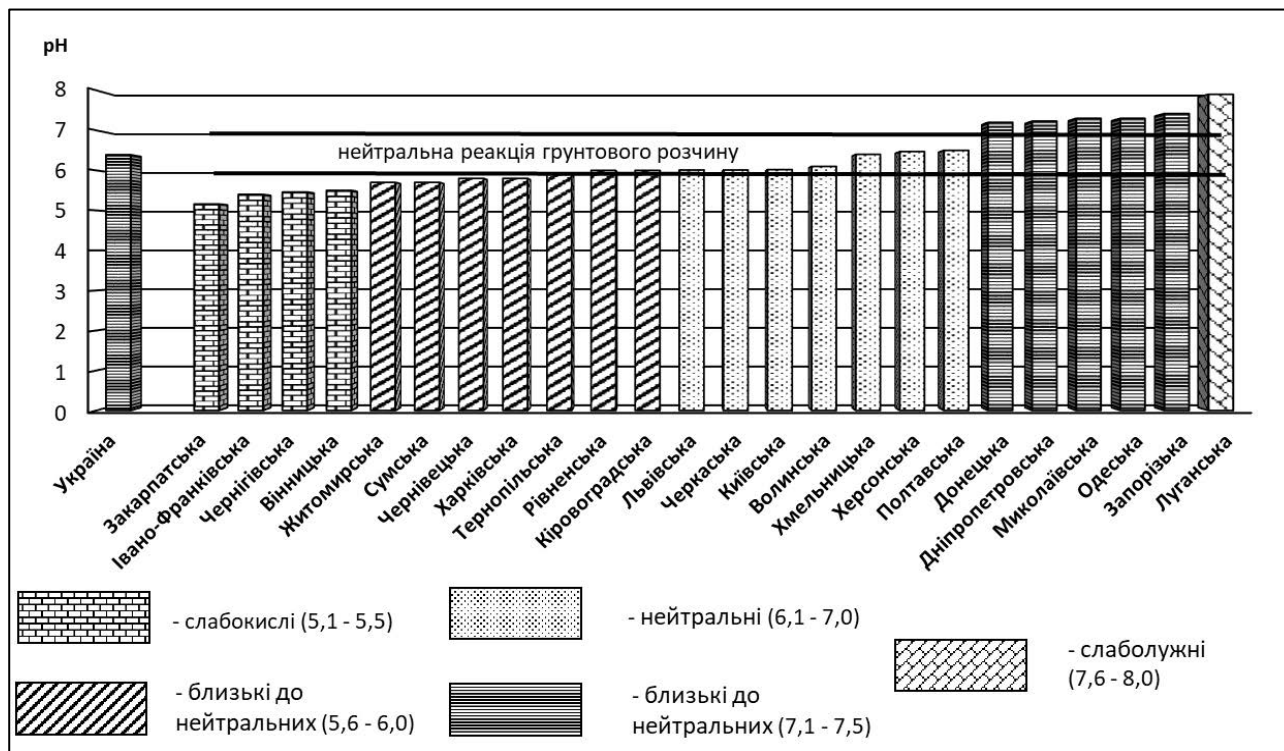


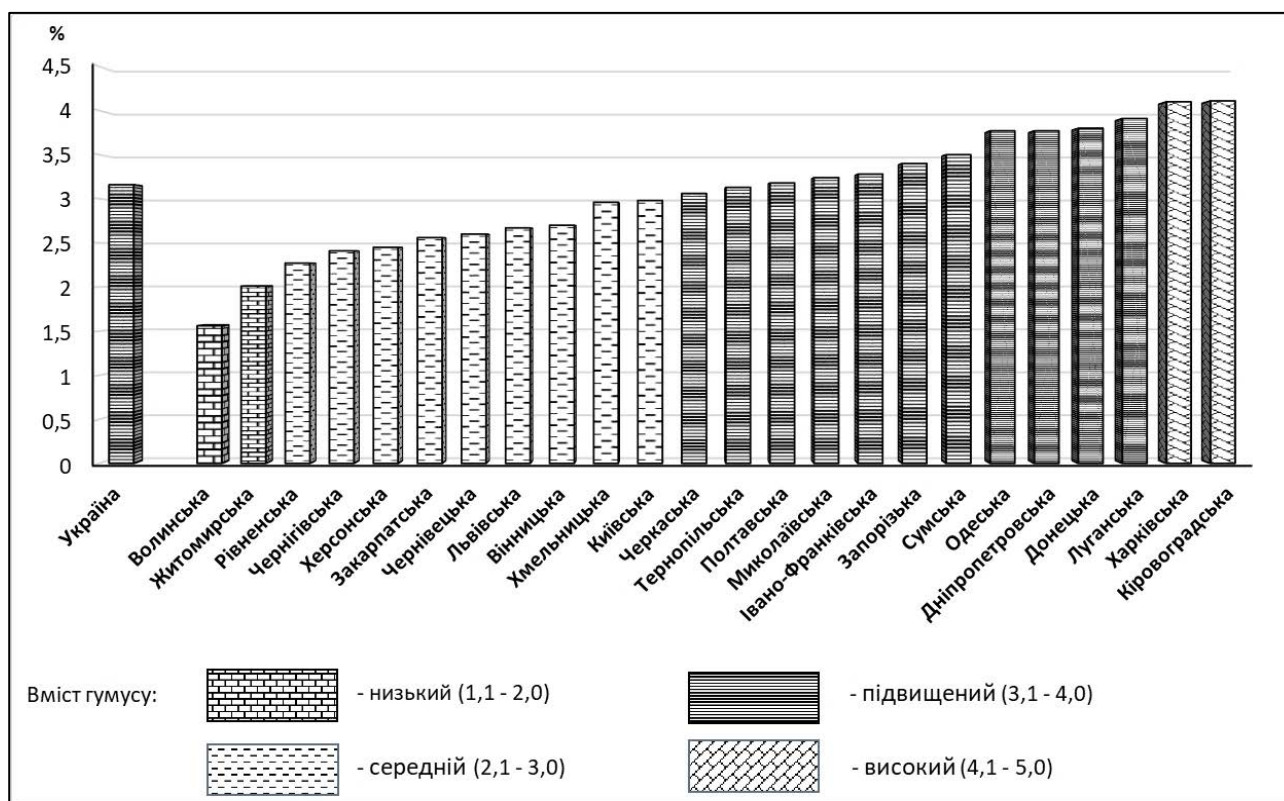
Рис. 1 Реакція ґрунтового розчину ґрунтів України (X тур, 2011–2015 рр.)

Дані X туру (2011–2015 рр.) обстеження ґрунтів України вказують, що більше 19 % є кислими, 57,3 % близькими до нейтральних та нейтральними, 23,6 % – лужними. Висока питома вага кислих ґрунтів характерна для зони Полісся (45,6 %), найменша у зоні Степу (1,8 %). Найбільші площі ґрунтів із лужною реакцією ґрунтового розчину зосереджені у зоні Степу – 47 % (рис. 1).

На інтенсивність процесів підкислення ґрунтів впливає відсутність хімічної меліорації (вапнування). У 2019 році провапновано лише 2,4 % від загальної площі кислих ґрунтів із щорічно мінімально необхідних 20 %. Як наслідок, винос кальцію з рослинною продукцією і вилугування з ґрунтового профілю (процес декальцинації) приводить до втрати найціннішої частини ґрунту – гумусу.

Крім цього, в останні роки суттєво зменшилося внесення органічних добрив, які є вагомим джерелом повернення в ґрунт кальцію та відтворення мікробіологічного середовища. Обсяги внесення органічних добрив незначні й у 2019 році склали лише 0,5 т/га посівної площі, тоді як мінімальна норма для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу (залежно від ґрунтово-кліматичної зони) має становити від 10 до 16 т/га. Це в 25–30 разів менше норми.

Середньозважений вміст гумусу в ґрунтах України становить 3,16 %. Найбільші площі займають ґрунти з середнім та підвищеним вмістом гумусу (61,9 %), з високим та дуже високим – 22,8 %, дуже низьким та низьким – 15,4 % (рис. 2).



**Рис. 2. Вміст гумусу в ґрунтах України (X тур, 2011–2015 рр.)  
(середньозважений показник)**

Найважливішим ресурсом для забезпечення відтворення гумусу ґрунтів залишаються органічні добрива, гноєкомпости, рослинні рештки, побічна

продукція рослинництва, сидерати тощо, внесення яких позитивно впливає на агрохімічні, агрофізичні та водно-повітряні властивості ґрунтів.

Обстежені сільськогосподарські угіддя з якісної оцінки розподіляються так:

- найкращі землі та землі високої якості складають лише 19,2 %, переважна більшість таких земель знаходиться у зоні Лісостепу (21,8 %) та Степу (21,7 %);
- середньої якості – майже 57 %, переважна більшість у зонах Степу та Лісостепу (58–61 %);
- низької якості – 23 %, переважна більшість у зоні Полісся (більше 45 %).

Найкращими за якісною оцінкою у балах (агроекологічний бал) є обстежені ґрунти у Кіровоградській (67 балів), Харківській (66 балів) та Тернопільській (57 балів) областях.

Особливу тривогу викликає кризовий екологічний стан агроландшафтів України, результатами якого є зниження родючості ґрунтів. Необхідні термінові системні заходи з оптимізації природокористування, приведення природної системи до рівноваги.

Україна належить до одного з ранніх осередків зародження землеробства, основою якого було мотичне, а згодом плужне землеробство. Виникнення останнього датується 2,5–2,0 тис. років до Різдва Христового, тобто 4–4,5 тис. років тому. В ті часи землеробство розвивалося і базувалося лише на примітивній практиці й народних прикметах, поступово нагромаджуючи і передаючи найцінніші спостереження й досвід з покоління в покоління.

Значного розвитку агрономічна наука, у тому числі й землеробство, досягла з другої половини VII сторіччя. У цей час важливі наукові дослідження в галузі землеробства проводять Д. І. Менделєєв, К. А. Тімірязєв, І. С. Стебут, О. М. Енгельгард, П. А. Костичев, О. О. Ізмаїльський, В. В. Докучаєв, Д. М. Прянішніков, В. Р. Вільямс, О. І. Душечкін та інші. Завдяки досягненням агрономічної науки тих періодів для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої країни розроблені та рекомендовані виробництву науково обґрунтовані сівозміни, системи основного, передпосівного обробітку ґрунту та догляду за сільськогосподарськими культурами, розроблені заходи захисту ґрунту від водної та вітрової ерозії, захисту польових культур від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Значних успіхів досягли ґрунтознавці, землероби, агрохіміки, селекціонери, мікробіологи, інженери. Всі ці розробки сприяли підвищенню продуктивності польових культур. Проте, ці досягнення вчених не носили комплексного характеру, вони вирішували окремі, спеціалізовані, більш вузькопрофільні проблеми. Не отримавши очікуваних результатів в агрономії значна частина вчених (А. Т. Болотов, М. Г. Павлов, О. В. Советов, О. М. Енгельгард, І. С. Стебут, Д. М. Прянішніков, О. С. Єрмолов, та інші) вперше зробили спробу узагальнити досягнуті на той час наукові розробки, дати їм наукове обґрунтування і визначити системи землеробства стосовно умов країни. Поряд з цим землеробство потребує всебічного врахування природних, економічних, екологічних і соціальних умов – таких різноманітних на достатньо великій території нашої країни. Звідси, системи землеробства мають бути зональними, екологічно безпечними, економічно і

енергетично обґрунтованими, адаптивними до конкретних ґрунтово-кліматичних та соціально-економічних умов.

З розвитком землеробства змінюються способи використання і відновлення родючості ґрунту. Якщо на ранніх етапах його історії переважали природні процеси відновлення і підвищення продуктивності ріллі, то в інтенсивному землеробстві вирішальна роль належить активній діяльності людини. Основними способами підтримання і подальшого підвищення ефективності землеробства і родючості ґрунтів є застосування сучасних сівозмін, ефективної ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту, застосування добрив, особливо всіх видів органічного і промислового виробництва (мінеральних), меліорації (зрошення, осушення, хімічна меліорація, агролісомеліорація, біологічна тощо), хімічних і біологічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників і збудників хвороб), стимуляторів росту, біодеструкторів, високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур тощо. Поряд із цим широке застосування знаходять і біологічні засоби та методи підвищення родючості ґрунту й продуктивності ріллі: сидерація, побічна продукція рослинництва, травосіяння бобових культур тощо.

Теоретичною основою землеробства є його закони, а внутрішньою силою розвитку науки і галузі землеробства є суперечність землі як природно-історичного тіла і як основою засобу виробництва. Природні властивості ґрунту консервативні, важко піддаються зміні і обмежують родючість. Цей консерватизм можна подолати у процесі діяльності людини та використання землі як основного засобу виробництва у сільському господарстві.

Отже, землеробство – провідна галузь сільського господарства з вирощування сільськогосподарських культур.

Землеробство, як наука – є розроблення заходів та закономірностей з досягнення стабільної, адекватної біокліматичному потенціалу, енергетично і економічно обґрунтованої урожайності вирощуваних культур за умов розширеного відтворення родючості ґрунтів та екологічної безпеки довкілля і вирощеної продукції.

Землеробство, як навчальна дисципліна – формує у майбутніх фахівців комплекс знань і умінь щодо:

- наукових основ землеробства;
- розроблення, проектування та впровадження раціональних сівозмін;
- ресурсозберігаючого обробітку ґрунту та протиерозійних заходів;
- системи сучасних екологічно безпечних та економічно доцільних заходів захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів;
- особливостей ведення систем землеробства, зокрема, промислового, ґрунтозахисного, екологічного, біологічного, землеробства на забруднених територіях, No-till та ін.

**Навчальний посібник підготували:**

Вступ – С. Танчик

Розділ 1 – С. Танчик, О. Павлов, А. Бабенко

Розділ 2 – С. Танчик, О. Павлов, А. Бабенко

Розділ 3 – С. Танчик, О. Павлов

Розділ 4 – С. Танчик, А. Бабенко

Розділ 5 – С. Танчик

Розділ 6 – С. Танчик, О. Павлов

## РОЗДІЛ 1

### НАУКОВІ ОСНОВИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

***У результаті опрацювання цього розділу здобувач освіти:***

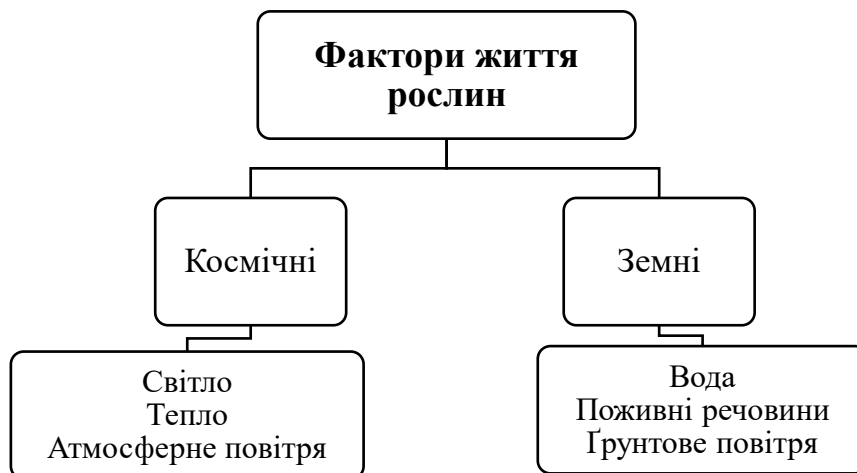
*Набуде фундаментальних знань щодо сутності існуючих факторів життя рослин та законів землеробства.*

*Отримає цілісні уявлення з питань родючості ґрунту та її видів, впливу родючості на продуктивність вирощуваних культур, якості та безпечності отриманого врожаю.*

*Оволодіє знаннями з екологічних умов життя рослин та заходів їх регулювання в землеробстві, а саме: водного, поживного, світлового, теплового та повітряного режимів.*

#### 1.1. Фактори життя рослин

Рослини в період свого росту, розвитку та створення врожаю постійно потребують надходження факторів життя у достатній кількості й оптимальному співвідношенні. Фактори життя рослин – це ті обов’язкові умови екологічного середовища, які не можна замінити іншими (рис. 1.1).



**Рис. 1.1. Фактори життя рослин**

Всі існуючі фактори життя рослин поділяються на космічні та земні. До космічних факторів життя рослин належать світло, тепло і атмосферне повітря, які напряму в землеробстві не регулюються. Надходження та розподіл сонячної радіації й тепла поверхнею планети, як протягом доби, так і сезонно, залежить від географічних поясів землі. Сонячна радіація визначає клімат землі, який обумовлює можливість вирощування тих чи інших культур. Крім того, клімат – один із факторів ґрунтоутворення, який опосередковано впливає на ґрунт, на ріст, розвиток і продуктивність рослин. Ґрунтово-кліматичні умови, в значній мірі, визначають спеціалізацію (напрямок розвитку) землеробства, набір сільськогосподарських культур, біологічні особливості яких відповідають цим умовам і забезпечують високі стабільні врожаї.

Тепло – другий космічний фактор, який необхідний для життя рослин та проходження хімічних, біологічних і фізичних процесів у ґрунті.

В сучасному інтенсивному землеробстві все більшого значення набувають земні фактори життя рослин – волога, поживні речовини та ґрунтове повітря, які передаються рослинам через ґрунт. Крім цього, високі вимоги пред'являються до фітосанітарного стану та технологічним властивостям ґрунту. В міру інтенсифікації землеробства трансформаційна функція ґрунту, обумовлена природними факторами ґрунтоутворення, недостатня. Звідси, земні фактори життя рослин можуть повністю регулюватися людиною внаслідок безпосередньої дії на ґрунт (обробіток ґрунту, меліорація, внесення добрив тощо).

Взаємовплив космічних і земних факторів життя у процесі росту й розвитку рослин надзвичайно складний та багатогранний, протягом тривалого періоду є предметом вивчення біологічних, агрохімічних, фізіологічних і агрохімічних наук. Результати великої кількості досліджень, логічний аналіз отриманих результатів дозволили сформуванню ряд закономірностей впливу факторів життя на продуктивність вирощуваних культур. Ці закономірності в агрономічній науці та, безпосередньо, в землеробстві відомі як закони землеробства.

## **1.2. Закони землеробства**

До кінця XVIII ст. аграрної науки (в сучасному розумінні) не було. На той час ще не сформувалися для землеробства такі фундаментальні науки і дисципліни, як ґрунтознавство, хімія, біологія, фізіологія рослин, мікробіологія за допомогою яких пояснюються процеси, що відбуваються в рослинах при формуванні врожаю. Крім того, було багато нерозкритих питань з родючості ґрунту. В силу цього, переважно базуючись тільки на практичному досвіді, товаровиробник не міг суттєво підвищити врожайність сільськогосподарських культур і покращувати родючість ґрунту.

Проте, було б не справедливим стверджувати, що на початок XIX ст. в землеробстві взагалі не існувало теоретичних думок, не робилися намагання узагальнити набутий на той час досвід і отримані наукові дослідження, встановити певні закономірності. Уже існувало багато теорій і гіпотез, часто вони були помилкові, абстрактні або мали недостатньо аргументовані факти.

Перехід на наукове землеробство дало можливість суттєво підвищити продуктивність ріллі, що базувалося на широкому використанні досягнень науки – ґрунтознавстві, агрохімії, агрофізиці, фізіології рослин, мікробіології, ентомології, фітопатології та інших. Стали розроблятися й формуватися науково обґрунтовані теорії та закони в землеробстві – мінерального живлення рослин, структуроутворення, вбирної здатності ґрунту, захисту посівів від бур'янів, шкідників і хвороб тощо. Сучасне землеробство, як наука, являє собою постійно удосконалювану систему знань про природу й, перш за все, про шляхи і способи збереження та підвищення родючості ґрунту, взаємозв'язок ґрунту й рослин, захист їх від шкідливих біологічних (бур'янів, шкідників і хвороб сільськогосподарських культур) та антропогенних (ерозії, засолення, закисання, радіоактивних речовин тощо) факторів.

Ріст урожайності й загальна продуктивність сільського господарства в ХІХ і ХХ ст. в багато разів перевищили показники попередніх століть. За даними ФАО у 1970 році світове землеробство отримало 590 млн тонн зерна, у 2000 – 1876 млн тонн, а за прогнозами на 2024 рік буде вироблено рекордні майже 2961 млн тонн, що на 3,5 % більше за попередній рік. Завдяки інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та дотримання законів землеробства обсяг продукції галузі за останні два десятиріччя зріс з 3,8 до 7,4 млрд тонн. Проте, через зростання чисельності населення планети кількість продовольства на одну людину залишається незмінною – 1,2–1,3 тонни в рік. Разом із тим, за даними статистичного ресурсу Worldometers, людству гостро не вистачає продовольства: майже 1 млрд людей сьогодні голодує, а понад 2 млрд – недоїдає. Постійний розвиток аграрної науки та удосконалення сільськогосподарської техніки були й лишаються головними важелями поступального розвитку землеробства й всього сільськогосподарського виробництва. Тривалий досвід і практика показали, що в основі розвитку землеробства лежать закони, які відображають об'єктивні процеси, що відбуваються в природі й землеробстві. Вони вказують виробничнику шлях розвитку, попереджують від багатьох помилок і допомагають землеробу продуктивніше використовувати не тільки ґрунт, а й сільськогосподарські машини, знаряддя, засоби як біологічного походження, так і промислового виробництва (мінеральні добрива, пестициди, меліоранти, стимулятори росту тощо).

### 1.2.1. Закон автотрофності зелених рослин

За часом відкриття та значимістю в біології й землеробстві перше місце належить *закону автотрофності зелених рослин*. Цей закон об'єднав теорії фотосинтезу та мінерального живлення рослин. Зелені рослини, використовуючи енергію сонячного випромінювання та поглинаючи з повітря вуглекислий газ, а з ґрунту воду й мінеральні сполуки, синтезують усі необхідні їм органічні речовини в кількості, яка забезпечує повний розвиток і високу врожайність рослин. Тільки зелені рослини здатні перетворювати кінетичну енергію сонячного проміння в потенційну енергію органічної речовини. У цьому сутність закону. Згідно із цим законом важливою умовою при створенні врожаю повинно бути формування оптимальної листової поверхні, яка б забезпечила максимальний ступінь засвоєння сонячного випромінювання для процесів синтезу вуглеводів, білків, амінокислот, ферментів та інших важливих сполук, з яких утворюються нові клітини, рослинні тканини та органи життєдіяльності рослин. Дослідженнями встановлено, що для озимих і ярих зернових, картоплі, кукурудзи, сорго, коренеплодів, соняшнику, баштанних культур оптимальною площею листової поверхні на 1 га посіву буде від 40–50 до 60 тис. м<sup>2</sup> або від 4–5 до 6 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> посіву, тобто листовий індекс у посівів становитиме відповідно 4/1; 5/1; 6/1. Оптимальна площа листової поверхні (40–60 тис. м<sup>2</sup>/га) має припадати на період активної вегетації рослин (початок генеративного періоду до утворення плодів, наливу зерна, молочної стиглості залежно від виду культури).

Показником оптимальної площі листкової поверхні та оптимального проходження фотосинтезу є кількість пластичних речовин на одиницю листкової поверхні, що їх нагромаджує посів. Вважається оптимальним, коли на 1 м<sup>2</sup> площі листя у зернових, коренеплодів, картоплі та інших культур асимілюється 4–6 г органічної речовини на добу. У загущених та зріджених посівах чиста продуктивність фотосинтезу буде нижчою.

Узагальнюючим показником продуктивності різних культур є вихід сухої речовини господарсько цінної маси врожаю культури (листя + стебла + зерно). Цей показник залежить від біології і морфології культурних рослин, ресурсного забезпечення відповідного регіону (кількість опадів, сума ефективних температур, ФАР тощо). Для Полісся України добрими показниками виходу сухої речовини польових культур є 10–12 т/га, Лісостепу – 14–16 т/га, Степу – 16–20 т/га. У результаті фотосинтезу рослинність щороку продукує на земній кулі близько 450 млрд тонн органічної речовини.

Для інтенсивного розвитку рослин велике значення має постійне й оптимальне забезпечення їх усіма необхідними факторами життя.

### **1.2.2. Закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин**

Одним із важливих законів в агрономії є *закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин*, сформульований В. Р. Вільямсом. Суть його полягає в тому, що всі фактори життя рослин абсолютно рівнозначні й жоден з них не може бути замінений іншим, незалежно від того, в якій кількості вони використовуються рослинами. Цей закон є основоположним, оскільки внаслідок рівнозначності й незамінності факторів проявляється дія інших законів.

Ці положення знайшли підтвердження в наукових дослідженнях Ю. Сакса, проведених у 1859 р. Вони вперше встановили необхідний склад поживних речовин для повного розвитку рослин, за відсутності одного з макроелементів (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка) чи мікроелементів (залізо, мідь, цинк, молібден, бор) рослини не плодоносили і гинули.

Пізніше академік В. Р. Вільямс узагальнив ці зв'язки між умовами середовища й рослинами, поширивши їх дію на всі фактори життя рослин. Так, недостатню кількість води неможливо компенсувати додатковим внесенням добрив, додатковим освітленням чи надлишком тепла. Звідси, рослинам однаково потрібні волога, поживні речовини, світло, тепло і повітря. Проте в посушливих степових районах лімітуючим фактором здебільшого є волога, тому тут найчастіше доводиться вживати заходів для забезпечення рослин водою (зрошення, снігозатримання тощо). На Поліссі з достатньою, а інколи надмірною кількістю опадів, де ґрунти містять недостатню кількість елементів живлення, особливе значення мають заходи спрямовані на забезпечення рослин поживними речовинами.

### 1.2.3. Закон мінімуму, оптимуму і максимуму

Багато уваги вчені приділяли вивченню реакції рослин на різну кількість того чи іншого фактору. Одним з перших (1840 р.) закон мінімуму, оптимуму і максимуму (закон обмежувального фактору) сформулював німецький агрохімік Ю. Лібіх. Вчений на конкретному полі дослідив одну поживну речовину у мінімумі від потреби для живлення рослин, а решту елементів – у оптимумі. Він встановив, що урожайність культури обмежувала та поживна речовина, яка знаходилася в мінімумі її потреби. Досліди, проведені пізніше Г. Гельрігелем щодо різного ступеня забезпеченості рослин водою, Ю. Саксом – щодо забезпечення теплом, Е. Вольні – стосовно забезпечення світлом, водою і поживними елементами показали об'єктивність і актуальність цього закону.

Ю. Лібшер зробив доповнення до цього закону, згідно з яким рослини з тим більшою ефективністю використовують фактор, що знаходиться в мінімумі, при більшій кількості факторів, що перебувають в оптимумі або максимумі.

В. Р. Вільямс вважав, що найвищий урожай культур можна отримати при оптимальних кількостях всіх факторів життя, а при мінімальній і максимальній – урожайність завжди буде менша від оптимуму.

Із цього закону випливає три основних положення:

1. Величина врожаю визначається фактором, що знаходиться в мінімумі.

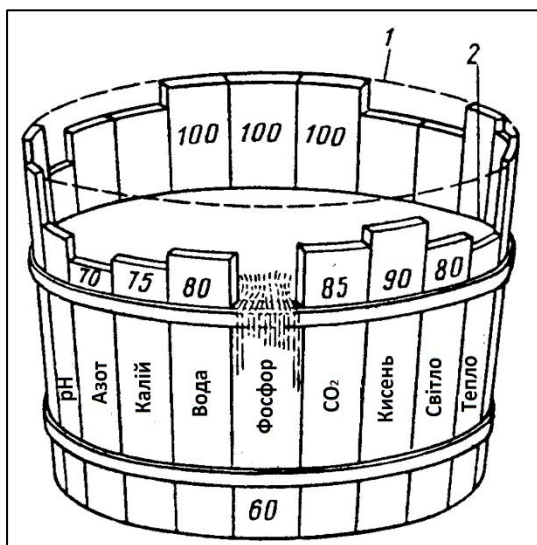
Наприклад, у ґрунті міститься необхідна кількість доступної вологи для формування 50 т/га коренеплодів буряків цукрових, а кількість рухомих форм поживних елементів – для 35 т/га. Урожайність коренеплодів буряків цукрових буде становити 35 ц/га.

2. Якщо один з факторів відсутній або перебуває у надмірній кількості, урожайність може дорівнювати нулю.

Наприклад, у ґрунті повністю відсутні запаси доступної вологи за оптимальної кількості інших факторів (поживних речовин, світла, тепла тощо). У цьому випадку урожайність буде дорівнювати нулю.

3. Максимальна врожайність культур формується за оптимальної кількості всіх факторів життя рослин.

Дію закону мінімуму, оптимуму і максимуму можна виразити графічно у вигляді «діжки Лібіха», клепки якої мають різну висоту й показують ступінь забезпеченості рослин різними факторами життя (рис. 1.2).



**Рис. 1.2. Графічна ілюстрація закону мінімуму, оптимуму й максимуму (діжка Лібіха):**

1 – максимально можливий урожай;  
2 – фактичний урожай

Як рівень води в діжці, що визначається за рівнем найнижчої клепки, так і величина урожайності визначається за фактором, що перебуває у мінімумі. Отже, найбільшим

урожай буде за усунення мінімуму всіх факторів, тобто за їх оптимальної кількості.

Для кожного року характерний свій мінімум (волога, тепло, ФАР тощо). Тому це обов'язково необхідно враховувати при розробці технології вирощування сільськогосподарських культур у конкретному господарстві, або розробці системи землеробства для відповідного регіону.

Вплив закону мінімуму, оптимуму й максимуму в загальному вигляді



**Рис. 1.3. Параболічна крива:**

$$y = A * (1 - 10^{-cx}) * 10^{-kx^2}$$

даної зони, правильно встановити обмежувальні фактори та причини, які стримують інтенсивність землеробства. У Лісостепу та Степу України найчастіше обмежувальним (у мінімумі) фактором є недостатня кількість доступної вологи в ґрунті, а в Поліссі – недостатня кількість тепла та низька забезпеченість ґрунту рухомими елементами живлення рослин, погані фізико-хімічні властивості ґрунту.

Інколи обмежувальними виступають опосередковані, тимчасові фактори (забур'яненість, неякісний обробіток ґрунту, загущеність або зрідженість посівів тощо). Тому необхідно постійно створювати такі умови, щоб усі фактори життя були близькими до оптимальних. Чим більше факторів перебувають в оптимумі, тим менша негативна дія обмежувального фактору.

#### 1.2.4. Закон сукупної дії та взаємодії факторів життя рослин

Надзвичайно важливе значення у землеробстві має *закон сукупної дії та взаємодії факторів життя рослин*, сформульований у кінці XIX ст. німецьким дослідником Ю. Лібшером. Згідно з ним, рослини тим продуктивніше використовують фактор, який знаходиться в мінімумі, чим більша кількість інших факторів знаходиться в оптимумі. Відповідно до закону сукупної дії факторів для одержання високих врожаїв і постійного зростання їх рослини слід забезпечувати всіма потрібними факторами життя в оптимальних співвідношеннях.

Багато вчених робили спробу математично обґрунтувати цей закон, довести залежність урожаю від факторів життя рослин. Найбільших успіхів у цьому напрямі досяг Е. Мітчерліх, який математично довів, що приріст врожаю

описується параболою (рис. 1.3). З її рівня видно, що кожний наступний рівновеликий вплив елемента в інтервалі від мінімального до оптимального значення супроводжується все меншим і меншим приростом урожаю, а в інтервалі від оптимального до максимального значення – наростаючим зниженням врожаю.

Отже, під час розробки системи землеробства для конкретного регіону необхідно враховувати природні ресурси

залежить від кожного фактору життя рослин і його інтенсивності, він адекватний різниці між можливим максимальним і реально отриманим врожаєм.

З графічного зображення (рис. 1.4) видно, що підвищення врожаю рослин ( $V$ ) з насиченням впливу якого-небудь фактору росту ( $X$ ) пропорційне величині врожаю, якої не вистачає до максимального врожаю ( $A$ ):

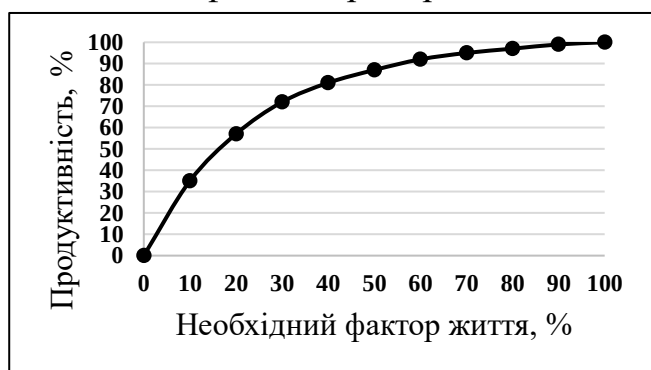
$$\frac{dy}{dx} = (A - V)'C, \quad (1.1)$$

де:  $A$  – максимально можливий урожай;

$V$  – фактичний урожай;

$X$  – фактор росту;

$C$  – коефіцієнт пропорційності.



**Рис. 1.4. Закон сукупної дії факторів**  
(за В. Д. Мухом та ін., 1994)

Підтвердження цього закону зробив В. Р. Вільямс. Дослідженнями доведено, що реакція рослин на будь-який з факторів залежить від забезпеченості їх іншими факторами, тобто мінімум, оптимум і максимум для будь-якого фактору життя рослин не можуть бути постійними. Ця думка підтверджується тим, що фактори життя діють на рослини не ізольовано один від одного, а в певному взаємозв'язку та взаємній залежності.

Так, оптимальна кількість добрив, потрібних рослині, залежить від забезпеченості її вологою. Чим більшою кількістю води (до певної межі) забезпечена рослина, тим вищою може бути й норма внесених добрив.

Для пояснення цього закону можна навести приклад дослідження впливу елементів технології вирощування на урожайність бульб картоплі, згідно з яким приріст урожайності становив:

- насіння великих бульб – 1,5 т/га;
- внесення добрив – 7,1 т/га;
- поліпшення догляду за посівами – 4,5 т/га;
- строки посадки – 2,7 т/га.

Проте, при застосуванні всіх чинників разом на 1 ділянці приріст урожайності становив 22,4 т/га, а не 15,8 т/га.

Отже, в землеробстві для отримання максимальної продуктивності ріллі необхідно постійно регулювати екологічне середовище в напрямку оптимізації всіх факторів життя, впроваджувати не окремі технологічні заходи, а агротехнічні системи – системи землеробства.

### 1.2.5. Закон повернення поживних речовин у ґрунт

Цей закон вважається одним з найстаріших. Він був відкритий і сформульований в середині XIX ст. одним з основоположників агрохімічної науки Ю. Лібіхом. Суть його полягає в тому, що всі речовини використані

рослинами на утворення врожаю, необхідно повернути в ґрунт у вигляді добрив. Порушення цього закону, на думку Ю. Лібіха, рано чи пізно веде до втрати родючості ґрунту.

К. А. Тімірязєв і Д. М. Прянишников назвали цей закон одним із великих надбань аграрної науки. Але закон повернення, сформульований Ю. Лібіхом, має окремі заперечення. У першому його викладенні помилковим було заперечення про необхідність повернення в ґрунт усіх взятих рослинами елементів, у тому числі і кремнію, запаси якого в ґрунті невичерпні, а значення його в житті рослин не завжди відомі. Ю. Лібіх заперечував про необхідність повернення в ґрунт зв'язаного азоту.

П. А. Костичев виступав проти тлумачення закону повернення, яке запропонував Ю. Лібіх. Він вважав, що прагнення не виснажувати ґрунт може привести до накопичення в ньому «мертвого» капіталу, яким, можливо, ніхто не скористається. П. А. Костичев висловив припущення, що цей капітал доцільно добути з ґрунту й залучити в загальний кругообіг.

Усі ці та інші зауваження не змінюють суті закону, який стверджує, що в раціонально організованому господарстві всі біологічно важливі елементи живлення, взяті з ґрунту на формування врожаю або втрачені іншим шляхом, повинні повертатися в ґрунт з певним їх перевищенням, щоб забезпечити безперервне зростання врожаїв і підвищення родючості ґрунту. Однак це не стосується тих поживних речовин, яких в ґрунті надмірна кількість.

На даний час в Україні всі земельні площі, придатні для сільськогосподарського виробництва, освоєні. Ріст виробництва продукції землеробства відбувається за рахунок процесів інтенсифікації, закон повернення орієнтує землероба на постійне кількісне та якісне повернення поживних речовин, особливо тих, які перебувають у мінімумі.

Закон повернення має важливе значення для збереження й підвищення родючості ґрунту, особливо в умовах інтенсифікації землеробства. Проте, повернення поживних речовин у ґрунт можливе у вигляді як мінеральних так і органічних добрив. Теоретичною основою даного закону є процес гумусоутворення та визначення оптимального співвідношення між органічними та мінеральними добривами. Збільшення співвідношення більше як 1:15 (на 1 т органічних добрив вносити 15 кг поживних речовин мінеральних добрив) призводить до загасання, сповільнення процесу гуміфікації, а після співвідношення 1:20 – навіть до дегуміфікації ґрунтів. Тому повернення поживних речовин у ґрунт повинно йти через органічну речовину (органічні добрива; побічна рослинна продукція у вигляді соломи, стебел рослин, гички тощо; кореневих та післяжнивних решток). Головне значення органічних добрив полягає в забезпеченні ґрунту органічною речовиною, яка в процесі гуміфікації здатна перетворюватися в гумус – одного з головних компонентів потенційної й ефективної родючості ґрунту.

Вирощування сільськогосподарських культур без внесення органічних добрив зумовлює зменшення вмісту гумусу в ґрунті й зниження його родючості, що спричиняється мінералізацією гумусу. Зниження вмісту гумусу в ґрунті на 1 % зумовлює зниження врожайності на 0,5 т/га зернових одиниць.

Щоб запобігти зниженню родючості ґрунту необхідно сумісно вносити органічні й мінеральні добрива, розширювати посіви сидеральних культур, заробляти в ґрунт рослинні рештки й побічну продукцію сільськогосподарських культур, запроваджувати в сівозмінах багаторічні бобові трави та зернобобові культури.

### 1.2.6. Закон плодозміни

При розробці й впровадженні нових систем землеробства одне з важливих місць займає *закон плодозміни*. Ще в 1838 р. професор М. Г. Павлов визнав його як закон природи. Він стверджував, що будь-який агротехнічний захід має більший ефект за плодозміни, ніж у беззмінних посівах.

У основі цього закону лежить загально біологічний закон єдності й взаємозв'язку рослинних організмів і умов навколишнього середовища. Закон плодозміни стверджує, що найвищої продуктивності сівозміни можна досягти за умови щорічної зміни на полях сільськогосподарських культур, найбільш віддалених за біологічними ознаками та технологією вирощування.

У сучасних умовах ведення землеробства дотримання цього закону проявляється у освоєнні раціональних сівозмін. Одне з головних завдань сівозміни – підвищення родючості ґрунту. Встановлено, що основним джерелом нагромадження органічних речовин у ґрунті є культура польових рослин, їх кореневі та надземні рештки. З рослинними рештками в плодозмінних сівозмінах у ґрунт надходить органічних речовин більше, ніж з органічними добривами. Усі сільськогосподарські культури за їх здатністю нагромаджувати рослинні рештки можна поділити на три основні групи: багаторічні трави (бобові, злакові та сумішки), які нагромаджують найбільше післязбиральних решток – 5–8 т/га та більше сухої маси, що в 1,3–1,5 рази більше сформованого врожаю; озимі жито, пшениця, тритикале, які залишають 4–5 т/га рослинних решток, що дорівнює врожаю або дещо менше його; ярі культури, які нагромаджують порівняно мало рослинних решток – 2–4 т/га і менше. Серед останніх найменше органічної маси залишають просапні, а з них картопля й коренеплоди, а також льон – 5–50 % маси рослин, яка відчужується з урожаєм.

Плодозміна найкраще забезпечує захист ґрунтів від ерозії. Встановлено, що багаторічні трави й озимі зернові культури мають найбільший коефіцієнт покриття поверхні поля від негативної дії води і вітру – 0,95–0,82, однорічні трави, ярі зернові й зернобобові – 0,50–0,42, просапні культури – 0,47–0,14, чистий пар – 0 (табл. 1.1).

Надзвичайно велике фітосанітарне значення належить сівозмінам за умов сучасного ведення землеробства, особливо за переходу останнього на біологічні (органічні) системи та системи землеробства No-till. Заселені шкідниками й заражені збудниками хвороб рослинні рештки є одним із основних джерел поширення шкідників і хвороб у наступному році. Підбір кращих попередників, особливо з різних родин, забезпечує не тільки високу врожайність, а й обмежує нагромадження шкідливих організмів (шкідників, хвороб і бур'янів). Висока концентрація зернових злакових культур у сівозміні, за даними Інституту

зернового господарства УААН, призводить до збільшення чисельності шкідників (хлібна жужелиця, клоп-черепашка, хлібні жуки, шведська муха тощо), хвороб (бура і стеблова іржа, тверда і летюча сажка, кореневі і стеблові гнилі тощо) та бур'янів (куряче просо, підмаренник чіпкий, метлюг звичайний, пирій повзучий та ін.) у 2–5 разів. Встановлено, що в збудників фузаріозу та інших хвороб льону життєздатність зберігається протягом п'яти-шести років, тому за частішого повернення льону на попереднє місце вирощування є загроза поширення цих хвороб. За беззмінного вирощування картоплі на одному й тому ж полі в ґрунті нагромаджуються збудники фітофторозу, звичайної і борошнистої парші та інших хвороб; колорадського жука, внаслідок чого ураженість її цими хворобами і шкідниками в 10–15 разів більша, ніж у сівозміні.

**Таблиця 1.1. Ґрунтозахисна здатність сільськогосподарських культур залежно від крутизни схилу, % до чистого пару (Головко М. І., 1995)**

| Сільськогосподарські культури | Ґрунтозахисна ефективність при різній крутизні схилу |    |    |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|----|----|
|                               | 3°                                                   | 6° | 9° |
| Багаторічні трави             | 95                                                   | 94 | 84 |
| Озимі зернові (на зерно)      | 82                                                   | 72 | 68 |
| Ярі зернові (на зерно)        | 50                                                   | 46 | 41 |
| Однорічні трави, горох        | 47                                                   | 42 | 37 |
| Просо                         | 42                                                   | 36 | 32 |
| Гречка                        | 39                                                   | 35 | 31 |
| Буряки цукрові                | 47                                                   | 0  | 0  |
| Соняшник                      | 37                                                   | 34 | 0  |
| Кукурудза на силос і зерно    | 35                                                   | 32 | 0  |
| Картопля                      | 32                                                   | 28 | 0  |
| Стерня озимих зернових        | 51                                                   | 45 | 39 |
| Стерня ярих зернових          | 25                                                   | 23 | 21 |
| Чистий пар                    | 0                                                    | 0  | 0  |

Багаточисельними дослідженнями доведено, що в контролюванні бур'янів сівозміна відіграє першочергове значення. Окремі культури, насамперед озимі та ярі зернові звичайного способу сівби, багаторічні бобові та злакові трави, можуть самі добре протистояти бур'янам. Проте культури широкорядного способу сівби (буряки цукрові, кукурудза, соняшник, картопля тощо) не можуть конкурувати з бур'янами за фактори життя, особливо на початку своєї вегетації. Тому такі культури потребують додаткового захисту від бур'янів – механічних, біологічних, хімічних та інших заходів і засобів захисту.

Поряд з цим, плодозміні належить ефективне запровадження правильної системи механічного обробітку ґрунту, системи удобрення, створення територіальних умов для високоефективного використання машинно-тракторного парку та трудових ресурсів, запровадження прогресивних форм організації і оплати праці, а також створення хороших транспортних зв'язків сівозмінних масивів з місцями переробки, зберігання й реалізації сільськогосподарської продукції.

### 1.2.7. Закон критичних та стресових періодів

Науковими дослідженнями встановлено й практикою підтверджено, що в онтогенезі рослин відбуваються зміни потреб до факторів життя – критичні періоди до вологи, світла, тепла, поживних речовин тощо. Недостатня кількість цих факторів у відповідні періоди росту й розвитку культурних рослин призводить до послаблення ростових процесів, стресових ситуацій і в кінцевому результаті – до зниження продуктивності рослин.

За недостатньої вологозабезпеченості, наприклад, у рослин змінюється колір та розмір листків, пригнічується ріст, понижується тургор тощо. Для зернових колосових культур критичними періодами водозабезпеченості є фази кущіння, початок стеблуння, колосіння та утворення зерна; для кукурудзи – проростання насіння та сходи. Найбільшу кількість води кукурудза використовує протягом 30-денного критичного періоду, який починається за 10 днів до викидання волоті. Для бобових культур критичними періодами у вологозабезпеченості є фази бутонізації, масового цвітіння та формування бобів; для картоплі – фази бутонізації, масового цвітіння та максимального росту бульб; для цукрових буряків критичними є фази утворення та наростання листя, ріст коренеплодів та накопичення цукру.

Уперше критичні періоди в житті рослин були встановлені П. І. Брауновим (1904), а більш детальне їх вивчення проведені Ф. Д. Сказкіним (1961), П. П. Вавиловим (1986). На основі цих досліджень було встановлено, що у зернових колосових культур за достатніх запасів продуктивної вологи в ґрунті різко збільшується чисельність та розміри вузлових коренів, закладається більша кількість продуктивних стебел (продуктивна кущистість). З настанням фаз стеблуння та колосіння відбувається диференціація точки росту в рослин, що в свою чергу, в майбутньому впливає на розмір колоса та кількість колосків у ньому. Під час колосіння дефіцит запасів вологи в ґрунті й атмосферна посуха призводить до зменшення запліднення квіток (стерильний пилок), що в подальшому зменшує кількість зернин у колосі. Негативно також впливає нестача води в ґрунті під час формування зерна, викликаючи його невивірненість та погіршення якісних показників.

У практиці землеробства, для встановлення витрати води на одиницю врожаю, використовують коефіцієнт водоспоживання – витрати води ( $\text{м}^3$  води на тону врожаю), які включають як продуктивні (споживання води культурними рослинами), так і не продуктивні (випаровування води поверхнею поля). Дослідженнями встановлено, що оптимальна вологість кореневмісного шару ґрунту в різні періоди вегетації для більшості культурних рослин знаходиться в межах 60–70 % повної польової вологоємності, а в критичні періоди по відношенню до вологи – в межах 70–80 %.

Велике значення для розвитку культурних рослин має забезпеченість їх поживними речовинами. Для встановлення потреби польових культур у основних елементах живлення користуються експериментально встановленими величинами виносу поживних речовин з ґрунту на одиницю (1 ц, т) врожаю (зерно, коренеплоди, бульби тощо) за відповідної кількості побічної продукції

(солома, стебла кукурудзи, гичка тощо). Наприклад, для утворення 1 ц зерна яра пшениця виносить N – 4,7 кг;  $P_2O_5$  – 1,2 і  $K_2O$  – 1,8 кг; горох – відповідно 6,6; 1,6 і 2,0; соняшник – 6,0; 2,6 і 1,8.

Встановлено, що критичним періодом у зернових колосових культур щодо фосфорного живлення є початкові етапи росту і фаза кущення. Завдяки достатній забезпеченості рослин фосфором у початкові фази їх розвитку відбувається добрий газообмін та процеси акумуляції й переносу енергії, синтез вуглеводів, нуклеїнових кислот, білків та інших важливих продуктів фотосинтезу. Завдання агрономічної науки – посилити використання культурними рослинами ФАР (фізіологічно активної радіації) до 5–6 % і більше, замість 1,0–1,5 % в даний час. Підвищення коефіцієнта використання ФАР на фотосинтез пов'язано, головним чином, зі створенням високопродуктивних сортів та гібридів сільськогосподарських культур, а також створенням оптимальних умов для розкриття потенційних можливостей культур шляхом удобрення, зрошення, регулювання густоти стояння рослин тощо.

Поряд з критичними періодами культурні рослини за період свого життя переносять несприятливі стресові ситуації. Найбільш розповсюдженими несприятливими для рослин факторами є посуха, високі та низькі температури, надлишок води та солей в ґрунті, нестача кисню, ультрафіолетова радіація, іони важких металів тощо.

Сильнодіючий фактор навколишнього середовища, який здатен викликати в організмі пошкодження або навіть викликати його загибель, називають стресорним фактором, або стресором. Здатність рослини переносити дію несприятливих факторів і давати в таких умовах потомство називають стійкістю або стрестолерантністю. Перш за все, стресові фактори впливають на культурні рослини. Будь-який екстремальний фактор негативно впливає на ріст, накопичення біомаси та врожай. Тому розрізняють таке поняття як агрономічна стійкість. *Агрономічна стійкість* – це здатність організмів давати високий врожай в несприятливих умовах. Ступінь зниження врожаю під впливом стресорних умов є показником стійкості рослин, яка є кінцевим результатом адаптації.

*Адаптація* – це генетично детермінований процес формування захисних систем, які забезпечують підвищення стійкості й проходження онтогенезу в несприятливих для нього умовах. Адаптація включає в себе всі процеси (анатомічні, морфологічні, фізіологічні, популяційні і т. д.) від самої незначної реакції організму на зміну зовнішніх та внутрішніх умов, яка сприяє підвищенню стійкості, до виживання конкретного виду. Вибір рослиною стратегії (способу) адаптації залежить від багатьох факторів. Проте, ключовим фактором є час, що надається організму для відповіді. Розрізняють активну адаптацію та пасивну. *Активна адаптація* формує захисні механізми. При цьому обов'язковою умовою виживання є індукція синтезу ферментів з новими властивостями або нових білків, що забезпечують захист клітини та протікання метаболізму в раніше не придатних для життя умовах. *Пасивна адаптація* – це уникання рослиною пошкоджуючої дії або співіснування з ним. До пасивних адаптацій відносять, наприклад, перехід в стан спокою, здатність рослини ізолювати «агресивні»

сполуки такі, як важкі метали в старіючих органах, тканинах або вакуолях, тобто співіснувати з ними.

Найбільш чутливими до стресових факторів є молоді рослини в яких проходить активний ріст і обумовлюючі його метаболічні процеси. У подальшому стійкість рослин підвищується і поступово продовжує збільшуватись до початку закладання квітів. У період формування гамет, цвітіння та запліднення, рослини знову стають чутливими до несприятливих факторів, а потім їх стійкість поступово збільшується аж до зрілості насіння.

Створення високопродуктивних сортів часто призводить до зниження стійкості. Причина такого явища полягає в тому, що більшість енергетичних ресурсів рослина витрачає на підтримання високої стійкості, а меншу їх частину для формування врожаю. Більшість культурних рослин не можуть самі розвиватись і повністю залежать від людини, яка створює для них сприятливі умови.

*Жаростійкість або термотолерантність* – це стійкість рослин до високих температур + 55–65° С. Як правило в південних районах жаростійкість означає стійкість до двох факторів: високих температур та прямої сонячної радіації. Підвищена температура особливо небезпечна для рослин за сильної освітленості. Існує певний зв'язок між умовами життя рослини та їх жаростійкістю. Чим сухіше місце розташування рослини і вище температура повітря, тим більше жаростійкий організм. Жаростійкість змінюється протягом онтогенезу. Молоді активно ростучі рослини менш стійкі до дії високих температур. Температура впливає на ріст, регулюючи активність ферментів та координуючи їх роботу.

*Посухостійкість* – це здатність рослини довгий час переносити водний дефіцит. Розрізняють атмосферну та ґрунтову посуху. Атмосферна посуха виникає при недостатній вологості (10–20 %) і високій температурі повітря. Вона може бути викликана сухим та гарячим вітром. Тривала атмосферна посуха призводить до ґрунтової посухи. Посуха впливає на всі фізіологічні процеси: посилюється транспірація, яка призводить до великої втрати води, спостерігається в'янення рослин, призупиняється ріст органів, затримується формування нових квітів, опадають плоди, знижується інтенсивність фотосинтезу. Більшість культурних рослин відносять до мезофітів. Серед мезофітів окремі види рослин відрізняються більшою (кукурудза, квасоля, сорго, просо, морква) або меншою (горох, томати, огірки) посухостійкістю. На водний статус листків, взятих з однієї рослини впливає ступінь їх освітленості. Водний потенціал світлових листків завжди нижчий порівняно з темновим. Неоднаковою є посухостійкість у різних органів рослин, також вона залежить і від фаз розвитку рослин. Спостерігають також і зимову посуху, при якій висихають зимуючі пагони, що знаходяться вище снігового покриву.

*Холодостійкість* – здатність теплолюбних рослин переносити дію низьких позитивних температур. Холодостійкими називають рослини, які не пошкоджуються і не понижують своєї продуктивності за температури від 0 до + 10° С. Найбільш холодостійкими є ярі пшениця, ячмінь, овес. Картопля, томати, гречка, просо, кукурудза, соя витримують температури нижче +5° С без значних пошкоджень. Квасоля, сорго, рицина, арахіс, рис, кавун, диня, огірки,

кабачки, патисони, перець – теплолюбні рослини, які гинуть за температури нижче  $+10^{\circ}\text{C}$ . Окремі органи теплолюбних рослин також мають різну стійкість до холоду.

*Морозостійкість* – здатність рослин переносити охолодження нижче  $0^{\circ}\text{C}$  без порушення онтогенетичного циклу. Існує два типи пристосування до низьких температур: уникнення пошкоджуючої дії фактору (пасивна адаптація) та підвищення виживання (активна адаптація).

Найбільш чутливі, наприклад картопля, жоржини гинуть на початку цього процесу. Капуста, цибуля витримують помірне промерзання. Озимі злаки – жито, пшениця, витримують морози до  $-15\text{--}20^{\circ}\text{C}$ .

*Солестійкість* – це здатність рослин витримувати підвищену концентрацію солей в ґрунті та воді. Серед культурних рослин галофітів немає. Підвищену солестійкість мають ячмінь, люцерна, буряки цукрові, помідори, кавуни. Понижену стійкість до засолення мають кукурудза, льон, овес, гречка, пшениця. За довготривалого вирощування в умовах засолення в ячменю, проса, томатів спостерігається значне підвищення їх солестійкості без зниження врожаю. Солестійкість залежить від фази розвитку рослин. При засоленні ґрунтів сходи страждають сильніше порівняно з дорослими рослинами. Пригнічення ростових процесів в умовах засолення продовжується впродовж усього онтогенезу. Різні органи формуються повільніше, послаблюється пагоноутворення, у томатів не утворюються квітки, зменшується біомаса. Вважається, що чим старша за віком рослина, тим вище її стійкість. Проте в рису стійкість до солей змінюється в процесі онтогенезу: під час проростання насіння вона вище, в проростків – різко знижується, у період кущення збільшується, під час цвітіння знову зменшується; в період дозрівання спостерігається найвища стійкість рослин. Не тільки види, але і різні сорти однієї культури можуть відрізнятися за стійкістю до солей. На солестійкість впливає також і клімат. В умовах холодного клімату рослини стійкіші до солей. У сільському господарстві основними методами боротьби із засоленням ґрунтів є їх меліорація: зрошення, створення хорошого дренажу, промивання ґрунтів після збору врожаю. Внесення в ґрунт мікроелементів покращує іонний обмін рослин в умовах засолення.

*Рослини в умовах гіпоксії та аноксії.* Perezволоження й затоплення ґрунтів може бути пов'язане з рясними поливами та сильними дощами. Найчастіше таке явище спостерігається на глинистих ґрунтах. Корені рослин та ґрунтових мікроорганізмів дуже швидко використовують весь кисень, особливо за відносно високої температури. При цьому рослини відчують недостачу кисню – гіпоксію або навіть його повну відсутність – аноксію, що негативно впливає на фізіологічні процеси в рослинні й дуже часто призводить до загибелі культури. Жоден вид рослин не здатний вижити за відсутності кисню, але деякі здатні переносити більш або менш тривалий період не тільки гіпоксії, але й аноксії. Рослини можуть пережити довготривале затоплення (2–3 тижні) у випадку коли вода рухається, що спостерігається при розливі рік, так як рухома вода містить достатню кількість кисню для підтримки дихання коренів.

Несприятливі фактори: посуха, понижені та підвищені температури – в різні роки припадають на різні календарні дати, а тривалість певного дня місяця

кожний рік однакова, так як залежить від географічної широти місцевості. Тому довжина дня слугує надійним орієнтиром для зміни сезонних ритмів у рості й розвитку рослин. Зменшення довжини дня в помірній зоні є для рослин сигналом наближення періоду низьких температур, а подовження дня – сигналом переходу до посухи.

Водний дефіцит відіграє важливу роль в ініціації цвітіння в більшості однорічних культур, вони зацвітають швидше в умовах посухи. Величина врожаю залежить від погодних умов під час росту та дозрівання насіння.

Сутність закону критичних та стресових періодів полягає в тому, що продуктивність культурних рослин залежить, в першу чергу, від забезпечення всіма необхідними факторами життя в достатній кількості в критичні періоди їх розвитку. Нестача певних факторів життя в критичні та стресові періоди росту й розвитку рослин не може бути компенсована в подальшому, так як при переході рослин до інших фаз розвитку змінюється і їх потреба у факторах життя. Навіть повна забезпеченість культурних рослин усіма необхідними факторами в кінцеві фази росту й розвитку не може забезпечити повної продуктивності рослин. Це слід урахувати в практиці землеробства під час розробки і запровадження новітніх технологій і систем землеробства. Ці питання тривалий час вивчаються багатьма науковими установами, особливо кафедрою землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України.

### 1.2.8. Закон спадної родючості ґрунту

В даний час одним з найактуальніших завдань аграрної науки й світової громадськості є охорона біосфери, в тому числі ґрунтових екосистем. Невпинне зростання населення Землі вимагає постійного освоєння оброблюваних земель та інтенсивної експлуатації ґрунтів, що супроводжується їх забрудненням хімічними і біологічними речовинами, деградацією, виснаженням і зрештою, падінням родючості ґрунту та урожайності. З огляду на це в середині XIX ст. французьким економістом А. Тюрго був сформульований закон *спадної родючості ґрунту*. У своїх працях, які були видані в 1844 р., він писав, що більш ніж очевидним є те, що за поступового збільшення витрат до того моменту, коли вони вже зовсім не будуть супроводжуватися збільшенням врожаю, кожний приріст цих витрат супроводжується все меншими й меншими результатами. Прибічником цього закону був англійський економіст Т. Мальтус. Починаючи з часу його обнародування цей закон визнали вчені й виробничники багатьох країн світу, особливо Західної Європи. Разом з тим тодішня радянська ідеологія закон спадної родючості ґрунту не визнавала. Ще й сьогодні його не визнають окремі вчені, в тому числі й в Україні.

Проте, окремі вчені розглядають його як один з важливих законів історії цивілізації, якому належить центральне місце в науковій теорії економічного розвитку сільського господарства. В той же час численними дослідженнями провідних вчених кінця XIX – початку XX ст. (В. І. Вернадський, В. Р. Вільямс, П. А. Костичев, Д. М. Прянишников, І. В. Тюрін і багато інших) було доведено, що в результаті життєвих процесів збільшуються запаси акумульованої сонячної

енергії на землі, відбувається накопичення в ґрунті органічних речовин і всіх біологічно важливих елементів живлення, створюються нові більш сприятливі умови для росту й розвитку земних рослин і мікроорганізмів ґрунту.

В. Р. Вільямс зазначав, очевидно ясно, що закон спадної родючості ґрунту – не закон природи, а ілюстрація неправильного підходу до пояснень складних процесів, функцій, багатьох факторів пов'язаних законами взаємодії, інтерференції.

З початку свого виникнення людство вирішувало головну проблему – забезпечення себе продовольством. Перехід сільського господарства на нові інтенсивні системи землеробства з застосуванням хімічних засобів захисту рослин, мінеральних добрив, стимуляторів росту, хімічних меліорантів, нової високопродуктивної техніки, генетично модифікованих рослин потребує переосмислення наявних концепцій і переходу на парадигму сталого розвитку людства й охорони біосфери.

За даними ФАО у світовому землеробстві під дією антропогенних факторів всі ґрунти зазнали зниження родючості. Здавна люди звикли до високого потенціалу самоочищення ґрунтів, постійно нарощували обсяги навантаження на ґрунтові екосистеми. Негативні наслідки не забарилися. Людська спільнота усвідомила, що світові ґрунти опинилися на межі деградації, опустелювання, втрачають родючість, природні біологічні властивості й буферну ємність. Провідні світові вчені зазначають, що у найближчі 2–3 десятиліття настане настільки масштабна втрата ґрунтів, що за своїми наслідками перевершить навіть проблему глобальної зміни клімату (R. Amundson, 2015).

За даними ФАО унаслідок забруднення й нераціональної експлуатації процес опустелювання захопив від 30 до 50 % поверхні суші Землі, від чого потерпає кожний третій мешканець планети. Встановлено, що 580 млн га земель піддано деградації внаслідок вирубування лісів. Значною причиною деградації оброблюваних земель є науково необґрунтоване впровадження інтенсивних систем землеробства (R. Pravalie, 2021).

Якими мають бути ґрунти, щоб забезпечувати високі врожаї, як зберегти їхню родючість для прийдешніх поколінь, як не допустити появу закону спадної родючості ґрунту або зменшити його дію до мінімуму? – ось питання, на які людській спільноті, аграрній науці потрібно постійно давати відповіді. Й це не дивно, адже ґрунти виконують надзвичайно важливу біосферну, соціально-економічну, екологічну та етнокультурну роль. За правильного використання ґрунтам притаманна здатність до самоочищення від різноманітних сторонніх механічних і біологічних шкідливих речовин.

У справі запобігання дії закону спадної родючості ґрунтів вирішальна роль належить агрономічній науці, що покликана розробляти і втілювати ресурсощадні, екологічно безпечні, конкурентоспроможні, ґрунтозахисні системи землеробства. Чим актуальніше відбуваються біологічні процеси в ґрунті, тим більше накопичується біогенних елементів і створюються кращі умови для нових поколінь живих організмів. Отже, загальний закон природи – це закон зростаючої, а не спадної родючості ґрунтів за умов дотримання і виконання всіх законів землеробства. В. Д. Панников, зазначав, що в самій

природі ґрунтотворного процесу, який відбувається при провідному значенні живих організмів, закладене неминуче зростання родючості ґрунтів з часом.

### 1.2.9. Закон фізіологічних годин

У відповідності з цим законом рослини ростуть і розвиваються за певними біоритмами або фізіологічними годинами, що тісно пов'язано з космічними змінами. Перші відомості про експериментальні зміни темпів росту й розвитку рослин під впливом зовнішніх факторів та спроби пояснення біологічної природи цих змін викладені у наукових працях Ю. Сакса (1888).

За особливостями формування рослинами генеративних органів і тривалістю їх вегетаційного періоду сільськогосподарські культури ділять на дві біологічні групи: рослини короткого періоду росту та рослини розтягнутого (довгого) періоду. Рослини короткого дня мають походження з територій, розташованих в екваторіальних широтах в умовах вегетаційного сезону з тривалістю дня близько 8–12 годин. У рослин цієї групи з родини бобових, мальвових, гречкових та інших (просо, сорго, кукурудза, соя, соняшник, рис, цукрова тростина, бавовник, квасоля), суцвіття й квітки утворюються в пазухах листків, точка росту стебла зберігає властивість до утворення нових вегетативних і генеративних органів до кінця цвітіння. Ріст цих рослин продовжується протягом всього вегетаційного періоду, інколи до настання заморозків.

До рослин довгого дня відносяться рослини з родин злакових, айстрових, льонових та інших (пшениця, жито, овес, ячмінь, горох, вика, льон, картопля, капуста, буряки, гірчиця, конюшина). Тривалість дня для цих рослин складає близько 16–18 годин, вони утворюють суцвіття в результаті диференціації, точки росту й характеризуються швидким ростом, який закінчується після цвітіння. Виникли рослини довгого дня на території південних і північних широт.

Також є рослини нейтральні до довжини дня. Вони зацвітають за будь-якої його тривалості. До них відносять квасолю, томати, тютюн.

Розвиток рослин короткого дня, розміщених в умовах територій з тривалим днем гальмується, і часто вони не закінчують життєвий цикл утворенням репродуктивних органів. Знання цієї реакції різних рослин важливе при зональному їх районуванні та визначенні оптимальних строків сівби.

Встановлено закономірність, що при запізненні зі строками сівби рослини довгого дня прискорюють розвиток, але це супроводжується зниженням їх продуктивності. Зокрема, зернові колосові культури зменшують продуктивну кущистість і озерненість колоса, цукрові буряки – розмір коренеплодів та вміст цукру в них. Усе це призводить до зниження не лише врожайності, а й якості сільськогосподарської продукції.

З іншого боку, надто рання сівба видів рослин короткого дня з відносно коротким вегетаційним періодом, наприклад сої, гречки, ставить ці рослини в умови збільшення тривалості дня після сівби, що викликає гальмування їх розвитку й продуктивності. Для кукурудзи властивий тривалий вегетаційний період, що дозволяє рослинам за ранньої сівби відчувати вплив спочатку

гальмування розвитку, потім зі зменшенням тривалості дня – його прискорення. Таке поєднання біоритмів розвитку кукурудзи за ранньої сівби веде до підвищення урожайності зерна.

Звідси, для запобігання зниженню продуктивності польових культур недоцільно порушувати біоритми їх розвитку, тобто слід виконувати всі технологічні заходи з урахуванням біологічних і фізіологічних вимог вирощуваних культур.

### **1.2.10. Закони й системи землеробства**

Багаточисельними науковими дослідженнями й віковим досвідом встановлено, що побудова й впровадження у виробництво ефективних систем землеробства без урахування законів землеробства неможливо. Тільки уміле використання законів землеробства має вирішальне значення в боротьбі за підвищення родючості ґрунту й високі врожаї сільськогосподарських культур. Висока культура землеробства передбачає не тільки високоякісне та своєчасне виконання всіх польових робіт, але й ведення сільського господарства на основі та при суворому виконанні законів землеробства. У відповідності до законів землеробства створюються різні наукові теорії, які обґрунтовують і пояснюють практичні заходи при освоєнні систем землеробства.

У сучасній агрономічній і суміжних до неї науках накопичилася велика кількість експериментального матеріалу. Умови ведення землеробства в Україні дуже різноманітні й створити одну універсальну теорію, яка б охоплювала й враховувала всі ідеї в галузі землеробства неможливо. Намагання цього досягнути говорить про нерозуміння складності проблеми. Навіть такі теорії, як мінерального живлення рослин чи структуроутворення, які мають надзвичайно велике значення у практиці землеробства, можуть охопити й обґрунтувати лише частину великого кола питань систем землеробства.

В умовах сучасного ведення землеробства доводиться не тільки пристосовуватися до дії різних сил природи, але й активно впливати на окремі природні процеси, змінювати навколишнє середовище в необхідному напрямку: створювати інший мікроклімат; змінювати властивості ґрунтів і їх родючість; ліквідувати такі шкідливі явища, як ерозія, суховії, заморозки, кислотність і засоленість ґрунтів тощо. У зв'язку з цим сучасні системи землеробства повинні базуватися на різносторонніх наукових теоріях, які обґрунтовують і раціонально вирішують комплекс питань. Цими теоріями можуть бути такі:

- 1. Збереження й підвищення родючості ґрунту.* Ця теорія повинна охоплювати комплекс заходів, направлених на регулювання біологічно важливих режимів ґрунту – водного, поживного, теплового, повітряного, а також кругообігу елементів живлення. Вони повинні забезпечувати підвищення коефіцієнта корисної дії факторів життя рослин і агротехнічних заходів у різних ґрунтово-кліматичних умовах, ґрунтуватися на взаємодії ґрунту, рослин, клімату і людини. Чим вищий рівень інтенсифікації землеробства, тим більше значення набувають закони землеробства за активної ролі товаровиробника (землероба).

До важливих питань, що підлягають вивченню можна віднести процеси гумусоутворення, ґрунтовий вбирний комплекс, структуроутворення, окультурення підзолистих, засолених і заболочених ґрунтів і багато інших.

Слід пам'ятати, що в природних умовах рослини неоднаково забезпечені факторами життя. Тому, в першу чергу, необхідно діяти на фактор, що знаходиться в мінімумі (чи максимумі), бо вкладені кошти й праця найефективніше використовуються при дії саме на цей фактор. При цьому врожаї зростатимуть доти, доки інший фактор не виявиться в мінімумі. Саме тому дуже важливо вчасно визначити цей момент і почати діяти на інший фактор.

Згідно з законом сукупної дії факторів найвищий врожай можна мати за одночасного забезпечення рослин усіма факторами в оптимальній кількості, й до цього треба прагнути. Проте забезпечити такі умови рослинам досить складно, а інколи й неможливо. Наприклад, за недостатньої кількості опадів без зрошення важко забезпечити оптимальний водний режим рослин. Тому необхідно дбати, щоб усі інші фактори були в оптимальній кількості, оскільки за цим законом фактор, який знаходиться в мінімумі, тим продуктивніше використовується, чим більше інших факторів знаходиться в оптимумі.

Проте слід пам'ятати, що за збільшення кількості будь-якого фактору приріст врожаю не пропорційний. Як правило, спочатку збільшення врожаю високе, потім затухає й крива врожайності поступово переходить в індиферентну зону, коли збільшення врожаю від зростання норми фактору вже відсутнє. В подальшому крива врожайності переходить в інгібуючу зону й подальше зростання фактору вже призводить до зниження врожайності. Тому, в умовах обмежених ресурсів краще домагатися не максимального врожаю, а такого, який забезпечить найвищу окупність фактору.

*2. Найбільш раціонального й продуктивного використання ґрунтів у сільськогосподарському виробництві з урахуванням рівня їх природної й ефективної родючості, рельєфу, клімату, економічних і соціальних вимог, рівня інтенсифікації виробництва.*

Тут повинні знайти відображення такі питання, як оцінка ґрунтів (бонітування), методи визначення найбільш оптимального співвідношення окремих видів земельних угідь (рілля, пасовища, сіножаті, ліси, водоймища, лісові полезахисні насадження тощо), встановлення структури посівних площ, а також теорії, які забезпечують підвищення екологічної стійкості найбільш продуктивних культур, створення високоврожайних і цінних сортів сільськогосподарських культур.

*3. Спрямованого впливу на макро- і мікроклімат, і перш за все теорії, які забезпечують регулювання водного режиму, теплового та повітряного, а також довготривалий прогноз погоди.*

Головна мета таких теорій у системах землеробства – створення найбільш сприятливих для землеробства природних умов.

*4. Охорони ґрунтів від водної, вітрової та іригаційної ерозії, а також відновлення родючості еродованих земель і їх цілеспрямоване використання.*

*5. Захисту рослин. Запобіжні (профілактичні), знищувальні (механічні, фізичні, хімічні, біологічні), спеціальні (фітоценологічні, екологічні,*

організаційні) теорії, які об'єднують сучасні ідеї захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників і збудників хвороб, а також теорій з запобігання їх розповсюдження.

Досвід свідчить, що порушення законів землеробства завжди призводить до негативних наслідків. Так, через порушення закону повернення речовин у ґрунт в Україні середньорічні втрати гумусу за період 2004–2008 рр. склали в Поліссі – 0,5 %, Лісостепу – 0,2, Степу – 0,1, в середньому по Україні – 0,4 % (за даними Міністерства аграрної політики України, 2009 р.).

Тому розробку та впровадження систем землеробства необхідно здійснювати з урахуванням законів землеробства, конкретних ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей вирощуваних культур.

Слід пам'ятати, що кожен захід може мати як ближню пряму дію, як правило, позитивну, так і віддалену післядію, яку інколи навіть важко передбачити. Так, в посушливих районах зрошення підвищує врожайність, однак при невмілому його застосуванні з часом може піднятися рівень підґрунтових вод, виникнути заболочення або засолення ґрунтів.

Отже, поступальний розвиток систем землеробства відбувається за відомими, вищеперерахованими, законами землеробства. Окрім того, пізнані й спеціальні закони, яким підкоряється розвиток систем землеробства. За даними кафедри землеробства та гербології НУБіП України до таких законів відносяться:

**1. Закон біотехнологічного пріоритету в розвитку землеробства.** Він полягає в обумовленості кількісних меж продукційного процесу в конкретних зональних умовах екологічними та біологічними факторами – кліматом, зокрема фотосинтетично активною радіацією, родючістю ґрунту, біологічним потенціалом вирощуваних рослин. Кожній ґрунтово-кліматичній зоні відповідає абсолютно конкретна потенційна величина створюваного землеробського продукту, яка має незначні кількісні коливання й може бути прийнята за константу. Цей закон регламентує зональність систем землеробства з відповідною структурою посівних площ.

**2. Закон детермінації реальної продуктивності ріллі в межах ґрунтово-кліматичної зони екологічним потенціалом конкретного агроландшафту** обґрунтовує об'єктивну необхідність адаптивних систем землеробства, для побудови яких враховують інформацію про основні його екологічні нормативи, які дозволять досягти зональної потенціальної величини якісного землеробського продукту. Такими нормативами є допуски балансу гумусу, агрофільних елементів, агрофізичного стану і дефляції ґрунту, фітосанітарного стану, забруднення ландшафту ксенобіотиками та інші.

**3. Закон адекватності розвитку землеробства і тваринництва** зобов'язує для відтворення родючості ґрунту повернути в нього до  $\frac{3}{4}$  біомаси створеного урожаю після використання її в тваринництві.

### 1.3. Родючість ґрунту та її відновлення за оптимізації умов життя рослин

**Ґрунт** – природно-історичне орґано-мінеральне тіло, яке утворилося на поверхні земної кори, і є осередком найбільшої концентрації поживних речовин, основою життя та розвитку людства завдяки найціннішій своїй властивості – родючості (ДСТУ 4362:2004).

Ґрунт є найважливішим засобом сільськогосподарського виробництва й від його правильного використання залежить забезпеченість потреб країни у продуктах харчування та сировині для переробної промисловості. Основною властивістю ґрунту є його родючість. Уявлення про неї формувалися протягом тривалого розвитку ґрунтознавства, землеробства, агрохімії, фізіології рослин, мікробіології та інших наук. В. Р. Вільямс під родючістю розумів здатність ґрунту до «одноразового» в «максимально необхідній кількості» забезпечити рослини вологою й поживними речовинами. До цього визначення О. А. Роде додав про здатність ґрунту забезпечувати рослини ґрунтовим повітрям, а також відсутність в ньому шкідливих речовин. Аналогічні визначення й сучасні поняття родючості ґрунту сформулювали В. В. Докучаєв, П. А. Костичев, К. Д. Глінка, Д. М. Прянишников, К. К. Гедройц, О. Н. Соколовський, В. І. Вернадський та інші.

Засновник наукового ґрунтознавства В. В. Докучаєв вважав, що ґрунт є самостійним природним тілом, яке утворилося з поверхневих шарів гірських порід внаслідок сумісної дії води, повітря та різних організмів. При господарському використанні ґрунту фактором ґрунтоутворення стає діяльність людини, у результаті якої виконується комплекс агротехнічних і організаційних заходів.

Відомий ґрунтознавець П. А. Костичев підвищення родючості ґрунту пов'язував з вмістом у ньому органічних речовин та його фізичними властивостями. Академік Д. М. Прянишников розробив теорію родючості ґрунту згідно з якою провідне місце з підвищення родючості ґрунту належить внесенню органічних і мінеральних добрив, а також запровадженню вирощування бобових культур, зокрема багаторічних бобових трав (люцерна, еспарцет, конюшина). Велике значення у формуванні сучасного вчення про родючість ґрунту має вчення В. І. Вернадського про біосферу.

На основі системних методів вивчення ґрунтів у сучасному інтенсивному землеробстві під **родючістю ґрунту** розуміють: «Здатність ґрунту забезпечувати рослини всіма необхідними земними факторами життя (волога, поживні речовини та ґрунтове повітря) в достатній кількості й оптимальних співвідношеннях» (ДСТУ 4362:2004).

Виділяються елементи й умови родючості ґрунту. *Елементи* – це земні фактори життя рослин (вода, поживні речовини та ґрунтове повітря), які рослини беруть з ґрунту. *Умови родючості ґрунту* – це властивості екологічного середовища рослин, які впливають на використання рослинами елементів родючості.

Родючість ґрунту створюється в процесі ґрунтоутворення і безперервно змінюється залежно від напрямку та інтенсивності біологічних, хімічних, фізичних, фізико-хімічних та інших процесів, які певною мірою залежать від факторів ґрунтоутворення – клімату, живих організмів, материнської породи, рельєфу, часу та виробничої діяльності людини.

Родючі ґрунти сприяють більш ефективному використанню підвищених норм органічних і мінеральних добрив, запровадженню інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, забезпечення належного фітосанітарного стану, дають змогу протистояти негативним діям ерозійних процесів, ущільненню ґрунту, забезпечують швидкий розклад пестицидів та інших ксенобіотиків у ґрунті.

### 1.3.1. Види родючості ґрунту

Розрізняють природну (потенційну), штучну та ефективну (економічну) родючість ґрунту.

*Природна (потенційна)* родючість утворюється і розвивається під впливом природних процесів ґрунтоутворення. За В. В. Докучаєвим виділяють такі фактори ґрунтоутворення: клімат; живі організми (мікроорганізми, макроорганізми та рослинність); материнська (ґрунотворна) порода (льодовикові, водно-льодовикові; алювіальні – на них утворилися опідзолені ґрунти; леси, лесовидні суглинки – чорноземи); рельєф; час; виробнича діяльність людини. В даний час природна родючість властива лише цілиним та перелоговим землям, які тривалий час не оброблялися.

Природна родючість утворювалася у поверхневому шарі земної поверхні протягом багатьох тисячоліть. В практиці землеробства рівень такої родючості визначають за продуктивністю рослин, яка спостерігається у перші роки після розорювання цілиних земель. Показником природної родючості є величина продукційного біоценозу. Природна (потенційна) родючість характеризується вмістом в ґрунті гумусу, валових запасів макроелементів (азот, фосфор, калій) та мікроелементів. Найбільшим валовим вмістом вуглецю, азоту, фосфору та калію характеризується чорноземні ґрунти.

*Штучна* родючість створюється в процесі довгострокового використання землі людиною, як основного засобу сільськогосподарського виробництва. Штучна родючість залежить від розвитку виробничих сил та виробничих відносин. В чистому вигляді така родючість проявляється при створенні субстратів для вирощування рослин у теплицях і парниках, проведенні рекультивації на відвалах.

За сільськогосподарського використання ґрунтів важко виділити природну і штучну родючість. Прояви природної і штучної родючості у виробничій діяльності характеризується можливістю використання рослинами елементів живлення для створення врожаю і знаходять своє повне відображення в ефективній (економічній) родючості.

*Ефективна (економічна)* родючість ґрунту залежить від соціально-економічних умов, розвитку науки і техніки. Застосування добрив, правильного

обробітку ґрунту, меліорації (вапнування кислих і гіпсування солонцевих ґрунтів, зрошення її осушення, біологічна меліорація) запровадження інтегрованого захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, збудників хвороб), сучасних інтенсивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, науково-обґрунтованого чергування культур у часі і на території дає можливість зробити родючими навіть такі ґрунти, які в природному стані визначаються непридатними для сільськогосподарського використання (заболочені, засолені, закислені, бідні піски тощо).

Отже, родючість не є незмінною якістю ґрунту. Економічна родючість, яку людина, власне, й використовує в землеробстві, залежить не тільки від природної (потенційної) родючості, а й від заходів, що запроваджуються за вирощування сільськогосподарських культур. Таким чином, ґрунт зазнає впливу людської праці, набуваючи з цим ознак товару.

### 1.3.2. Показники родючості ґрунту.

Оптимальний рівень родючості того або іншого типу ґрунту визначається основними його властивостями та рівнем земних факторів життя (поживні речовини, волога, ґрунтове повітря) за яких повною мірою реалізуються потенційні можливості вирощування сільськогосподарських культур.

На основі узагальнення наукових досліджень та згідно з ДСТУ 4362:2004 виділено такі основні показники родючості ґрунту:

1. Загальні: потужність гумусового шару ґрунту; грубізна профілю для схилових ґрунтів; гранулометричний склад;
2. Агрофізичні: щільність ґрунту (об'ємна маса); агрегатний склад; найменша вологоємність; запаси продуктивної вологи;
3. Агрохімічні: вміст гумусу в %, т/га; вміст поживних речовин – N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O; вміст мікроелементів – Zn, B, Mg, Mn, S, Ag тощо;
4. Фізико-хімічні: реакція ґрунтового розчину – pH; склад увібраних катіонів – Ca, Mg;
5. Показники забрудненості ґрунтів важкими металами, залишками пестицидів і радіонуклідами;
6. Ступінь засоленості ґрунтів за катіонно-аніонним складом водної витяжки (для солонцевих, засолених і зрошуваних земель);
7. Ступінь солонцюватості ґрунтів за вмістом обмінного натрію та калію (для солонцевих і зрошуваних земель).

Для мінеральних ґрунтів еталоном родючості є чорнозем типовий, оптимальні параметри якого наведено в таблиці 1.2.

**Таблиця 1.2. Оптимальні параметри показників родючості чорнозему типового (ДСТУ 4362:2004)**

| Показники                                                            | Параметри залежно від гранулометричного складу (вміст фізичної глини, %) |                              |                           |                         |
|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
|                                                                      | легко-суглинкові<br>21–30                                                | середньо-суглинкові<br>31–45 | важко-суглинкові<br>46–55 | легко-глинисті<br>56–65 |
| Гумус, %                                                             | 2,5–4,0                                                                  | 3,5–5,0                      | 4,5–5,7                   | 5,5–6,3                 |
| Запас гумусу в профілі, т/га                                         | 300–450                                                                  | 360–550                      | 480–550                   | 550–650                 |
| Доступні форми азоту (N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub> ), мг/кг | 35–45                                                                    | 35–45                        | 35–45                     | 35–45                   |
| Рухомий фосфор, за Мачигінім, кг/га                                  | 45–60                                                                    | 45–60                        | 45–60                     | 45–60                   |
| Рухомий калій, за Мачигінім, кг/га                                   | 250–300                                                                  | 300–400                      | 300–400                   | 300–400                 |
| pH сольової витяжки                                                  | 5,8–6,4                                                                  | 6,0–6,8                      | 6,3–7,0                   | 6,5–7,0                 |
| Гідрологічна кислотність м-екв./100 г                                | 1,8–2,5                                                                  | 1,5–2,5                      | 1,5–2,5                   | 1,5–2,5                 |
| Сума обмінних катіонів, м-екв./100 г                                 | 14–27                                                                    | 21–36                        | 32–44                     | 39–55                   |
| Щільність, г/см <sup>3</sup>                                         | 1,1–1,3                                                                  | 1,1–1,3                      | 1,1–1,3                   | 1,1–1,3                 |
| Вміст агрегатів, %:                                                  |                                                                          |                              |                           |                         |
| - 0,25–10,0 мм повітряно-сухих                                       | 70–80                                                                    | 70–80                        | 70–80                     | 70–80                   |
| - більше 0,25 мм водотривких                                         | 55–70                                                                    | 55–70                        | 55–70                     | 55–70                   |
| Найменша вологоємність, %                                            | 18–22                                                                    | 22–26                        | 26–42                     | 30–34                   |
| Запаси доступної води в шарі ґрунту 0–100 см, мм                     | 90–120                                                                   | 100–130                      | 130–150                   | 140–160                 |

*Потужність гумусового шару ґрунту* – це товщина гумусового горизонту, обширність пласта гумусового шару ґрунту.

*Грубизна профілю для схилових ґрунтів* – це величина поперечного перерізу схилу.

*Гранулометричний склад* – це механічний склад ґрунту, окремі частки твердої фази ґрунту: піщаний, супіщаний, легкосуглинковий, середньо-суглинковий, важко-суглинковий, глинистий.

*Щільність ґрунту* – це маса одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту взятого в непорушеному стані, г/см<sup>3</sup>. Оптимальна щільність ґрунту для більшості сільськогосподарських культур складає 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>.

*Агрегатний склад ґрунту* – це сукупність агрегатів різної величини, форми, міцності і зв'язності, властивих даному ґрунту. Ґрунтові агрегати розміром > 10,0 мм – бриласті; 0,25–10,0 мм – агрономічно-цінні; < 0,25 мм – мікроагрегати (пил, мул, колоїди).

*Найменша або польова вологоємність* – це кількість води яку може утримувати ґрунт після повного зволоження і вільного стікання зайвої води в нижні шари ґрунту. Оптимальна вологоємність для більшості сільськогосподарських культур складає 70–75 % від найменшої вологоємності; для зернових колосових – 65–75 %, овочевих 75–85 %.

*Відновлення родючості* – надання ґрунту попереднього родючого стану, відновлення показників родючості, які створюють найбільш сприятливі умови для реалізації потенційних можливостей вирощування культур.

Відновлення родючості може бути розширеним, простим і неповним. Розширене відновлення родючості – це поліпшення сукупності властивостей ґрунту (водного, поживного, повітряного та теплового режимів) які впливають

на його родючість. Просте – це відсутність помітних змін властивостей ґрунту, які впливають на показники його родючості. Неповне – це погіршення властивостей ґрунту, які негативно впливають на його родючість і продуктивність вирощуваних культур.

Відновлення родючості ґрунту відбувається за рахунок фундаментальних (природних) та антропогенних чинників: біологічних, агрохімічних та агрофізичних.

**Біологічні чинники.** До біологічних чинників відновлення родючості ґрунту належать вміст органічних речовин у ньому, загальна кількість мікроорганізмів та їх окремих груп, ферментативна активність, нітрифікуюча та азотфіксуюча активність ґрунту, «дихання» ґрунту (виділення  $\text{CO}_2$ ), його фітосанітарний стан (наявність бур'янів, шкідників та збудників хвороб).

*Органічні речовини* – найважливіша складова частини ґрунту. Вони є джерелом утворення мінеральних поживних речовин для рослин і середовищем для розвитку мікробіологічних процесів. Органічна частина ґрунту складається з негуміфікованих рослинних та тваринних решток і гумусу. Від загальної маси органічної частини ґрунту на частку не гуміфікованих решток має припадати від 5 до 10 %. Негуміфіковані рештки легко мінералізуються в ґрунті й елементи живлення стають доступними для рослин. Вміст негуміфікованих органічних речовин у ґрунті постійно змінюється залежно від вирощування культур. Найбільша їх кількість (15–18 т/га) знаходиться у цілих ґрунтах. На оброблюваних (орних) землях органічних решток після кукурудзи надходить 15,0–17,0 т/га, зернових колосових і соняшника – 4,0–8,0, зернобобових – 2,5–3,5, буряків цукрових і льону – лише 3,0 т/га.

Інтенсивність процесів мікробіологічного розпаду рослинних решток у ґрунті залежить від умов середовища: вологості, температури, ступеня аерації, біологічної активності, вмісту мінеральних елементів, а також від фізико-хімічних властивостей ґрунту й хімічного складу рослинних решток. Краще відбувається розпад рослинних решток, які містять легкодоступні мікроорганізмам сполуки.

Розпад рослинних решток відбувається в кілька етапів. Перший етап характеризується хімічною взаємодією між окремими сполуками відмерлих рослин. Потім відбувається механічне подрібнення і перемішування з ґрунтом рослинних решток ґрунтовою фауною. На заключному етапі негуміфіковані органічні речовини розкладаються мікроорганізмами.

*Водорозчинні органічні сполуки* – крохмаль, пектини, білок – розкладаються швидше. А друга група органічних сполук – целюлоза, лігнін – розпадаються значно повільніше. Для процесу розпаду характерні два напрями: мінералізація (вивільнення вуглекислого газу, води та мінеральних сполук) і гуміфікація (складний фізико-хімічний процес трансформації проміжних високомолекулярних продуктів розпаду) органічних решток в особливий клас органічних сполук – гумусових кислот.

В агроценозах тривалість розпаду залежить від багатьох причин, але головною є хімічний склад рослинних решток. Інтенсивніше відбувається розпад післязбиральних решток сільськогосподарських культур, які йдуть на зелений

корм або сіно, повільніше – решток кукурудзи на силос, буряків цукрових та бобових культур, найповільнішим є розпад негуміфікованих решток кукурудзи на зерно, соняшника, ріпаку, зернових колосових культур.

Післязбиральні рослинні рештки, які надходять у ґрунт, впливають на формування його поживного режиму, а також є джерелом поповнення гумусу в ґрунті. Масова частка утвореного гумусу становить 0,2–0,3 від маси рослинних решток і називається коефіцієнтом гуміфікації, який, у свою чергу, залежить від механічного складу мінеральної частини ґрунту, присутності катіонів у ґрунтовому розчині, умов гумусоутворення тощо.

Коефіцієнт гуміфікації змінюється залежно від складу рослинних решток і становить для бобових культур – 0,28, кукурудзи – 0,23, буряків цукрових та картоплі – 0,15. Змінюється коефіцієнт гуміфікації й залежно від типу ґрунту: дерново підзолисті – 0,15, сірі лісові – 0,16, чорноземи – 0,30.

Рослинні рештки також служать енергетичним матеріалом для ґрунтових мікроорганізмів. Негуміфіковані органічні рештки визначають видовий і кількісний склад ґрунтових мікроорганізмів. Видовий склад мікроорганізмів визначається хімічним складом решток, а кількісний – їх масою.

Важливе значення у забезпеченні ґрунту органічними речовинами має й коренева система рослин. Після збирання сільськогосподарських культур, особливо багаторічних бобових трав, кореневі й післяжнивні рештки, розпадаючись, забезпечують надходження гумінових кислот, що є основним фактором формування водостійких агрегатів.

Певна частина рослинних решток перетворюється у складні органічні сполуки, з яких утворюються гумусові речовини, що становлять близько 80 % органічної частини ґрунту. Утворюються вони в результаті діяльності мікроорганізмів.

*Гумусові речовини* – це високомолекулярні азотовмісні сполуки, до складу яких входять гумінові кислоти, фульвокислоти та гуміни.

*Гумінові кислоти* – це органічні азотовмісні кислоти, які мають циклічну будову, темне забарвлення, нерозчинні у воді та мінеральних кислотах. Склад їх змінюється залежно від типу ґрунту (вуглецю – 50–60 %, водню – 2,8–2,6, кисню – 31–40, азоту – 2–6, зольних речовин – 1–10 %). При взаємодії з мінеральними кислотами гумінові слабо гідролізуються, а з лугами – переходять у колоїдний розчин. Якщо гумінові кислоти взаємодіють з мінеральною частиною ґрунту, то утворюються солі гумінової кислоти (гумати).

*Гумати* – речовини одновалентних катіонів (натрій, калій, амоній), добре розчиняються у воді й вилуговуються в глибші горизонти ґрунту, а гумати двовалентних і тривалентних металів (калій, магній, алюміній, залізо та інші) нерозчинні у воді. У ґрунті вони містяться у вигляді гелів, сприяючи поліпшенню його структури.

*Фульвокислоти* – відрізняються від гумінових розчинністю у воді, кислотах і лугах, мають світліше забарвлення. Молекули їх містять менше вуглецю і більше кисню (вуглецю – 40–52 %, водню – 4–6, кисню – 40–42, азоту – 2–6 %). Азотні сполуки у молекулах фульвокислот зв'язані не так міцно, як у гумінових, і легко гідролізуються при дії кислот. Солі фульвокислот (фульвати) лужних і

лужноземельних металів добре розчиняються у воді, а солі заліза й алюмінію – в кислому та лужному середовищі. Саме тому ґрунти із значним вмістом фульвокислот бідні на органічну речовину та елементи живлення.

*Гуміни* – це комплексні сполуки, в яких гумінові кислоти міцно зв’язані з мінеральною частиною ґрунту. У більшості ґрунтів вони становлять близько 15–20, а в деяких ґрунтах – 40–50 % гумусу.

Гумусові речовини мають велике значення у формуванні генетичних горизонтів ґрунту. Там, де багато гумінових кислот, формуються глибокі гумусові горизонти. Вміст гумусу в ґрунті визначає його поживний режим, фізичні властивості й інтенсивність біологічних процесів. Велика кількість фульвокислот у складі гумусових речовин веде до збіднення ґрунту на елементи живлення (кальцій, магній, калій та інші) і до зміни його реакції в сторону кислотності.

*Гумус* – це високомолекулярні темнозabarвлені органічні речовини ґрунту. Запаси гумусу в ґрунтах України змінюються залежно від генетичних особливостей, гранулометричного складу ґрунтоутворюючих порід і кліматичних умов. Установлено, що середній вміст гумусу у верхніх горизонтах дерново-підзолистих ґрунтів України становить 1–2 %, а в чорноземах середньо-суглинкових – 3–5 %.

У сучасному інтенсивному землеробстві процес збіднення ґрунтів на гумусові речовини відбувається з меншою інтенсивністю за високої культури землеробства. Для підтримки бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті щорічне внесення органічних добрив на Поліссі повинно складати 18–20 т/га, в Лісостепу – 17–18 і в Степу України 12–15 т/га, за умов зрошення – 20–25 т/га. Проте, обсяги внесення органічних добрив в Україні незначні й у 2015–2020 роках склали лише 0,5 т/га посівної площі. В зв’язку з цим різко посилилася мінералізація гумусу, особливо в полях під чистим паром та в посівах просапних культур (кукурудза, соняшник, буряки цукрові, картопля тощо).

Серед заходів, спрямованих на запобігання цим негативним явищам, важливе значення має використання нетрадиційних видів органічних добрив та розширення площі посівів багаторічних бобових трав. До нетрадиційних органічних добрив належать ті види, які з’явилися у зв’язку з упровадженням нових технологій в агропромисловому комплексі (гноєкомпости нового покоління, безпідстилковий гній великої рогатої худоби і свиней, продукти біологічної переробки тваринницьких стоків, надлишковий активний сапропель, пташиний послід, торф, сидерати, побічна продукція рослинництва, органічні відходи промисловості тощо). Використання цих добрив дає змогу не лише відновлювати, а й підвищувати родючість ґрунту і продуктивність сільськогосподарських культур, служить засобом охорони навколишнього середовища від шкідливих хімічних, біологічних, фізико-хімічних та інших речовин.



**Рис. 1.5. Бурти гноєкомпосту в ТОВ «Агрофірма Колос»**

Автор фото: Танчик С. П.

Важливе значення в досягненні бездефіцитного балансу гумусу належать багаторічним бобовим травам. За даними С. П. Танчика, Д. В. Літвінова, Л. В. Цента багаторічні бобові трави (люцерна, еспарцет) другого року життя з кореневими і пожнивними (стерньовими) рештками лишають в ґрунті від 4,0 до 6,0 т/га маси сухої речовини, що рівноцінно внесенню 20–30 т/га гною.

За умов різкої нестачі органічних добрив важливе значення має використання місцевих ресурсів. До місцевих сировинних ресурсів належать сидеральні добрива, подрібнена солома озимих і ярих зернових колосових культур, подрібнені стебла кукурудзи, соняшника, сої, озимого і ярого ріпаку, гичка буряків тощо. Внесення 1 т подрібненої соломи зернових колосових еквівалентно застосуванню близько 2,5 т гною. При заробці подрібненої соломи і, особливо, стебел кукурудзи, соняшника, сої й ріпаку необхідно вносити в ґрунт 10–15 кг діючої речовини азоту мінеральних добрив на кожен тону рослинних решток. Внесений азот (особливо в аміачній або амідній формі) сприяє життєдіяльності мікроорганізмів і утворенню гумусу. Слід пам'ятати, що новоутворенні безазотисті гумусоподібні продукти гуміфікації досить швидко розкладаються до вуглекислого газу й води.

Для сидерації краще використовувати бобові культури – багаторічний і однорічний люпин, горохово-злакові суміші, буркун, еспарцет та люцерну. В останні роки на зелене добриво широко запроваджують посіви озимого і ярого ріпаку, редьки олійної, гірчиці, гречки, серадели, а також багатокомпонентні суміші цих культур.

Сидерати (зелені добрива) особливо ефективні на малородючих дерново-підзолистих і супіщаних ґрунтах. Вони дають змогу не лише збагачувати ґрунт

на органічну речовину, а й сприяють поліпшенню водного, поживного, повітряного та теплового режимів (рис. 1.6).



**Рис. 1.6. Посіви сидератів (зелених добрив)**

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

Одночасно з гноєм та іншими органічними добривами в ґрунт надходить велика кількість мікроорганізмів, які не лише беруть участь у розпаді органічних сполук, а й виконують важливу роль в окультуренні ґрунту. Для окультурених ґрунтів характерна висока біологічна активність, що визначається інтенсивністю взаємодії біоти з ґрунтовим середовищем. Показників біологічної активності ґрунту дуже багато, серед них – загальна біогенність ґрунту. Яка визначається підрахунком загальної кількості мікроорганізмів або окремих їх фізіологічних груп (нітрифікаційних, целюлозоруйнівних, азотфіксувальних, фосформобілізувальних, молочно-кислих тощо). Різні агротехнічні заходи – чергування культур у сівозміні, обробіток ґрунту, внесення добрив, пестицидів, запровадження зрошення та осушення, хімічна та біологічна меліорація тощо, суттєво впливають на мікрофлору ґрунту. Особливо це важливо за органічного землеробства.

За низької культури землеробства погіршується фітосанітарний стан ґрунту, накопичується велика кількість насіння та вегетативних органів бур'янів, збудників хвороб, збільшується чисельність шкідників, що суттєво знижує родючість ґрунту та урожайність сільськогосподарських культур.

**Агрохімічні чинники відновлення родючості ґрунту.** До найбільш важливих агрохімічних чинників відновлення родючості й окультуреності ґрунту належать валовий вміст і форми поживних сполук макро- і мікроелементів, реакція ґрунтового розчину та показники вбирної здатності ґрунту.

У добре окультуреному ґрунті поживних речовин, особливо в доступних формах, завжди міститься більше, ніж у ґрунтах з низькою окультуреністю. Значно зростає вміст поживних речовин у ґрунті за систематичного внесення різних видів добрив та запровадженні сидерального пару. За систематичного

використання органічних і мінеральних добрив підвищується родючість не тільки орного (оброблювального), а й підорного шарів.

*Вбирний комплекс* – це сукупність дрібнодисперсних частинок ґрунту (органічних і мінеральних), яким властива вбирна здатність. На ґрунтах з добре розвиненим вбирним компонентом (які мають високий вміст колоїдів) поживні елементи можуть нагромаджуватися в так званих дифузних шарах колоїдних часток у вигляді іонів. Особливо високу вбирну здатність мають органічні колоїди.

Академік К. К. Гедройц на основі багаторічних досліджень сформулював основні закономірності вбирної здатності ґрунту, яку він пов'язував з вирощуваними культурами, застосуванням добрив і хімічної меліорації ґрунтів. Залежно від характеру вбирання ґрунтом інших речовин К. К. Гедройц виділив п'ять видів вбирної здатності ґрунту: механічну, біологічну, фізико-хімічну (колоїдно-хімічну, обмінну), фізичну і хімічну.

*Механічна вбирна здатність* – це здатність ґрунту механічно затримувати у своїх капілярах тверді частинки.

*Біологічна вбирна здатність* властива не самій твердій фазі, а кореневим системам і нижчим рослинам та мікроорганізмам, які засвоюють із ґрунтового розчину поживні речовини й використовують їх для побудови свого тіла.

*Фізико-хімічна, або обмінна вбирна здатність* зумовлюється властивістю колоїдних часток ґрунту вбирати з ґрунтового розчину катіони та аніони. Колоїдні частки ґрунту, які визначають його вбирну здатність, утворюються в результаті об'єднання молекул або роздрібнення більших за розміром часток ґрунту. Діаметр колоїдних частинок становить від 0,2 до 0,001 мкм. Вони можуть утворювати колоїдні розчини. Ґрунтові колоїди за складом поділяють на мінеральні, органічні та органо-мінеральні.

*Мінеральні колоїди* утворюються здебільшого в результаті процесів вивітрювання. Вони складаються з тонкодисперсних первинних та вторинних мінералів. Утворення органічних колоїдів пов'язане з процесами ґрунтоутворення і залежать від діяльності рослин і мікроорганізмів.

*Органічні колоїди* – це колоїди гумінових кислот, фульвокислот і солей.

*Органо-мінеральні колоїди* – це складні сполуки гумінових речовин з глинистими та іншими вторинними мінералами. У природних умовах ґрунтові колоїди здатні взаємодіяти з водою. Колоїди, які слабо гідратуються (утворюють воду) називають гідрофобними. Колоїди, які добре утримують воду, називають гідрофільними.

Вітчизняний вчений агрохімік К. К. Гедройц назвав фізико-хімічне поглинання обмінним і дійшов таких висновків: увібрані основи (Ca, Na, Mg та інші) можуть бути витіснені з ґрунту й заміщені будь-якими іншими катіонами. Основну кількість увібраних катіонів чорноземних ґрунтів (75 % і більше) становить кальцій, менше (до 20 %) – магній і лише 5 % – інші катіони. Підзолисті ґрунти не насичені основами й у вбирному комплексі містять, крім іонів кальцію і магнію, ще й іони водню та алюмінію. В усіх ґрунтах процеси витіснення й заміщення відбуваються в еквівалентних кількостях.

Ґрунти і їх генетичні горизонти різняться за кількістю увібраних катіонів. Уся кількість увібраних катіонів складає суму увібраних основ, а сума катіонів, здатних обмінюватися на інші – ємність поглинання ґрунту.

Органічні колоїди поглинають катіонів більше, ніж мінеральні. Отже, для ґрунтів з більшим вмістом гумусу властива більша ємність поглинання.

Склад і співвідношення увібраних основ визначають властивості ґрунту. Присутність більшої кількості увібраних іонів водню та алюмінію сприяє підкисленню ґрунтового розчину, а надлишок кальцію і магнію збільшує лужність ґрунту. Ґрунти насичені іонами кальцію і магнію мають агрономічно-цінну структуру, а ґрунти насичені іонами натрію – безструктурні.

*Фізична вбирна здатність* – наслідок поверхневої енергії, яка властива дрібним часточкам твердих сполук. Вона збільшується пропорційно збільшенню поверхні ґрунтових часток, яка завжди тим більша, чим менший діаметр часток з яких складається ґрунт. Присутність у дрібних ґрунтових частках вільної поверхневої енергії дає їм змогу поглинати з розчинів і газів молекули окремих сполук.

*Хімічна вбирна здатність* полягає в тому, що розчинені в ґрунтовому розчині сполуки можуть реагувати між собою або з твердою частиною ґрунту внаслідок хімічних реакцій, в результаті чого утворюються нерозчинні у воді сполуки, які випадають в осад і затримуються в ґрунті.

Запровадження заходів щодо окультурення збільшує ємність ґрунтового вбирного комплексу, що має важливе значення для поліпшення умов життя рослин. Зі збільшенням ємності вбирного комплексу зменшується небезпека вимивання поживних речовин із ґрунту, а також підвищується його буферність (властивість ґрунту протистояти зміні реакції середовища під впливом різних факторів – кислих або лужних агентів). Ємність вбирного комплексу ґрунту збільшується за внесення органічних добрив, вапнування й гіпсування. Для окультурених ґрунтів характерна підвищена кількість увібраних двовалентних катіонів (Ca) і зменшена кількість одновалентних (Na, H і Al).

Від складу увібраних катіонів залежить реакція ґрунтового розчину, яка має важливе значення для росту й розвитку сільськогосподарських рослин. Якщо у ґрунті концентрація іонів водню ( $H^+$ ) та гідроксиду ( $OH^-$ ) однакові, то в таких випадках реакція ґрунтового розчину нейтральна. Рослинам, а також мікроорганізмам ґрунту шкодить як надмірна кислотність, так і лужна реакція ґрунтового розчину.

Усі сільськогосподарські культури, залежно від впливу на них реакції ґрунтового розчину, поділяють на чотири групи:

1. Дуже чутливі до кислої реакції ґрунту (буряки цукрові й кормові, люцерна та інші).
2. Культури, які підвищують урожайність після проведення вапнування (пшениця озима і яра, кукурудза, ячмінь, капуста та інші).
3. Культури, яким властива підвищена стійкість до кислого середовища (жито озиме, овес, гречка, льон, картопля, морква та інші).
4. Культури, які позитивно реагують на кисле середовище і не потребують вапнування (люпин, серадела та інші).

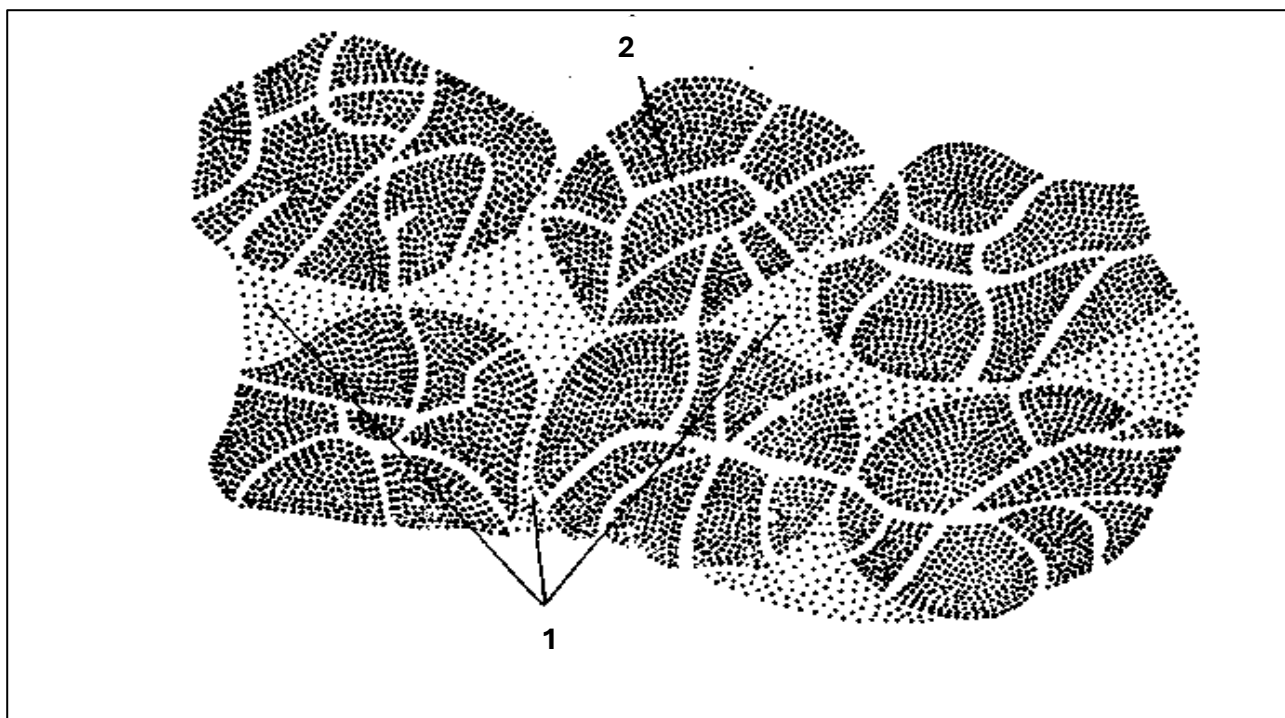
Реакція ґрунтового розчину впливає на розвиток мікроорганізмів та напрям біохімічних процесів у ґрунті. Оптимальним інтервалом рН для бактерій-нітрифікаторів є 6,5–7,0, азотобактера – 6,5–7,8, бульбочкових бактерій бобових культур (конюшини, люцерни, гороху, сої, еспарцету, нуту, сочевиці) – 6,5–7,9. У ґрунтах з кислою реакцією серед мікрофлори переважають гриби. Проте, серед грибів дуже багато збудників хвороб сільськогосподарських культур.

Кращі умови для розвитку корисних мікроорганізмів створюється в нейтральному або слаболужному середовищі.

За даними Г. Я. Чесняка (1973; 1980) для чорноземів типових Лісостепу України основними генетичними ознаками та показниками придатності для вирощування сільськогосподарських культур є потужний гумусовий горизонт, нейтральна реакція, висока вбирна ємність (з перевагою іонів кальцію), грудкувато-зерниста структура, високий вміст поживних речовин і висока мікробіологічна активність.

**Агрофізичні чинники відновлення родючості ґрунту.** Ґрунт як органо-мінеральне тіло, складається з об'ємів твердої фази та загальної щільності (пористості). Основу ґрунту складає тверда фаза, що являє собою сукупність часточок різного розміру, до складу яких входять різні мінерали та органічна речовина. Ґрунтові агрегати та механічні елементи, що складають основу твердої фази, нещільно прилягають один до одного. Між ними утворюються проміжки різної величини і форми, які прийнято називати щілинами (порами). Пори можуть бути зайняті лише повітрям, коли ґрунт абсолютно сухий. Проте в природних умовах проміжки між агрегатами заповнені, як правило, не лише повітрям, а й у тій чи іншій мірі водою. Отже, об'єм ґрунту слід розділити на дві частини: об'єм, який займає тверда фаза і загальний об'єм пор. Якщо останній виразити у відсотках до всього об'єму ґрунту, то це буде загальна пористість ґрунту. На рисунку 1.7 схематично показано розміщення агрегатів у ґрунті.

Пористість, розмір і форма пор (щілин) залежать від гранулометричного складу, структури ґрунту, а також від взаємного розміщення ґрунтових агрегатів. Загальна пористість ґрунту складається з об'єму некапілярних (капіляри діаметром більше 0,1 мм) і капілярних (капіляри діаметром менше 0,1 мм) пор. Співвідношення об'ємів зайнятих твердою фазою, капілярними й некапілярними щілинами називають будовою оброблювального (орного) шару ґрунту. Вона залежить від гранулометричного складу та структури ґрунту, строку, способу й глибини його обробітку, вирощування культур, діяльності ґрунтових тварин і мікроорганізмів. Будова орного (оброблювального) шару значною мірою впливає на водний, повітряний і тепловий режими ґрунту, інтенсивність мікробіологічних процесів у ньому. Від будови орного шару залежить ступінь ущільненості або розпушеності ґрунту.



**Рис. 1.7. Схема розміщення агрегатів у структурному ґрунті:**  
1 – некапілярні проміжки між агрегатами, 2 – капілярні проміжки

Дослідженнями О. Г. Дояренка встановлено, що для польових культур сприятливою будовою орного шару ґрунту буде така, коли об'єм твердої фази складатиме 40–50 %, загальна пористість (щілинність) – 50–60 %, у тому числі некапілярна становитиме 12,5–30,0, а капілярна – 37,5–30 %.

Важливими агрофізичними показниками родючості ґрунту є його гранулометричний склад, структурний стан, щільність (об'ємна маса) і пористість (щілинність, шпаруватість). Вони визначають його водні, повітряні, теплові властивості й режими.

*Гранулометричний склад* – це вміст у ґрунті фракцій різних за розміром механічних гранул його мінеральної частини, виражений у масових відсотках. Кожна фракція ґрунту характеризується певними фізичними властивостями та хімічним складом. В даний час користуються удосконаленою класифікацією складу ґрунтів, яку запропонував ґрунтознавець Н. А. Качинський (табл. 1.3).

Від гранулометричного складу ґрунтів значною мірою залежать їх агрономічні властивості. Піщані й супіщані ґрунти називають легкими, тому що їх легко обробляти, а суглинкові та глинисті – важкими, тому що їх обробіток потребує значних енергетичних витрат.

За величиною питомого опору при оранці плугами всі ґрунти об'єднують у чотири групи:

1. легкі (питомий опір 0,20–0,35 кг/см<sup>2</sup>);
2. середні (0,35–0,55 кг/см<sup>2</sup>);
3. важкі (0,55–0,8 кг/см<sup>2</sup>);
4. дуже важкі (питомий опір 0,8–2,0 кг/см<sup>2</sup> і більше).

Переважає більшість сільськогосподарських культур добре росте і розвивається на ґрунтах середнього гранулометричного складу.

**Таблиця 1.3. Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом  
(за Н. А. Качинським)**

| Вміст фізичної глини<br>(частинки < 0,01 мм), % |                                   |                                    | Вміст фізичної глини<br>(частинки > 0,01 мм), % |                                   |                                    | Коротка назва<br>ґрунту за<br>гранулометричним<br>складом |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Підзолистого<br>типу<br>ґрунтоутворення         | Степового типу<br>ґрунтоутворення | Солонці й<br>солонцюваті<br>ґрунти | Підзолистого<br>типу<br>ґрунтоутворення         | Степового типу<br>ґрунтоутворення | Солонці й<br>солонцюваті<br>ґрунти |                                                           |
| 0–5                                             | 0–5                               | 0–5                                | 100–95                                          | 100–95                            | 100–95                             | Пісок пухкий                                              |
| 5–10                                            | 5–10                              | 5–10                               | 95–90                                           | 95–90                             | 95–90                              | Пісок зв'язний                                            |
| 10–20                                           | 10–20                             | 10–15                              | 90–80                                           | 90–80                             | 90–85                              | Супіщаний                                                 |
| 20–30                                           | 20–30                             | 15–20                              | 80–70                                           | 80–70                             | 85–80                              | Суглинковий<br>легкий                                     |
| 30–40                                           | 30–45                             | 20–30                              | 70–60                                           | 70–55                             | 80–70                              | Суглинковий<br>середній                                   |
| 40–50                                           | 45–60                             | 30–40                              | 60–50                                           | 55–40                             | 70–60                              | Суглинковий<br>важкий                                     |
| 50–65                                           | 60–75                             | 40–50                              | 50–35                                           | 40–25                             | 60–50                              | Глинистий легкий                                          |
| 65–80                                           | 75–85                             | 50–65                              | 35–20                                           | 25–15                             | 50–35                              | Глинистий середній                                        |
| > 80                                            | >85                               | >65                                | <20                                             | <15                               | <35                                | Глинистий важкий                                          |

Однією з основних морфологічних ознак ґрунту є його структура. В природних умовах окремі механічні частинки мінеральної речовини ґрунту можуть перебувати в автономному стані або разом з органічною об'єднуватися в грудочки, агрегати різної величини.

*Структура ґрунту* – це співвідношення між масою різних за величиною його агрегатів. Елементами структури ґрунту є грудочки (структурні агрегати) на які розпадається ґрунт.

*Структурність ґрунту* – це здатність ґрунту розпадатися на агрегати або грудочки різного розміру і форми.

За розміром грудочок структура ґрунту поділяються на: мікроструктуру – агрегати діаметром до 0,25 мм; макроструктуру – агрегати від 0,25 до 10,0 мм (грудочкувато-зерниста) і мегаструктуру – агрегати понад 10 мм (брилисті).

Найбільш агрономічно цінною є грудочкувато-зерниста структура з розміром грудочок 0,25–10 мм. За формою агрегатів структура може бути грудочкуватою, горіхуватою, зернистою, пилюватою, стовпчастою, призматичною і пластичною.

Властивість ґрунту утворювати з механічних елементів агрегати залежить від його структуро утворювальної здатності. Ця властивість добре проявляється в глинистих ґрунтів і майже відсутня у піщаних, з чим і пов'язана їх неоднакова здатність до утворення структурних частинок.

Структурний стан ґрунту буває двох видів:

1. Мікроструктурний, якщо він складається з агрегатів < 0,25 мм. За такого стану у ґрунті є два типи проміжок: некапілярні (> 0,1 мм) проміжки між мікроагрегатами і капілярні (< 0,1 мм) – між частинками у агрегатах.

Мікроструктурна будова властива підзолистим ґрунтам, а також сіроземним ґрунтам. Недоліком цих ґрунтів є їх здатність до ущільнення, що значно погіршує водопроникність і повітрообіг, а також посилює розвиток вітрової й водної ерозії.

2. Макроструктурний, якщо мікроагрегати об'єднані у макроагрегати. Для макроструктури ґрунтів характерним є те, що вони мають більшу загальну пористість (близько 50–60 % від об'єму ґрунту) і меншу щільність ( $1,1\text{--}1,2\text{ г/см}^3$ ) порівняно з мікроструктурними ґрунтами. Для цих ґрунтів характерні висока водопроникність, добра аерація, створюються належні умови для біологічних процесів та нагромадження у ґрунті доступних рослинам поживних речовин. Такий стан характерний для чорноземних ґрунтів.

Агрономічне значення структури посилюється на ґрунтах важких за механічним складом (середньо-суглинкових, важко-суглинкових і глинистих). Основними факторами структуроутворення є колоїдна частина ґрунту, гумус, зокрема його специфічна частина – свіжоутворений, або «діяльний» перегній, а також мінеральна частина – глина. Мікроструктура утворюється в процесі коагуляції та злипання найдрібніших частинок ґрунту. Макроструктурні частинки утворюються в ґрунті внаслідок укрупнення дрібних, мікроструктурних частинок за участю катіонів кальцію й магнію в ґрунтовому розчині. Для оцінки структурності ґрунту використовують коефіцієнт структурності.

*Коефіцієнт структурності* – це відношення кількості грудочок розміром 0,25–10,0 мм при сухому просіюванні до суми пилюватих (менше 0,25 мм) і брилих (більше 10 мм) агрегатів. Важливим показником структури є водотривкість ґрунтових агрегатів.

*Водотривкість* – це здатність ґрунтових агрегатів протистояти руйнівній силі води. Структурний ґрунт пухкий і під дією води розпадається лише на структурні мікроагрегати. Відрізняють механічне (під дією обробітки ґрунту), фізико-хімічне (заміна в колоїдах двовалентних катіонів одновалентними) і біологічне (втрата гумусу) руйнування структурних агрегатів. Для оцінки водотривкості ґрунту використовують коефіцієнт водотривкості.

*Коефіцієнт водотривкості* – це відношення агрегатів розміром більше 0,25 мм при мокрому просіюванні до суми агрегатів такого ж розміру при сухому просіюванні.

Головним заходом поліпшення структури ґрунтів є збагачення їх на гумус. Сприяють поліпшенню структури також мінеральні колоїди, проте вони неводостійкі. Поліпшенню структури ґрунтів сприяють мікроорганізми, дощові черв'яки та вирощування багаторічних трав (конюшина, люцерна, еспарцет). Гумус, який утворився після відмирання трав'янистих рослин, за наявності дво- і тривалентних катіонів міцно «цементує» грудочки ґрунту, надаючи їм водотривкості.

*Пористість (щільність, шпаруватість) ґрунту* – це сума всіх вільних проміжків не зайнятих твердою фазою ґрунту. Вона виражається у відсотках від загального об'єму ґрунту. Пористість має важливе значення для всіх ґрунтових процесів і родючості ґрунтів. Н. А. Качинський зазначав, що в порах

розміщується й пересуваються вода і повітря, на поверхні твердих часток відбувається мобілізація поживних речовин. Тут розміщується коріння рослин, мікроорганізми та все живе населення ґрунту. Учений-агрофізик зазначав, що саме тому від кількості та якості пор залежить родючість ґрунту. Сумарна кількість капілярних ( $< 0,1$  мм) і некапілярних ( $> 0,1$  мм) проміжків становить загальну пористість ґрунту. Загальна пористість визначається у відсотках до об'єму зразка ґрунту. Об'ємна маса ґрунту (щільність) – маса  $1 \text{ см}^3$  абсолютно сухого ґрунту у непорушеному стані ( $0,5\text{--}1,5 \text{ г/см}^3$ ), щільність твердої фази ґрунту (питома маса) – маса  $1 \text{ см}^3$  твердої фази ґрунту в абсолютно сухому стані ( $1,0\text{--}2,8 \text{ г/см}^3$ ). Загальну пористість визначають за формулою:

$$V_z = \left(1 - \frac{d}{D}\right) * 100, \quad (1.2)$$

де:  $V_z$  – загальна пористість, %;

$d$  – щільність ґрунту,  $\text{г/см}^3$ ;

$D$  – щільність твердої фази ґрунту,  $\text{г/см}^3$ .

Наприклад, об'ємна маса ґрунту становить  $1,25 \text{ г/см}^3$ , тоді загальна пористість становить  $\left(1 - \frac{1,25}{2,6}\right) \cdot 100 = 1 - 0,48 = 0,52 \times 100 = 52 \%$ .

За О. Г. Дояренком, найсприятливіші умови для росту, розвитку і продуктивності рослин створюються при загальній пористості  $50\text{--}60 \%$  від усього об'єму ґрунту. Проте, для отримання оптимального врожаю важливо знати не лише показники загальної пористості, а й співвідношення між капілярною її складовими.

*Капілярна пористість* ( $< 0,1 \text{ мм}$ ) – це внутрішні проміжки між частинками ґрунту, як правило, заповнені водою. Капіляри здатні інтенсивно поглинати воду та передавати її знизу до вверху, діють меніскові сили руху води. Руху вологи по капілярних щілинах зверху вниз не відбувається.

*Некапілярна пористість, або макроскопічна* ( $> 0,1 \text{ мм}$ ) – це проміжки між структурними агрегатами заповнені повітрям. Ця пористість характерна для добре оструктурених ґрунтів. Рух вологи у проміжках ґрунту відбувається під впливом гравітаційних сил тяжіння зверху вниз.

При розпушуванні ґрунту відбуваються зміни відстані між його агрегатами, а відповідно, зростає і об'єм некапілярної пористості. Капілярна пористість при цьому зменшується. Зворотні зміни об'ємів некапілярної і капілярної шпаруватості відбувається при ущільненні ґрунту.

Якщо в загальному об'ємі ґрунту велика кількість некапілярних проміжків, то такий ґрунт добре поглинає атмосферні опади, містить у собі багато повітря і характеризується високим повітрообміном. Негативним є те, що такий ґрунт втрачає велику кількість вологи, що негативно позначається для районів з недостатнім та нестійким зволоженням.

*Будова ґрунту* – це співвідношення між об'ємами твердої фази ґрунту і пористістю. Якщо у певному об'ємі ґрунту збільшується вміст твердої фази, то такий ґрунт більше ущільнюється і, навпаки, якщо збільшується пористість – розпушується.

На переушільнених ґрунтах відбувається недостатня аерація, низька біогенність, повільний розпад органічних сполук і низький вміст доступних для рослин поживних речовин.

У розпушеному ґрунті більш активно відбуваються процеси мінералізації, швидше створюється ефективна родючість. Але надмірне розпушення ґрунту призводить до порушення його структури і втрат гумусу.

Розпушеність ґрунту можна оцінити за співвідношенням об'ємів твердої фази і загальної пористості. Оптимально розпушеним для рослин є ґрунт з величиною цього відновлення 0,8–1,0, надмірно розпушеним –  $< 0,8$ , середньо-розпушеним – 1,0–1,3 і надмірно ущільненим – 1,5. В добре окультуреному ґрунті на пори, де міститься волога й повітря, повинно припадати до 50 % загального об'єму ґрунту.

*Питома маса* – це відношення маси абсолютно сухого ґрунту до маси води при  $4^{\circ}\text{C}$  у такому об'ємі, який займає його тверда фаза (без проміжків між частинками ґрунту). Вона залежить від механічного складу ґрунту і вмісту в ньому гумусу. У середньому питома маса ґрунтів (за винятком торф'янисто-болотного) коливається в межах 2,4–2,8 г/см<sup>3</sup>. Більша питома маса мінеральних ґрунтів зі значним вмістом кварцу – 2,6–2,8 г/см<sup>3</sup>. Питома маса гумусу й торфу становить 1,0–1,6 г/см<sup>3</sup>, тому ґрунти з підвищеним вмістом гумусу мають порівняно низьку питому масу – до 2,5 г/см<sup>3</sup>. Від запровадження агротехнічних заходів окультурення ґрунту (внесення добрив, запровадження сівозмін, обробітку ґрунту тощо) питома маса ґрунту фактично не змінюється.

*Щільність (об'ємна маса)* – це маса одиниці об'єму абсолютно сухого ґрунту з непорушеною будовою. В об'ємі ґрунту певна частина припадає на пори, які зайняті повітрям. Тому щільність ґрунту значно менше величини питомої маси його твердої фази.

На показники об'ємної маси ґрунту значною мірою впливають механічний склад, структурний стан, вміст гумусу, характер рослинності. Ця величина є динамічною в часі й просторі, особливо для верхнього оброблювального (орного) шару. При проведенні обробітку ґрунту суттєво змінюється його об'ємна маса, відбувається збільшення об'єму щілин (пор) заповнених повітрям, унаслідок чого зменшується щільність оброблювального шару ґрунту. Від щільності ґрунту залежать водний, повітряний і тепловий режими, а також його біологічна активність.

Розрізняють оптимальну щільність, за якої створюються сприятливі умови для росту й розвитку рослин, і рівноважну щільність – стійку середню щільність, властиву даному ґрунту, до якої він може самоущільнюватися або саморозпушуватися природнім шляхом. Самоущільнення ґрунту відбувається під впливом власної маси й атмосферних опадів, а саморозпушення – внаслідок набухання за зволоження ґрунту до фізичної стиглості, його замерзання й розмерзання, а також під дією коренів рослин та тварин, які живуть в ґрунті.

Найбільша оптимальна щільність для більшості культур суцільної сівби становить 1,0–1,3 г/см<sup>3</sup>, для просапних – 0,9–1,1 г/см<sup>3</sup>. У надмірно ущільненому ґрунті (1,5–1,6 г/см<sup>3</sup>) погіршується водний, повітряний та поживний режими, а в надмірно розпушеному (менше 0,9 г/см<sup>3</sup>) знижується схожість насіння й

розвиток первинної кореневої системи рослин унаслідок недостатнього контакту насіння з ґрунтом. Слід зазначити, що рослини в різні фази розвитку мають неоднакові вимоги до щільності ґрунту. Так, для зернових бажаною є дещо більша щільність на час сівби й утворення вторинних коренів, а дуже небажаним є переущільнення ґрунту після появи сходів.

Щільність (об'ємну масу) ґрунту визначають різними методами: методом циліндрів, фіксажним, вазеліновим, пісковим та за допомогою рідини. Найбільш поширений з них – метод циліндрів. Замірявши висоту тієї частини циліндра, яка заповнена ґрунтом і його діаметр, визначають об'єм ґрунту в циліндрі за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H, \quad (1.3)$$

де:  $V$  – об'єм ґрунту з непорушеною будовою, поміщений в циліндр,  $\text{см}^3$

$\pi$  – відношення довжини кола до його діаметру (3,14);

$D$  – діаметр циліндра,  $\text{см}$ ;

$H$  – висота ґрунту в циліндрі,  $\text{см}$ .

Об'ємну масу ґрунту розраховують за формулою:

$$d = \frac{P}{V}, \quad (1.4)$$

де:  $d$  – об'ємна маса ґрунту,  $\text{г/см}^3$ ;

$P$  – маса абсолютно сухого ґрунту в циліндрі,  $\text{г}$ ;

$V$  – об'єм циліндра,  $\text{см}^3$ .

На основі узагальнення результатів досліджень було встановлено оптимальну щільність (об'ємну масу) для різних типів ґрунтів (табл. 1.4).

**Таблиця 1.4. Рівноважна й оптимальна об'ємна маса ґрунту для польових культур**

| Ґрунти та їх гранулометричний склад | Об'ємна маса ґрунту, $\text{г/см}^3$ |           |           |
|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|
|                                     | рівноважна                           | зернових  | просапних |
| Дерново-підзолисті:                 |                                      |           |           |
| піщаний зв'язаний                   | 1,5–1,6                              | 1,25–1,35 | 1,4–1,5   |
| супіщаний                           | 1,3–1,4                              | 1,2–1,35  | 1,1–1,4   |
| суглинковий                         | 1,35–1,5                             | 1,1–1,3   | 1,0–1,2   |
| Дерново-карбонатний суглинковий     | 1,4–1,5                              | 1,1–1,25  | 1,0–1,2   |
| Сірий лісовий важко-суглинковий     | 1,4                                  | 1,15–1,25 | 1,0–1,2   |
| Чорнозем суглинковий                | 1,0–1,3                              | 1,2–1,3   | 1,0–1,3   |
| Каштановий суглинковий              | 1,2–1,45                             | 1,1–1,3   | 1,0–1,3   |
| Сірозем суглинковий                 | 1,5–1,6                              | 1,25–1,35 | 1,2–1,4   |

У даний час великої уваги надають вивченню впливу сільськогосподарських машин і агрегатів на ступінь ущільнення ґрунту. У польових дослідках на сірих лісових ґрунтах встановлено, що ущільнення орного шару з 1,1 до 1,5  $\text{г/см}^3$  зменшує міжагрегатну пористість з 63 до 44 %, унаслідок чого різко знижується інфільтрація води в шарі 0–30  $\text{см}$  з 71 до 62  $\text{мм}$ . Кращі умови для появи сходів буряків цукрових, пшениці озимої і кукурудзи створюються за щільності

посівного шару 1,22–1,32, а ячменю, сої й картоплі – 1,02–1,32 г/см<sup>3</sup>. Переушільнення ґрунту (понад 1,4 г/см<sup>3</sup>) знижує польову схожість пшениці озимої на 10 і кукурудзи майже на 40 %.

Встановлено, що 70 % ушільнення відбувається під час першого проходу трактора полем, тому важливо запроваджувати чітку маршрутизацію руху тракторів. Серійні гусеничні трактори ушільнюють ґрунт на глибину до 40–45, а колісні – 50–70 см. Ступінь ушільнення ґрунту під дією ходових систем тракторів залежить від рівня зволоження ґрунту. Дослідженнями встановлено, що збільшення або зменшення об'ємної маси ґрунту від оптимальної на 0,3 г/см<sup>3</sup> призводить до зниження урожаю на 20–40 %.

### 1.3.3. Окультурення ґрунту

Довготривала інтенсифікація та надмірна розораність призвели до загрозливого стану ґрунтів України. Основні чинники зниження агрономічно важливих властивостей ґрунту – недостатнє внесення органічних та мінеральних добрив, водна та вітрова ерозії, переушільнення ґрунту потужною важкою технікою. На території України нараховується 57,5 % ґрунтів сільськогосподарського призначення, що піддані ерозії й ці процеси продовжуються.

Підкислення, засолення та осолонцювання також несуть загрозу втрати якісних показників родючості ґрунтів. В даний час в Україні більше 20 % ґрунтів є кислими.

За останні 20 років вміст гумусу в ґрунтах України суттєво знизився і, в даний час середньозважений вміст гумусу складає близько 3,0 %. Найменший вміст гумусу у ґрунтах зони Полісся (2,3 %), найвищий – у зоні Степу (3,4 %).

У ґрунтах України переважає дуже низький та низький вміст азоту (більше 93 % обстежених полів), у тому числі в зоні Полісся – понад 90 %, Лісостепу – 94 % і Степу більше 93 % обстежених полів. Установлено, що накопичення сполук азоту, що легко гідролізується, у ґрунтах не спостерігається. Це пояснюється значним виносом його сільськогосподарськими культурами, втратами від ерозії і недостатнім поверненням його в ґрунт з органічними та мінеральними добривами.

Баланс поживних речовин у ґрунтах України від'ємний. Недотримується науково обґрунтоване співвідношення внесення поживних речовин. Застосування азотних добрив у загальному обсязі мінеральних добрив, які вносяться під сільськогосподарські культури, сягає майже 70 %. Це зумовлює формування урожаїв сільськогосподарських культур за рахунок втрати родючості ґрунтів. Отже, родючість ґрунту залежить не лише від його природних властивостей, а й від вирощуваних в ньому культур, рівня агротехніки, кліматичних умов, антропогенної діяльності й соціальних умов.

Зниження родючості ґрунтів відбувається за рахунок трьох основних процесів:

1. Антропогенна деградація (ерозія викликана людиною, вторинне засолення, вторинне заболочення).

2. Виснаження ґрунту (зменшення запасів гумусу та поживних речовин, зменшення корисної мікрофлори тощо).

3. Стомлення ґрунту (накопичення в ньому токсичних речовин викликаних внесенням надлишкових хімічних засобів, запровадження неправильних сівозмін та монокультури тощо).

Тому в виробничих умовах необхідно не лише використовувати природні земельні угіддя, а й розробляти заходи, направлені на збереження та відтворення родючості ґрунту. *Окультуренням ґрунту називають* систему заходів спрямовану на збереження і розширене відтворення його родючості, а також створення умов її реалізації. *Окультурений ґрунт* – це ґрунт, який у процесі використання набуває нових генетичних і агрономічно цінних властивостей. Ці властивості визначаються сукупністю дії агротехнічних, агрохімічних та економічних показників. Відтворення родючості є розширеним, простим та неповним.

1. Розширене відтворення родючості – це поліпшення сукупності властивостей ґрунту, які притаманні природній родючості.

2. Просте – це відсутність помітних властивостей поліпшення ґрунту, які впливають на його родючість.

3. Неповне – це погіршення властивостей ґрунту, які впливають на його родючості. Такий стан має негативні наслідки в природному й соціально-економічному відношенні.

Усі заходи, які використовують для окультурення ґрунтів об'єднують у чотири групи: біологічні, агрохімічні, агрофізичні та меліоративні.

*Біологічні заходи* – це окультурення ґрунту завдяки впливу на нього культурних рослин за правильного чергування їх у сівозміні. Кореневі та післяжнивні рештки вирощуваних культур збільшують у ґрунті вміст органічної речовини, що є джерелом гумусу та поживних речовин. Під впливом бобових культур, особливо багаторічних трав, у ґрунті формується бездефіцитний баланс азоту, а під впливом люпину, гречки, гірчиці збільшуються запаси рухомих фосфатів.

До біологічних заходів окультурення ґрунту належить також використання бактеріальних препаратів та сидератів (вирощених рослин на зелене добриво).

*Агрохімічні заходи* – це окультурення ґрунту за рахунок внесення органічних і мінеральних добрив. Особливо ефективні в окультуренні ґрунту органічні добрива, а також поєднання органічних і мінеральних одночасно. За систематичного використання добрив значно підвищується окультуреність і родючість ґрунтів. Для окультурення кислих ґрунтів важливим заходом є вапнування, а засолених – гіпсування.

Під дією добрив та хімічної меліорації значно збільшуються запаси поживних речовин у ґрунті, зростає вміст гумусу, поліпшуються його фізичні властивості й умови життєдіяльності мікроорганізмів, підвищується вміст гумусу, поліпшується його фізичні властивості й умови життєдіяльності мікроорганізмів, підвищується вміст поживних речовин і вуглекислого газу, знижується засоленість і кислотність.

*Агрофізичні заходи* – це окультурення ґрунту за рахунок упровадження зональних систем основного і передпосівного обробітку та обробітку по догляду за рослинами, під впливом яких змінюється ступінь ущільнення й розпушення ґрунту, а також вміст у ньому вологи і повітря. Від співвідношення вологи й повітря в ґрунті залежать його теплоємність і теплопровідність, а також життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, які сприяють нагромадженню доступних для рослин форм поживних речовин. Обробіток ґрунту впливає на видовий склад та ступінь забур'яненості полів, структурність і водопроникність ґрунту, а також інтенсивність проявів ерозійних процесів. До агрофізичних заходів належать періодичне поступове поглиблення оброблюваного шару ґрунту з одночасним внесенням органічних добрив, вапнування і гіпсування.

*Меліоративні заходи* – це окультурення ґрунту пов'язане з докорінним поліпшенням ґрунту, дія якого проявляється протягом багатьох років. До цих заходів належать водна меліорація (зрошення, осушення, двостороннє регулювання водного режиму), біологічна меліорація (агролісомеліоративні заходи, сидерація, рекультивація порушених земель), хімічна меліорація (вапнування кислих і гіпсування засолених ґрунтів), агрофізична меліорація (штучне оструктурування ґрунтів, захист ґрунтів від ерозії).

Високу результативність окультурення ґрунтів отримують при застосуванні комплексу меліоративних заходів. За таких умов дія окремих заходів поліпшує і посилює дію інших факторів, які також слід регулювати. Це необхідно враховувати під час розробки зональних систем землеробства не лише для певного регіону, а навіть у межах одного господарства.

#### **1.4. Екологічні умови життя рослин та методи їх регулювання**

Екологія рослин – це навчальна дисципліна і наука, яка вивчає й досліджує відношення та вимоги рослин до умов навколишнього середовища, зокрема до умов світлового, теплового, повітряного, поживного та водного режимів. Вирощувані рослини неоднаково реагують на умови життя протягом свого росту, розвитку й періоду формування продуктивності. Деякі добре ростуть на нейтральних або слабокислих чи слаболужних ґрунтах, інші добре ростуть на кислих чи солончакуватих ґрунтах. По-різному вони реагують на зволоження ґрунту, його поживний та тепловий режими, освітленість, агрофізичні властивості ґрунту тощо. Тому в землеробстві слід враховувати загальний екологічний стан агроландшафтів кожного поля сівозміни, біологічні особливості вирощуваних культур з метою реалізації біологічного потенціалу сільськогосподарських рослин. Власне, технологія вирощування – це створення відповідних екологічних умов для вегетації рослин, реалізації їх біологічного потенціалу продуктивності, якості й екологічної безпечності вирощеної продукції.

### 1.4.1. Водний режим ґрунту та методи його регулювання

Вода в ґрунті потрібна для:

1. *Проростання насіння.* Встановлено, що для отримання повноцінних і дружніх сходів зернові колосові (пшениця озима і яра, ячмінь озимий і ярий, жито, овес) культури потребують 45–55 % води від своєї маси, гречка й кукурудза – 40–45 %, соняшник, ріпак, ріжій, конопля, мак олійний – 50–60 %, зернобобові (горох, соя, кормові боби, сочевиця, квасоля, люпин, конюшина) – 95–110 %, буряки цукрові – 120–140 %.

Встановлено, що задовільною кількістю доступної вологи в оброблювальному шарі (0–20 см) на чорноземних ґрунтах у період сівба-сходи пшениці озимої є 21–30 мм, за якої посіви мало залежать від осінніх опадів. При запасах вологи 11–20 мм більшість насіння проростає, але сходи бувають нерівномірними, і за відсутності дощів упродовж декади й більше стан посівів погіршується. Причому, ефективність використання низьких запасів вологи проростаючим насінням залежить від фізичного стану ґрунту. Запаси доступної вологи в кількості 1 мм на 1 см ґрунту вважається не задовільними й спричиняють різке погіршення стану посівів (В. П. Гордієнко, 2008). За таких умов слабо розвиваються вузлові корені, зменшується кількість стебел і число колосків у колосі. Добрий стан рослин спостерігається при запасах доступної вологи в 0–20 см шарі ґрунту на рівні 30–40 мм. У фазу виходу в трубку-цвітіння запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунту менше 100 мм погіршують стан посівів і знижують урожай. Добрий стан посівів зернових культур і високі врожаї бувають при запасах доступної вологи у метровому шарі 120–150 мм і більше.

2. *Розчинення мінеральних і органічних речовин у ґрунті.* Абсолютно чистої води в оброблювальному шарі ґрунту не буває. Вода і розчинені в ній мінеральні та органічні речовини утворюють ґрунтовий розчин – найбільш рухома та активна частина ґрунту. Із нього рослини безпосередньо використовують воду й поживні речовини. Склад і концентрація ґрунтового розчину досить динамічні й залежать від різних біологічних, хімічних і фізико-хімічних процесів. Велике значення мають такі показники ґрунтового розчину, як концентрація та осмотичний тиск. Якщо концентрація ґрунтового розчину вища 0,3–0,5 %, рослина гине (І. У. Марчук, 2002).

3. *Транспірації та інших фізіологічних процесів у рослині.* Транспірація – фізіологічний процес випаровування води живими рослинами. Даний показник вимірюється коефіцієнтом транспірації. Коефіцієнт транспірації – кількість води, яку витрачає рослина на створення одиниці сухої речовини. На транспірацію рослин витрачається 90–95 % увібраної рослиною води з ґрунту, а на фотосинтез тільки 5–10 %. Найнижчим коефіцієнтом транспірації характеризуються такі культури як просо, сорго, кукурудза – 200–450, зернові колосові займають середнє положення – 400–600. Найвищі коефіцієнти мають льон і багаторічні бобові трави (конюшина, люцерна та ін.) – 800–1000 і навіть більше.

4. *Фотосинтезу.* Це процес утворення зеленими рослинами органічних речовин з вуглекислого газу й води за допомогою світлової енергії, що

поглинається хлорофілом. У процесі фотосинтезу в рослині відбувається перетворення світлової енергії на енергію хімічних зв'язків. Так, при засвоєнні однієї грам-молекули  $\text{CO}_2$  і необхідної кількості води в рослині нагромаджується 112 ккал енергії, за рахунок якої рослини ростуть і розвиваються. Фотосинтез є основним процесом новоутворення органічної речовини на Землі. Інтенсивність фотосинтезу залежить від освітлення, мінерального живлення, водного обміну та інших факторів.

5. *Життєдіяльності мікроорганізмів.* До мікроорганізмів відносять бактерії, актиноміцети, мікроскопічні гриби та водорості тощо. Багато мікроорганізмів у верхньому шарі ґрунту (до 2–3 млрд у 1 г ґрунту), воді та повітрі. Близько 70 % ґрунтової мікрофлори припадає на бактерії. Серед них целюлозоруйнуючі – аеробні і анаеробні (беруть активну участь у мінералізації рослинних і тваринних решток у ґрунті), амоніфікуючі – розкладають складні органічні азотисті сполуки з утворенням аміаку, нітрифікуючі бактерії, які окислюють аміак у азотисту кислоту, а азотисту – в азотну, денітрифікуючі – відновлюють нітрати до молекулярного азоту, азотфіксуючі бактерії – азотобактер, клострідіум і бульбочкові бактерії.

У великій кількості в ґрунті зустрічаються актиноміцети, які беруть участь у розкладанні клітковини й гумінових речовин. Між ґрунтом і мікроорганізмами існують складні взаємовідносини, що склалися у процесі еволюції. Кількісний і якісний склад цих ценозів визначається типом ґрунту й тими природними умовами, в яких він знаходиться. Крім того, мікроорганізми продукують ряд фізіологічно активних речовин – ауксини, вітаміни, амінокислоти, які стимулюють ріст і розвиток вищих рослин, а також ферментів, які є каталізаторами процесів гідролізу й синтезу органічної речовини. Значна роль належить мікроорганізмам у розкладанні органічної речовини, синтезу гумусових речовин. Це, відбувається за сприятливих теплових, поживних, повітряних та водних властивостей ґрунту. Мікроорганізми можуть жити та розмножуватися лише за наявності вільної води, яка знаходиться в ґрунті у краплинно-рідкому стані. За нестачі води в ґрунті пригнічуються такі важливі процеси, як нітрифікація та симбіотична азотфіксація. Тому при оцінці впливу посухи на сільськогосподарські культури не варто недооцінювати й вплив водного стресу на ґрунтові мікроорганізми та процеси, що здійснюються ними.

**Водний баланс та водний режим ґрунту.** *Водний баланс* – це сукупність всіх видів надходження вологи в ґрунт та її витрачання з певного шару за певний проміжок часу. Водний баланс ґрунтів розраховують за результатами вимірювання прибуткових і витратних статей, виражених у міліметрах, тонах або  $\text{м}^3$  водного шару. Основними статтями надходження вологи в ґрунт є атмосферні опади, надходження вологи з ґрунтових вод та зрошення.

Найбільшими статтями приходу вологи в ґрунт є атмосферні опади у вигляді дощу та снігу. За ступенем зволоження території України поділяється:

1. *Зона достатнього зволоження*, де за календарний рік випадає близько 600 і більше міліметрів опадів. До цієї зони належать Українське Полісся з Чернігівською, Житомирською, Волинською, Львівською, Рівненською, Тернопільською та Київською областями.

2. *Зона нестійкого зволоження*, де випадає від 450 до 550 мм опадів за рік. Зона Лісостепу займає центральну частину України й складає більше як третину її території (33,6 % або більше 20,3 млн. га). Лісостеп включає Черкаську, Полтавську, Вінницьку, Тернопільську, Хмельницьку, східні райони Львівської, Івано-Франківської й Чернігівської, південні райони Рівненської, Житомирської, Київської, північні райони Кіровоградської, Одеської та Харківської областей.

3. *Зона недостатнього зволоження*, де випадає 350–400 і менше міліметрів опадів. За календарний рік така кількість опадів випадає у Степовій зоні, яка займає південну та південно-східну частину України. Її площа сягає близько 25 млн. га, що становить 46,5 % площі сільськогосподарських угідь країни.

Для зволоження ґрунту більше значення мають осінні, зимові та весняні опади, оскільки літні дощі часто випадають у вигляді злив і волога недостатньо вбирається ґрунтом.

Другим джерелом надходження води до кореневмісного шару ґрунту є ґрунтові води. Від глибини залягання ґрунтової води залежить ефективність її використання.

*Глибина залягання ґрунтових вод* – це відстань від поверхні ґрунту до дзеркала ґрунтових вод. Ґрунтові води, які знаходяться на глибині більше трьох метрів від поверхні ґрунту, не приймають участі у наповненні капілярних щілин водою. Це негативно впливає на водозабезпеченість рослин і, як наслідок, на їх продуктивність. Накопичення ґрунтових вод та водоутримуюча здатність залежить від кількості опадів, механічного та структурного стану ґрунту, вмісту органічних речовин, а також від біологічних особливостей вирощуваних культур. Встановлено, що найбільшу водоутримуючу здатність мають ґрунти середнього та важкого гранулометричного складу, оскільки ґрунтові частинки мають велику загальну площу поверхні, а об'єм капілярних щілин (пор) дуже великий. Корисна водоутримуюча здатність суглинкових ґрунтів складає від 1,7 до 2,0 мм на 1 см глибини, тоді як у піщаних ґрунтів ця здатність сягає менше 1 мм на 1 см глибини ґрунту. Ґрунти з низькою водоутримуючою здатністю – це посушливі ґрунти. Для таких ґрунтів необхідні часті дощі або зрошення.

Ґрунт, який здатний утримувати 1,7–2,0 мм доступної води на 1 см ґрунту може вмішувати половину необхідної води для вирощування кукурудзи на зерно на родючих чорноземних ґрунтах. Якщо у шарі ґрунту глибиною 150 см у посівний період кукурудзи міститься 250 мм доступної вологи, то для отримання урожайності зерна понад 10 т/га протягом вегетації знадобиться ще 250 мм у вигляді опадів чи зрошення.

Важливе значення має не лише кількість води, але й глибина на якій знаходиться ця вода. Піщані ґрунти товщиною понад 1 м накопичують і зберігають вологу на значній глибині – більше 1 м. Такі ґрунти мають низьку капілярну здатність і в них відбувається несприятливе водозабезпечення вирощуваних культур, коли їх коренева система ще не досягла зволжених шарів ґрунту. Тому рослини на таких ґрунтах потерпають від посухи навіть через те, що їх корені не можуть дістати доступну для себе вологу.

Ступінь вологозабезпечення території за окремі періоди року можна оцінювати за *гидротермічним коефіцієнтом (ГТК)* запропонованим метеорологом Селяниновим, який обчислюють за такою формулою:

$$\text{ГТК} = \frac{\sum r \cdot 10}{\sum t}, \quad (1.5)$$

де:  $\sum r$  – сума опадів за вегетаційний період ( $t$  вище  $10^\circ \text{C}$ ), мм;

$\sum t$  – сума активних температур ( $t$  вище  $10^\circ \text{C}$ ).

Величина ГТК 1,6 і вище – зона надмірного зволоження, 1,6–1,3 – зона достатнього зволоження, 1,3–1,0 – зона недостатнього зволоження, 1,0–0,7 – дуже посушлива зона, 0,4 – і менше – напівпустеля й пустеля.

Отже, забезпеченість рослин доступною вологою в польових умовах залежить від суми опадів та надходження вологи з нижніх шарів ґрунту. За оцінкою зволоженості ґрунтів протягом вегетаційного періоду варто визнати, що тільки в зонах Полісся та Західному та Правобережному Лісостепу України зволоження наближається до необхідного рівня. На всій іншій території України спостерігається нестача вологи.

Отже, у зв'язку з прогнозованими змінами клімату відбувається негативний рівень зволоження всієї частини високопродуктивних земель зони Лісостепу і Степу. Це змушує товаровиробника запроваджувати зрошення, як додаткове джерело надходження вологи до кореневмісного шару ґрунту. Проте, наслідком реалізації біологічно оптимальних режимів зрошення в практиці зрошуваного землеробства, є розвиток деградаційних процесів у ґрунтах – вторинне засолення, осолонцювання, знеструктурення, ущільнення тощо. Поряд з цим, зрошення призводить до підняття рівня підґрунтових вод і необхідності створення системи штучного дренажу й утилізації дренажно-скидних вод. Головною причиною перерахованих недоліків зрошення є подача на поля надлишкових об'ємів води, якість якої в більшості випадків не відповідає вимогам діючих нормативів. Окрім цього, подача надлишкових об'ємів води обумовлена недосконалістю існуючих науково-методичних вказівок щодо формування режимів зрошення та порушенням технологій зрошення внаслідок низького рівня його організації.

Таким чином, прибуткова частина водного балансу включає надходження вологи з опадами ( $B_{on.}$ ), з підґрунтових вод ( $B_{gp.}$ ) та зрошення ( $B_{зр.}$ ). Волога, яка надійшла з водяної пари, в результаті поверхневого притоку води не впливає суттєво на підвищення продуктивності вирощуваних культур.

Витратна частина водного балансу ґрунту здійснюється через випаровування, яке диференціюється на випаровування *фізичне* (самим ґрунтом) і *транспіраційне* (рослинами у процесі їх життєдіяльності). Окрім цього, воду споживає та випаровує все інше живе населення ґрунту. Транспіраційне та фізичне випаровування об'єднується у поняття *випаровування сумарне* або *загальне*.

Швидкість фізичного випаровування води з ґрунту залежить від його вологості й кольору, характеру випаровуючої поверхні та гранулометричного складу ґрунту, рельєфу й експозиції схилів тощо. Зі збільшенням вологості ґрунту випаровування зростає. При повній польовій вологоємності весною за відносно сухої вітряної погоди за добу випаровується від 80 до 100 т/га вологи. У цей період відбувається капілярний механізм випаровування вологи в формі краплинно-рідкої вологи. За вологості в 60 % і менше від найменшої польової вологоємності відбувається дифузний механізм втрати вологи (перетворення води в пароподібний стан у товщі ґрунту). Для цього доцільно провести, наприклад, боронування щоб порушити капілярність верхнього шару ґрунту, створити мульчувальний шар ґрунту, що значно зменшить втрату вологи.

Встановлено, що з нерівної поверхні (на полі проведена оранка) випаровування вологи відбувається інтенсивніше, ніж з рівної. Адже нерівна поверхня поля завжди має більшу поверхневу площу. Крім того, над шорсткою поверхнею сильніше відбувається турбулентне перемішування парів води, ніж на рівному полі. Піщані ґрунти випаровують вологи менше, ніж глинисті й ця різниця зростає зі збільшенням частинок піску. При діаметрі піщинок більше 2 мм випаровування практично не відбувається.

Рельєф місцевості зумовлює швидкість вітру та різницю в температурі ґрунту. На підвищеннях рельєфу швидкість вітру більша, ніж у низинах, внаслідок чого швидкість випаровування більша. Схили південної експозиції прогріваються швидше, ніж північні, тому випаровування на південних схилах відбувається інтенсивніше.

Вода є одним з основних рівнозначних і незамінних факторів життя рослин. Важливо, щоб відбувався постійний водний обмін, який об'єднує процеси поглинання води, її переміщення й розподіл в організмі рослин та випаровування в навколишнє середовище. Вміст води у тканинах рослин досягає 70–80 %, а в молодих клітинах і тканинах – понад 90 %.

Поглинання води рослинами з ґрунту розпочинається при взаємодії насіння з ґрунтовим середовищем (набухання насіння). Проникаючи у насіння вода взаємодіє зі сполуками, які містяться в ньому, а з утворенням під час проростання насіння первинної кореневої системи розпочинається поглинання води й поживних речовин з ґрунту.

Встановлено, що поглинання води й переміщення її вгору по стеблу відбувається за допомогою двох факторів: кореневого тиску, або так званого

нижнього кінцевого двигуна і всмоктувальної сили транспірації, або верхнього кінцевого двигуна.

Швидкість переміщення води з ґрунту в рослину, а потім в атмосферу визначається чотирма процесами:

1. Переміщення води з ґрунту через протоплазму клітин адсорбуючих корінців у судинну систему рослин.
2. Переміщення із судин через протоплазму листових клітин обмежувальних продихів.
3. Притоком енергії, яка може бути використана для випаровування води в продихах із поверхні листя.
4. Переміщення водяних парів з продихів у навколишнє середовище шляхом дифузії та конвенції.

Поглинання води кореневою системою залежить від осмотичних сил, обміну речовин, дихання та стану біоколоїдів. Вода в рослинах перебуває у різному стані. Частина її входить у структуру органічних сполук. Це – структурна вода. Є вода, яка міцно зв'язана з біоколоїдами, є осмотична, яка з більшою силою утримується осмотичними силами та не здатна бути розчинником і замерзає за нижчої температури. У вакуолях клітин і судинах міститься вільна вода, яка слабо утримується ними й переміщується з одних клітин і органів у інші під регулювальним впливом внутрішніх процесів або зовнішньої дії. Присутність у рослинах вільної води дуже важливо, адже така вода витрачається на охолодження рослин у процесі транспірації, з нею переміщуються солі з ґрунту. Вільна вода також відіграє важливу роль у фізіолого-біологічних процесах, діленні клітин і рості рослин.

Листова поверхня рослин здатна поглинати пари з повітря. За низької відносної вологості повітря (40–50 %) листя картоплі і томатів поглинають з повітря 1–2 г/дм<sup>3</sup> вологи за годину, а за підвищеної (95–100 %) – до 6 г.

Суттєвий вплив на інтенсивність поглинання й переміщення води в рослинах має аерація та дихання кореневої системи. *Аерація ґрунту* – це постійний обмін між ґрунтовим і атмосферним повітрям (повітрообмін). Вода надходить у рослини завдяки всмоктувальній силі живих клітин листків, у яких внаслідок транспірації та послаблення тургору спостерігається постійний дефіцит води. При високому рівні фотосинтезу приплив асимілянтів у кореневу систему посилюється, внаслідок чого зростає всмоктувальна сила коренів.

За оптимальних умов зволоженості ґрунту в середині вегетації рослин осмотичний тиск у клітинах порівняно невисокий: у пшениці, соняшника – 12–15 кг/см<sup>2</sup>, у картоплі і томатах – 8–10, а моркви і капусти – 6–8 кг/см<sup>2</sup>. Проте, завдяки достатній кількості води концентрація ґрунтового розчину знижується й вода з ґрунту вільно та в оптимальній кількості надходить у рослину.

Відомо, що вода, яка надходить у рослини, безперервно витрачається ними у процесі життєдіяльності, при цьому важлива роль належить транспірації. Транспірація – це не простий фізичний процес, а складне біологічне явище пов'язане з багатьма функціями рослинного організму. Кількість води, яку витрачає рослина на випаровування, значно більше необхідного мінімуму.

Транспірація дозволяє рослинам уникнути перегріву від сонячного випромінювання. Поглинання води становить близько 40–50 % від загальної кількості, тоді як на фотосинтез використовується лише 0,5–2,0 %.

*Транспірація* – це процес випаровування води рослинами в атмосферу. Найбільша кількість води у рослинах спостерігається у ранковий період, здебільшого під час роси. У денні часи, особливо в період найбільшої інсоляції, транспірація різко зростає й кількість води в тканинах рослин зменшується до мінімальних величин.

Випаровування води рослинами на 80–90 % відбувається через відкриті листкові продихи, а також через кутикули (кутикулярна транспірація), величина останньої різко збільшується при суховіях (до 10–20 %). Встановлено, що транспірація послаблюється в тих рослин, листова поверхня яких покрита воском, більш товстою кутикулою і волосками.

Інтенсивність транспірації перебуває в прямій залежності від вмісту вільної води у рослинах. У ранкові й вечірні години, а також у похмурі дні, за низької інтенсивності сонячної радіації, транспірація відбувається повільно й не стільки за рахунок променистої енергії сонця, скільки за рахунок енергії, отриманої листовою поверхнею із зовнішнього середовища в результаті теплообміну.

*Інтенсивність транспірації* – випаровування води з одиниці площі листової поверхні за одиницю часу. Потреба культур у воді характеризується кількістю її витрат шляхом транспірації на створення одиниці сухої маси сполуки. Цей показник отримав назву *транспіраційний коефіцієнт*.

Кількість сухих сполук, які утворюються на одиницю маси спожитої рослинами води, *називають продуктивністю транспірації*.

Величина транспіраційного коефіцієнта (ТК) змінюється залежно від культури і фази її розвитку. За величиною транспіраційного коефіцієнта рослини поділяються на три основні групи:

- посухостійкі – сорго, соняшник, просо, кукурудза, суданська трава. В цих культур транспіраційний коефіцієнт перебуває у межах 250–300;
- середньо-посухостійкі – озимі (пшениця, жито, ячмінь), ярі (ячмінь, пшениця, овес). У цих культур транспіраційний коефіцієнт перебуває у межах 350–400;
- вологолюбні – буряки цукрові та кормові, капуста, картопля, багаторічні та однорічні трави у яких найвищий транспіраційний коефіцієнт – 700 і більше.

Наприклад, кукурудза при урожайності 9,0 т/га зерна і 13,5 т/га стебел використовує:  $22,5 \text{ т/га} \times \text{ТК } 300 = 6,75 \text{ тис. т/га води}$ , або 675 мм опадів.

Середньо-посухостійкі й вологолюбні рослини вбирають з ґрунту значно більшу кількість вологи порівняно з посухостійкими. Наприклад, одна рослина пшениці озимої за вегетаційний період потребує 350 кг води, за один сонячний день витрачається 50 г води на кожну рослину. За рахунок використання 1 кг води рослини створюють 2–3 г маси сухих сполук (речовин).

Величину транспіраційного коефіцієнта можна зменшити за рахунок поліпшення умов живлення рослин шляхом внесення добрив, особливо органічних та фосфорних, а також шляхом регулювання водно-повітряного режиму ґрунту. Позитивно діє на водний режим високий рівень азотного

живлення протягом вегетації. Встановлено, що раннє підживлення азотними добривами супроводжується негативними змінами водного режиму рослин, зменшується вміст колоїдно зв'язної води при підвищенні осмотичного тиску клітинного соку. У той час пізнє азотне підживлення позитивно впливає на процеси водного режиму в рослинах.

Поряд з цим, у рослин виділяють критичні періоди до вологи:

- зернові колосові (пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале) – вихід у трубку – колосіння;
- кукурудза – за 10 днів до утворення мітелки (чоловічі генеративні органи) – 20 днів після цвітіння;
- соняшник – утворення кошиків – цвітіння;
- зернобобові (соя, горох, сочевиця, нут тощо) – бутонізація – цвітіння.

Отже, ураховуючи основні джерела надходження та витрати вологи в ґрунті, загальне рівняння водного балансу можна виразити такою формулою:

$$B_{оп} + B_{гр} + B_{зр} = E_{гр} + E_{рос} + E_{ж.орг}, \quad (1.6)$$

де:  $B_{оп}$  – надходження вологи з опадами;

$B_{гр}$  – кількість вологи, яка надійшла з ґрунтових вод;

$B_{зр}$  – кількість вологи, яка надійшла під час зрошення;

$E_{гр}$  – кількість вологи, яка витрачена з ґрунту (фізичне використання);

$E_{рос}$  – випаровування рослинами;

$E_{ж.орг}$  – споживання та випаровування вологи живим населенням ґрунту (мікроорганізми, дощові черв'яки тощо).

*Водний режим ґрунту* – це сукупність явищ надходження води в ґрунт, її переміщення, збереження, зміни фізичного стану й витрати з ґрунту. Кількісно його виражають через водний баланс, який характеризує надходження вологи до ґрунту та її витрачання.

Водний режим значно залежить від водно-фізичних властивостей ґрунту. Так, максимально можливі запаси доступної вологи в метровому шарі ґрунтів Полісся коливаються в межах від 200–220 в мулистопіщаних та легкосуглинкових і до 70–110 мм у піщаних. У Лісостепу в сірих лісових і чорноземних ґрунтах – від 180 до 200 мм, у Степу в чорноземах звичайних і південних – 150–170 мм, у каштанових ґрунтах – 120–150 мм.

Забезпеченість рослин вологою залежить не лише від кількості атмосферних опадів, а й кількості вологи, яка може випаровуватися з ґрунту. Тому характер водного режиму визначається співвідношенням між кількістю опадів і випаровуваністю, тобто, найбільшою кількістю вологи, яка може випаровуватися з відкритої водної поверхні або ж поверхні постійно перезволоженого ґрунту за даних кліматичних умов за певний проміжок часу. Випаровування з відкритої водної поверхні по всій території України в холодну пору року становить від 75 до 100 мм, у теплу – у Лісостеповій зоні – близько 400 мм, у напрямі на південь випаровування збільшується й досягає 1000 мм.

Отже, водний режим ґрунту залежить від кліматичних та погодних умов місцевості, властивостей та типу ґрунту, характеру рослинного покриву, біологічних особливостей вирощуваних культур і технології їх вирощування.

Наявність доступної води в ґрунті є однією з найважливіших умов його родючості. Ґрунт – практично єдине джерело води для рослин. Нестача води в ґрунті, як і надмірне його зволоження, негативно позначається на розвитку рослин і значно знижує їхній врожай. Тому створення сприятливого для культурних рослин водного режиму ґрунту є одним з основних завдань землеробства. Найкращий водний режим створюється на ґрунтах із зернисто-дрібногрудочковою структурою, а найгірші – на розпиленних, глинистих і піщаних ґрунтах. У землеробстві розрізняють п'ять основних типів водного режиму ґрунтів:

- мерзлоталий – характерний для районів вічної мерзлоти, де ґрунт відтає (розмерзається) на глибину 1–2 м, а глибше залишається мерзлий шар;
- промивний – має місце в районах Полісся, де кількість опадів перевищує витрати води над випаровуванням і всі шари ґрунту промокають на всю глибину, аж до підґрунтових вод;
- періодично-промивний – характерний для Лісостепової зони, де середня багаторічна кількість опадів дорівнює випаровуванню. У зв'язку з періодичністю погодних умов в окремі вологі роки всі шари ґрунту звожуються на всю їхню глибину, а в інші роки звожуються лише верхні шари ґрунту;
- непромивний тип водного режиму спостерігається в районах недостатнього зволоження (зона Степу України), де підґрунтові води залягають на глибині 10 і більше метрів;
- випітний – має місце в посушливих районах на знижених елементах рельєфу при відносно неглибокому заляганні підґрунтових вод (3–4 м). Якщо підґрунтові води мають надлишковий вміст солей, то такий тип водного режиму приводить до засолення ґрунту.

Нагромадження і утримання води ґрунтом залежить від агрофізичних та водних властивостей, зокрема водопроникності, вологоємності та водопідіймальної здатності. Всі ці властивості пов'язані з механічним складом, вмістом органічної речовини в ґрунті (особливо гумусу) та структурою ґрунту. Легкі піщані та супіщані ґрунти мають високу водопроникність, швидко й майже повністю вбирають талі води й вологу літніх опадів. Проте ці ґрунти характеризуються незначною вологоємністю і утримують мало води в своїй товщі. Водопідіймальна здатність цих ґрунтів також незначна. Вода може підійматися по капілярах не вище ніж на 40–60 см від рівня підґрунтових вод.

Суглинкові й глинисті ґрунти характеризуються значно більшою вологоємністю і кращими властивостями. Це пояснюється більшим вмістом глинистих частинок і гумусу.

Структурний ґрунт, який складається з дрібних водостійких грудочок, не запливає і не утворює міцної поверхневої кірки, він повніше вбирає й краще зберігає в собі вологу. В такому ґрунті вода легко проникає крізь великі щілини (пори) і швидко вбирається грудочками, звільнюючи місце для повітря. Безструктурні, розпилені ґрунти мають дуже обмежену водопроникність. Значна частина дощових і талих вод не встигає вбиратися ґрунтом і стікає по схилах в яри та балки, спричиняючи ерозію ґрунту. Надходження води в суглинкові та глинисті ґрунти значною мірою залежить від стану їхньої поверхні, ступенем

розпушеності оброблювального шару. Глибоко оброблений, рихлий ґрунт нагромаджує значно більше вологи, ніж ущільнений, цілинний. Загальна кількість вологи, яку утримує ґрунт, визначається його вологоємністю, яка поліпшується наявністю органічної речовини (внесення гною, компостів, побічної продукції рослинництва, сидератів тощо). Найбільші запаси вологи в ґрунті здебільшого бувають весною, після його розмерзання та танення снігу. Протягом теплого періоду запаси вологи зменшуються і найменші запаси доступної вологи бувають у липні-вересні. Основними факторами витрати вологи у цей період є транспірація води рослинами та фізичне випаровування поверхнею ґрунту. Частина нагромадженої вологи, особливо на легких ґрунтах, витрачається на інфільтрацію – проникнення вологи у підґрунтя до підґрунтових вод.

За вирощування різних сільськогосподарських культур вологість ґрунту знижується неоднаково. Найінтенсивніше використовують вологу й висушують ґрунт багаторічні бобові та злакові трави, буряки цукрові, соняшник, кукурудза; значно менше – просо, гречка, горох, картопля. Глибина висушування ґрунту залежить від розміщення кореневої системи. У Лісостепових і Степових районах України зернові колосові культури використовують вологу з глибини 1,5–2,0 м, буряки цукрові, соняшник, кукурудза – 2,0–3,0 м, люцерна, еспарцет до 4,0 і більше метрів. Правильне чергування культур у сівозміні, своєчасна сівба, знищення бур'янів та удобрення дають можливість раціонально використовувати вологу з усіх шарів ґрунту.

**Водні властивості ґрунту.** Для накопичення і збереження вологи в ґрунті велике значення мають його водні властивості. Здатність ґрунту поглинати вологу залежить від ступеня дисперсності, механічного, мінерального та хімічного складу ґрунту, а також від вмісту в ньому гумусу. Основними властивостями ґрунту, які визначають його водний режим, є вологоємність, водопроникність та капілярність.

*Вологоємність* – це здатність ґрунту вбирати й утримувати в собі вологу. Вона залежить від гранулометричного, мінералогічного й хімічного складу ґрунту, вмісту гумусу, зволоженості, щільності й ступеня окультурення, температури ґрунту й повітря. В агрономічній практиці найважливішими є такі види вологоємності: повна, найменша або польова, капілярна, стійкого в'янення рослин.

*Повна вологоємність* – це кількість води, яку ґрунт може вмістити й утримувати в усіх проміжках (капілярних і некапілярних щілинах). Встановлено, що 100 г глинистих ґрунтів утримують 60–80 г води, а 100 г піщаних – 15–20 г.

*Найменша або польова вологоємність* – це кількість води, яку ґрунт утримує після повного зволоження й вільного стікання зайвої води в нижні шари. Найменша вологоємність залежить від гранулометричного та структурного складу ґрунту, а також вмісту органічних речовин у ньому. Її абсолютно масова величина у піщаних ґрунтах становить 5–10 %, супіщаних – 6–15, суглинкових – 25–35, глинистих – 40–50, торфових – 100 % і більше. У виробничих умовах оптимальна вологість ґрунту для більшості сільськогосподарських культур

становить 65–80 %, а частіше – 70–75 %, для зернових колосових – 65–75 %, для овочевих – 75–85 % від найменшої або польової вологості.

*Капілярна вологості* – це здатність ґрунту утримувати найбільшу кількість води в капілярних щілинах у разі капілярного зв'язку з ґрунтовою вологою, за рахунок якої вона поповнюється. Ця вологості може становити від 25 до 50 % маси сухого ґрунту, залежно від вмісту в ньому органічної речовини.

*Вологості стійкого в'янення рослин* – це стан вологості за якого волога стає недоступною для рослин і вони починають в'янути навіть при розміщенні їх в атмосфері насиченій водяною парою. Це міцно зв'язана недоступна волога рослинам. Вологості стійкого в'янення у підзолистих піщаних і легкосуглинкових ґрунтах становить 3–6 %, у чорноземах супіщаних і легкосуглинкових – 4–8, середньо- і важко-суглинкових – 9–15 і глинистих – до 16–22 % маси сухого ґрунту.

*Водопроникність* – це властивість ґрунту вбирати та пропускати вологу в глибші шари. Залежить від структури увібраних катіонів (Na, K, Ca і Mg), гранулометричного складу, структури ґрунту, ступеня розпушеності й зволоженості ґрунту. Наприклад, ґрунти, які містять у вбирному комплексі багато іонів натрію при насиченості вологою стають фактично водонепроникними. Піщані й супіщані ґрунти мають значно більшу водопроникність порівняно з суглинковими та глинистими ґрунтами. Розпушений ґрунт пропускає воду значно краще порівняно з ущільненим. Величина водопроникності ґрунту вимірюється у міліметрах або сантиметрах водного стовпчика за певний проміжок часу: мм/с; мм/хв; мм/год.

*Водопідіймальна здатність або капілярність ґрунту* – це властивість ґрунту вбирати в себе вологу через капілярні щілини під дією меніскових сил (зчеплення води з ґрунтовими частинками). Водопідіймальна здатність ґрунту залежить від гранулометричного складу, структури ґрунту та будови оброблювального шару. Чим тонші капіляри ґрунту, тим вище піднімається вода в них. Вода в ґрунті переміщується від щілин (капілярів) з більшим діаметром до капілярів (щілин) з меншим діаметром.

Напрямок руху води по капілярах (щілинах) залежить від вологості й щільності окремих шарів ґрунту. Рух води відбувається в напрямку від більш зволених місць до менш зволених. Якщо щілини виходять на поверхню ґрунту, то волога з нього інтенсивно випаровується, переміщуючись по капілярах з нижніх шарів у верхні. Швидкість піднімання води капілярами значною мірою залежить від їх розмірів, температури ґрунту і води, засоленості тощо.

У виробничих умовах для посилення водопідіймальної здатності ґрунту проводять коткування після сівби культури. Це сприяє надходженню додаткової води до висіяного насіння, отримання повних і дружніх сходів культури.

*Випаровувальна здатність ґрунту* – це здатність ґрунту віддавати вологу в пароподібному стані в атмосферу (дифузний механізм втрати води). Величина випаровування залежить від ступеню насиченості повітря парою, вологості ґрунту, швидкості руху повітря, температури ґрунту та повітря, експозиції схилу.

Випаровування – це негативне явище, оскільки воно призводить до великих непродуктивних втрат вологи. За даними О. А. Роде на фізичне випаровування припадає понад 50 % від сумарного випаровування рослиною й ґрунтом. Найкращою будовою чорноземних ґрунтів є така, при якій відношення капілярних щілин до некапілярних становить 1,0:2,0, при загальній пористості (щілинності) ґрунту 50–60 %, що веде до найменшого випаровування вологи.

### **Способи регулювання водного режиму ґрунту.**

1. Зрошення та осушення. Розроблення правильного режиму зрошення польових культур (особливо овочевих) дає змогу повною мірою забезпечити рослини необхідною кількістю вологи в усі критичні періоди росту й розвитку. Завдяки цьому на зрошуваних ґрунтах щорічно отримують високі й сталі врожаї незалежно від опадів.

У зонах з надмірним зволоженням головним завданням регулювання водного режиму є відведення надмірної вологи та запобігання надмірному зволоженню ґрунту. Надмірно зволожені ґрунти погано прогріваються, затримуються ранньовесняні польові роботи з обробітку ґрунту та сівби ярих культур, погіршується повітряний режим і накопичуються в ґрунті шкідливі для рослин закисні сполуки.

2. Запровадження правильної системи обробітку ґрунту. Це дає змогу в повній мірі використовувати атмосферні опади, зменшити надмірні втрати вологи (особливо в критичні періоди для рослин), запобігти проявам водної ерозії ґрунту. Основні заходи механічного обробітку ґрунту розглянуті в відповідному розділі підручника.

3. Гребеневі способи посадки та сівби сільськогосподарських культур.

4. Запровадження сівозмін.

5. Запровадження чистих та кулісних парів.

6. Полезахисні лісові насадження. Розміщення лісових смуг, установлення їх схем, ширини та конструкцій розробляється з урахуванням ступеня заліснення, режиму й кількості опадів, напрямку вітрів, ґрунтових відмін тощо. Лісові полезахисні смуги зменшують швидкість вітру на 45–50 % та підвищують відносну вологість ґрунту. Це зменшує інтенсивність випаровування вологи з ґрунту й зменшує транспірацію у рослин на 15–20 %. Узимку лісові смуги накопичують сніг та рівномірно розподіляють його поверхнею поля, що значно зменшує глибину промерзання ґрунту, забезпечує поступове танення снігу, поліпшує акумуляцію вологи в ґрунті. Лісові смуги забезпечують надійний захист ґрунту від ерозії.

7. Снігозатримання. Близько 30 % річних опадів в Україні випадає у вигляді снігу. Снігозатримання є одним із важливих агротехнічних заходів боротьби з посухою, вимерзанням і випиранням озимих посівів та льодяною кіркою. Шар снігу у 25–30 см захищає озимі зернові та ріпак озимий від вимерзання, але для кращого накопичення доступної вологи в ґрунті навесні шар снігу має бути товщиною 50–70 см і більше. Підраховано що шар снігу завтовшки 1 см при таненні забезпечує 30 т/га води. Затримання снігу на полях може виконуватися кількома способами. На посівах озимих культур та багаторічних трав проводять сівбу куліс із високоствелових культур (кулісний

пар) – гірчиця, кукурудза, соняшник тощо. Висівають куліси за 2,0–2,5 місяці до сівби озимих (II декада липня). Відстань між кулісами – три-чотири проходи культиватора при підготовці ґрунту до сівби. Куліси залишаються на зиму для накопичення снігу.

На полях, де з осені проводили зяблевий обробіток ґрунту снігозатримання доцільно здійснювати за допомогою снігових валів, які створюють тракторними снігорозорювачами – валкоутворювачами. Вали розміщують упоперек напрямку панівних вітрів на відстані 5–6 м один від одного. Перше механізоване затримання снігу проводять за його товщини у 10 см, потім у міру занесення борозен і гребенів снігом проводять ще 2–3 рази. Таке снігозатримання проводять в безвітряну погоду, коли сніг м'який і добре ущільнюється.

Проведення снігозатримання за допомогою переносних дерев'яних щитів малоефективне і затратне.

8. Внесення органічних добрив, вирощування сидератів, а в разі необхідності – запровадження хімічної меліорації на кислих та солонцевих ґрунтах. Це покращує водно-фізичні та агрохімічні властивості ґрунтів, що сприяє накопиченню та збереженню доступної вологи в ґрунті.

#### **1.4.2. Поживний режим ґрунту та методи його регулювання**

*Поживний режим ґрунту* – це сукупність процесів надходження поживних речовин у ґрунт, їх трансформації та використання рослинами впродовж вегетації.

Процес живлення рослин полягає в поглинанні та включенні в метаболізм мінеральних елементів у результаті обміну речовин між організмами й середовищем. Сучасний період розвитку теорії живлення рослин характеризується прагненням розкрити механізм транспортування поживних речовин та вивчення проміжних станів первинного включення цих речовин у метаболізм поглинання кореневої зони, кореневої системи й наземної маси рослин.

Для рослин поживними речовинами є хімічні елементи та елементи органічного походження, продукти життєдіяльності різних ґрунтових макро- і мікроорганізмів, що містяться у ґрунті. Поглинання поживних речовин із ґрунту являє собою складний фізіологічно активний процес, який пов'язаний з життєдіяльністю кореневої системи рослин і відбувається з витратами енергії.

Характер та інтенсивність поглинання елементів живлення, а також їх перетворення в рослинному організмі залежать від активної діяльності кореневої системи, її дихання та фотосинтетичної активності листової поверхні. Велике значення в живленні рослин мають біологічні особливості рослинного організму, а також ґрунтові й метеорологічні умови.

Рослина складається з води і сухої речовини. У період інтенсивного росту вміст води у рослинах становить від 70–80 % до 95–96 %. Суха речовина складає від 5 до 20 %, до якої входять близько С – 45 %, O<sub>2</sub> – 42 %, Н – 7 %, N – 1,5 %, зольні елементи (мінеральні солі) – 4,5 %. До складу рослин входить близько 85 хімічних елементів. На основі кількісного вмісту мінеральних солей у тканинах

рослин їх поділяють на макро- і мікроелементи. До макроелементів відносять азот, фосфор і калій.

*Азот.* Значення азоту для рослин визначається тим, що азот входить до складу білків, які є складовою протоплазми. Азот також входить до складу нуклеїнових кислот які містяться в ядрі та інших структурах рослинної клітини й визначають спадковість організму.

Серед амінокислот, які входять до складу рослинного білка, особливе значення у харчуванні людей і тварин мають триптофан, метіонін, лізин, фенілаланін, валін, теонін, лейцин та ізолейцин. Ці амінокислоти вважаються незамінними, вони не можуть синтезуватися в організмі людей і тварин, але обов'язково мають надходити до організму з продуктами харчування. Не всі рослинні білки в однаковій мірі містять незамінні амінокислоти. Наприклад, для кукурудзи характерний білок зеїн, невелика кількість триптофану, відсутній лізин. Навпаки, бобові рослини багаті цими й іншими амінокислотами, але у них недостатній вміст метіоніну. Тому в раціоні необхідно поєднувати зернові та зернобобові культури.

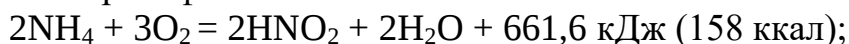
Азот входить до складу хлорофілу, який виконує функцію фотосинтезу, від якого залежить життя на нашій планеті. Він також є складовою частиною ферментів – тіамін, рибофлавін, піридоксин, нікотинова кислота та інші вітаміни.

Живлення рослин азотом відбувається шляхом поглинання з ґрунту аніону  $\text{NO}_3$  (нітратний азот) або катіону  $\text{NH}_4$  (аміачний азот). Потрапляючи в рослини мінеральні сполуки азоту проходять ряд складних перетворень, кінцевим етапом яких є залучення їх до складу білкових молекул. Більшість процесів перетворення сполук азоту в ґрунті відбувається під дією мікроорганізмів шляхом нітрифікації, денітрифікації, амоніфікації, іммобілізації й азотфіксації.

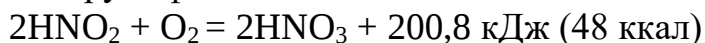
*Нітрифікація* – це процес окислення аміаку, який є продуктом розкладу органічних сполук у ґрунті, в азотисту, а потім азотну кислоту. У 1888 році С. М. Виноградський виділив мікроорганізми – нітрифікатори, які представлені двома групами: одна група викликає окислення аміаку до азотистої кислоти ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ ), а друга – окислення азотистої кислоти в азотну ( $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ ). Бактерії першої фази нітрифікації представлені *Nitrosomonas*, а бактерії другої – *Nitrobakter*. Процес нітрифікації є характерним прикладом метаболізму, тобто такої взаємодії мікроорганізмів, коли один мікроорганізм розвивається після відмирання іншого на відходах його життєдіяльності.

Хімізм процесу нітрифікації:

- перша фаза:



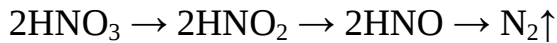
- друга фаза:



*Денітрифікація* – це процес відновлення нітратів і нітритів до газоподібних азотних сполук ( $\text{NO}$ ;  $\text{N}_2\text{O}$ ) і молекулярного азоту внаслідок процесів прямої (біологічної) й побічної (хімічне відновлення нітратів) денітрифікації. Найбільш активно процеси денітрифікації відбуваються в анаеробних умовах. В цих умовах при окисненні органічних речовин у ролі окислювача, замість

молекулярного кисню, використовуються нітрати, що забезпечує мікроорганізми необхідною енергією. Такий тип денітрифікації називається анаеробним нітратним диханням.

Хімізм відновлення нітратів (денітрифікації):



Денітрифікація – одна з головних причин неповного і неефективного використання рослинами азотних добрив, що вносять у ґрунт.

*Амоніфікація* – це процес мінералізації азотовмісних органічних сполук з виділенням аміаку. Цьому мікробіологічному процесу підвладні білки, нуклеїнові кислоти, сечова кислота й хітин. Амоніфікація найбільш активно відбувається в аеробних (за достатньої кількості кисню) умовах, за нейтральної або слабокислої реакції та за оптимальної зволоженості ґрунту (60–70 % від найменшої польової вологості) та температури повітря в 30–35° С.

Аміак, який утворюється в процесі амоніфікації може:

- виділятися в атмосферу;
- окислюватися і перетворюватися в азотну кислоту;
- накопичуватися в ґрунті у вигляді  $\text{HN}_3$ ;
- іммобілізується ґрунтовими мікроорганізмами.

Біологічне закріплення мінерального азоту (іммобілізація) – це засвоєння мікробами азоту з ґрунту при розкладанні органічної маси збагаченої вуглеводами й бідної на азот. Експериментально встановлено, що на кожній 100 г розкладання побічної продукції рослинництва, що має 50 г вуглеводів, мікроорганізми використовують 2 г азоту. Іммобілізований азот стає

недоступним для рослин. Отже, при внесенні свіжого гною, рослинних решток, високовуглеводної побічної продукції рослинництва на 5 т/га слід вносити 12 кг/га діючої речовин азотних добрив, на 6 т/га – 15 кг/га азоту.

*Біологічна азотфіксація* – це процес забезпеченості рослини біологічним азотом за рахунок фіксації атмосферного азоту вільноживучими ґрунтовими мікроорганізмами. Серед азотфіксуючих мікроорганізмів виділяють дві групи. До першої групи відносять вільноживучі анаеробні (*Pasteurianum*) та аеробні (*Azotobacter*) мікроорганізми.

До другої групи азотфіксуючих мікроорганізмів належать бульбочкові бактерії, які живуть в симбіозі з бобовими рослинами (рис 1.8.). Хімізм фіксації азоту з повітря дуже складний і досконало не



**Рис. 1.8. Розвиток бульбочкових бактерій на рослині гороху**

Автор фото: Павлов О. С.

вивчений. Для роботи бульбочкових бактерій необхідні такі умови:

- добра забезпеченість ґрунту органічними речовинами, рухомим фосфором і обмінним калієм, мікроелементами (особливо молібденом і бором), рН – 6,0–7,0;

- оптимальна зволоженість ґрунту (60–70 % від найменшої польової вологоємності) ;

- оптимальна температура повітря – +20–25° С;

- оптимальна щільність ґрунту – 1,20–1,25 г/см<sup>3</sup>.

Нашими дослідженнями встановлено, що люцерна другого року використання у процесі симбіозу залишає в ґрунті від 80 до 100–120 кг/га вільного азоту, соя – 60–70 кг/га, горох – 30–50 кг/га.

*Фосфор* у рослинах перебуває в органічній і мінеральній формах, міститься в усіх органах і тканинах, входить до складу ферментів. Фосфати слугують структурними елементами хітину, фосфатидів, нуклеїнових кислот, фосфорних ефірів, цукрів, вуглеводів.

Фосфор необхідний рослинам на всіх етапах життя. Він починає надходити в рослину, коли живлення відбувається ще за рахунок насіння, у вигляді ортофосфорної кислоти.

Фосфорна кислота бере безпосередню участь в процесах дихання й бродіння, унаслідок чого утворюються ефіри фосфорної кислоти з цукрами, а також у процесах фотосинтезу, де первинними продуктами є фосфорно-гліцеринова кислота. За допомогою фосфорної кислоти активізується синтез значної кількості вітамінів, ферментів, сахарози, крохмалю тощо.

Фосфор є складовою нуклеїнових кислот, провідне місце належить аденозинтрифосфорній кислоті (АТФ).

Отже, від рівня фосфорного живлення залежить ріст і розвиток рослин, процеси синтезу, водний режим рослин, накопичення у них органічних сполук. Фосфорне голодування призводить до погіршення азотного живлення рослин. Під впливом фосфору в рослин покращується в'язкість і еластичність протоплазми, зменшується інтенсивність транспірації, підвищується стійкість рослин до посухи, морозів.

*Калій* – легко поглинається кореневою системою рослин, посилює проникність клітинних мембран і поглинальну здатність рослин щодо інших елементів живлення. Особливо велике значення калій має для синтезу, обміну, перетворення й переміщення вуглеводів і асимілянтів з листової поверхні до репродуктивних органів, особливо в злакових рослин. Потерпають від нестачі калію рослини, які синтезують і нагромаджують запасні поживні речовини у вигляді вуглеводів, жирів, органічної маси тощо.

Калій підвищує осмотичний тиск клітини, гідратацію колоїдів, водоутримувальну здатність, що позитивно впливає на стійкість рослин до посухи, понижених температур довкілля.

Нестача калію в ґрунті послаблює ростові процеси у рослин, знижує тургор, особливо в жарку погоду, посилюються процеси транспірації. Знижується інтенсивність процесів фотосинтезу, погіршується якість продукції рослинництва.

Оптимальна кількість калію в рослинних тканинах – необхідна умова підвищення стійкості рослин до несприятливих умов вегетації, зниження температури, посухи, а також запобігання різним захворюванням.

*Мікроелементи* – марганець, бор, молібден, мідь, цинк, сірка тощо – позитивно впливають на фотосинтетичну активність рослин, посилюють переміщення асимілянтів з листової поверхні у місця їхнього використання в процесі метаболізму. Вони позитивно впливають на колоїдно-хімічні властивості протоплазми та її водоутримувальну здатність, що посилює стійкість рослин до посухи. Мікроелементи входять до складу ферментів і вітамінів та інших фізіологічно активних сполук.

Нестача мікроелементів погіршує ріст і розвиток рослин, погіршуються процеси дихання, синтез хлорофілу, інтенсивність фотосинтезу й вуглеводний обмін. Знижується активність ферментних систем, синтез глютаміну й аміаку, вміст ДНК і РНК. Появляються білі ростки кукурудзи, хлороз томатів, загнивають сердечка коренеплідів буряків цукрових тощо.

Мікроелементи слід застосовувати з урахуванням наявності їх у ґрунті, біологічних особливостей вирощуваних культур і рівня запланованого врожаю.

#### **Способи регулювання поживного режиму ґрунту.**

1. Правильна система удобрення. Встановлено, що економічно обґрунтованою й екологічно безпечною є органо-мінеральна система удобрення, яка передбачає внесення органічних добрив у зоні Полісся на дерново-підзолистих ґрунтах у нормі 15–16 т/га сівозмінної площі, Лісостепу на чорноземах типових 12–13 т/га і в Степу України на чорноземах звичайних 9–10 т/га. Норма внесення мінеральних добрив розраховується за нормативами надходження елементів живлення з органічними добривами та витратами цих елементів на формування одиниці запланованої урожайності.

2. Запровадження правильних сівозмін. Доведено, що в сівозмінах створюються умови, які забезпечують достатнє й правильне живлення рослин протягом усього періоду вегетації. В сівозміні вирощуються сільськогосподарські культури, які мають різну глибину проникнення й розгалуження кореневої системи, що забезпечує поглинання поживних речовин з різних шарів ґрунту. Окремі рослини позитивно впливають на розчинність важкодоступних фосфатів ґрунту (люпин, гречка) й здатні використовувати їх внаслідок підкислення ґрунтового середовища кореновими виділеннями (люпин, горох, гречка, овес, гірчиця). Зернобобові (соя, горох, сочевиця, нут, люпин) і багаторічні бобові трави (конюшина, люцерна, еспарцет) у симбіозі з бульбочковими бактеріями здатні засвоювати вільний азот повітря, частину використовувати для свого росту, розвитку й формування врожаю, а значну частину біологічного азоту залишати в ґрунті. Як зазначалося вище, люцерна другого року використання у процесі симбіозу залишає в ґрунті від 80 до 100–120 кг/га вільного азоту, соя – 60–70 кг/га, горох – 30–50 кг/га.

Поряд з цим доведено, що за вирощування у сівозміні просапних культур (кукурудза, соняшник, буряки цукрові, картопля) винос поживних речовин складає таку кількість, яка відповідає 30 т/га гною, зернові колосові (пшениця, жито, ячмінь, тритикале, овес) складають нульовий баланс поживних речовин,

тобто винос елементів живлення рослинами і повернення їх через побічну продукцію (солома, пожнивні рештки, коренева система) однаковий. Багаторічні бобові трави складають позитивний баланс повернення поживних речовин у ґрунт, що відповідає внесенню 30 т/га гною.

3. Вирощування рослин (особливо бобових) на зелене добриво та повернення побічної продукції рослинництва в ґрунт.

4. Правильний обробіток ґрунту. Механічна дія на ґрунт робочих органів машин і знарядь сприяє створенню оптимальної будови складення оброблювального шару ґрунту, його структурного стану, що регулює водний, повітряний, тепловий і поживний режими ґрунту. Через агрофізичні, біологічні та агрохімічні процеси відбувається управління мікробіологічними процесами, що сприяє покращенню поживного режиму в землеробстві та поліпшення родючості ґрунту.

5. Вапнування кислих і гіпсування солонцюватих ґрунтів.

6. Контролювання забур'яненості посівів сільськогосподарських культур нижче рівня шкідливості.

### 1.4.3. Світловий режим та методи його регулювання

Світло потрібне для проходження процесу фотосинтезу, росту, розвитку та формування продуктивності рослин. *Фотосинтез* – це процес вбирання й перетворення світлової енергії рослиною та створення органічної речовини з вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) і води ( $\text{H}_2\text{O}$ ).



Отже, тільки зелена рослина здатна перетворювати кінетичну енергію сонячного проміння в потенційну енергію органічної речовини. Таким чином зелені рослини є першоджерелом існування, процвітання і розвитку життя на Землі. Із простих речовин, які утворилися в процесі фотосинтезу, утворюються складні органічні сполуки, які складаються із вуглецю і водню. Частка цих елементів складає 94 % сухих речовин рослини, у тому числі вуглець (C) в середньому складає 45 %, кисень ( $\text{O}_2$ ) – 42 і водень (H) – 7 %. Решту 6 % сухої речовини складає азот (N) і мінеральні (зольні) речовини.

Основним джерелом світла є сонячна радіація та штучні джерела створені людиною (вітрова, водна, теплова, атомна енергія).

У процесі фотосинтезу найбільшу участь приймають такі світлові промені:

- довгохвильові оранжево-червоні промені сприяють утворенню вуглеводів, найбільше таких променів у Поліссі та Західному Лісостепу України;
- короткохвильові сині або фіолетові промені (ультрафіолетові) сприяють утворенню білків, найбільше таких променів у Степу та південному Лісостепу України;

- ультрафіолетові промені підвищують холодостійкість і морозостійкість озимих культур;
- жовті та зелені промені найменш придатні для фотосинтезу.

Фотосинтез – це процес утворення первинної органічної енергії під дією первинної світлової енергії сонця і первинної енергії ґрунту. Під час фотосинтезу за рахунок вуглекислого газу і води в рослинах утворюється до 93,5 % органічних речовин і лише 6,5 % мінеральних.

За даними А. О. Нечипоровича (1973) величина врожаю залежить від коефіцієнта використання сонячної фотосинтетичної активної радіації (ФАР), який може коливатися у межах від 2,0 до 6,0 %. Поряд з цим, продуктивність фотосинтезу суттєво залежить від площі листової поверхні, тривалості життя листя, інтенсивності фотосинтезу, а також швидкості надходження сполук з листя і кореневої системи.

Посіви сільськогосподарських культур залежно від ґрунтово-кліматичних умов, строків сівби, біологічних особливостей культури у період максимального росту й розвитку формують різну листову поверхню – від 10–20 тис. м<sup>2</sup>/га (низькорослі рослини) до 50–70 тис. м<sup>2</sup>/га (високорослі). Оптимальна площа листової поверхні рослин складає 40–60 тис. м<sup>2</sup>/га, або 4–6 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площі ріллі. Слід зазначити, що надмірна загущеність або зрідженість посівів веде до зниження продуктивності фотосинтезу. На величину корисної дії фотосинтезу (ККД) впливає оптимальна забезпеченість рослин доступною вологою та рухомими елементами поживних речовин, оптимальним надходженням до рослин вуглекислоти, зростання її дифузії у листових продихах. При оптимальних умовах фотосинтезу рослини в середньому застосовують приблизно 20–30 г вуглекислоти за 1 год на 1 дм<sup>2</sup> листової поверхні.

Накопичення органічних сполук у рослин залежить не лише від фотосинтезу, а й від перетворень цих сполук у рослинних тканинах. Вуглеводи й білки, які утворилися, витрачаються на ростові процеси та дихання, а також відкладаються як запасні сполуки. Ці запасні сполуки (сухі речовини) на 90 % складаються з вуглецю та кисню.

Поряд з процесами фотосинтезу світло бере безпосередню участь в біологічних процесах ґрунту. При фіксації азоту в біологічних системах землеробства молекулярний азот атмосфери перетворюється в амонійний, а потім асимілюється у клітинах у вигляді органічних сполук азоту. Підраховано, що за рік фіксується від 100 до 200 млн т азоту, що становить понад 70 % його надходження в ґрунт і ґрунтові води земної кулі. До 10 % азоту надходить у ґрунт за рахунок окислів, які утворюються під дією ультрафіолетової радіації.

Більшість ґрунтових мікроорганізмів найбільш активно розвиваються у верхньому 0–5 см шарі ґрунту, а зі збільшенням глибини їх чисельність різко зменшується. У наслідок цього відбувається диференціація оброблювального шару ґрунту за якісними показниками та родючістю. Основна маса кореневої системи рослин зосереджується у верхньому оброблювальному шарі (до 80–90 % від загальної маси).

Найбільша кількість мікроорганізмів відмічається в ґрунті за його опромінення ультрафіолетовими променями, а найменша – за червоного опромінення. З посиленням мікробіологічної діяльності верхнього шару ґрунту активізується накопичення рухомих поживних сполук для рослин і, як наслідок, підвищується ефективна родючість ґрунту. Отже, світлове опромінення позитивно впливає на органічні сполуки ґрунту, які є основою його родючості. Детальне вивчення світлового режиму ґрунтів і формування їх родючості є актуальним, а його результати сприятимуть раціональному сільськогосподарському використанню земель.

#### **Способи регулювання світлового режиму.**

1. Оптимальна густота стояння рослин на площі. Оптимальна площа листової поверхні рослин складає 40–60 тис. м<sup>2</sup>/га.
2. Проріджування загущених посівів сільськогосподарських культур.
3. Контролювання чисельності й маси бур'янів у посівах сільськогосподарських культур нижче економічного порогу шкідливості.
4. Оптимальне розміщення рослин по площі. Оптимальна геометрія розміщення рослин – геометрія коло, або наближатися до квадрата.
5. Напрямок рядків. Краще освітлення рослин відбувається за сівби з півдня на північ.
6. Правильне районування сортів та гібридів сільськогосподарських культур.
7. Застосування штучного освітлення.
8. Забезпечення рослин іншими факторами життя. Дотримання закону сукупної дії факторів життя рослин.

#### **1.4.4. Тепловий режим ґрунту та методи його регулювання**

Тепло – один із незамінних космічних факторів життя рослин. Воно необхідне для повноцінного здійснення фізичних, хімічних та біологічних процесів, що відбувається в рослинах і ґрунті.

Особливе значення тепла належить в перші періоди життя рослин, тобто при проростанні насіння та появі сходів. Оптимальна температура для проростання насіння більшості сільськогосподарських культур перебуває в межах 20–25° С. За строками сівби всі культури ділять на три групи:

1. Ранніх строки сівби – мінімальна температура проростання насіння 0–2° С (овес, ячмінь, пшениця яра, горох, конюшина, люцерна, гірчиця, коноплі, вика, ріпак ярий тощо);
2. Середніх строків – мінімальна температура проростання насіння 3–6° С (льон, люпин, буряки, соняшник, картопля тощо);
3. Пізніх строків – мінімальна температура проростання насіння 8–14° С (кукурудза, просо, соя, квасоля, гречка, рицина, арахіс, рис тощо).

Для нормального росту й розвитку рослини протягом вегетаційного періоду потребують певну суму середніх добових температур повітря. Так, для жита озимого ця сума складає 1700–2125° С; пшениці озимої – 1600–2200; вівса – 1940–2310; картоплі – 1300–3000; кукурудзи – 2600–3500; буряків цукрових – 2400–3700; рису – 3000–4500° С.

Потреба в теплі різна не тільки для окремих культур, а й навіть сортів і гібридів. Вона залежить від режиму живлення, метеорологічних умов, тривалості вегетаційного періоду та рельєфу місцевості.

При пониженні температури в рослин уповільнюється процеси фотосинтезу, дихання, транспірації, а також інтенсивність приросту кореневої системи. За надмірно високих температур у рослин відбувається порушення життєвих функцій, що призводить до їх загибелі.

Певні температури необхідні для нормального розвитку як наземної частини, так і кореневої системи рослин. Встановлено, що за більш низьких температур краще розвивається коренева система, за більш високих – наземна частина.

Важливе значення тепло має для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів. Корисні ґрунтові мікроорганізми краще розвиваються за температури 25–30° С (нітрифікатори, азотфіксатори). Окремі мікроорганізми можуть розвиватися навіть за нульової температури, а термофільні бактерії за +65–70° С. Недостатня кількість тепла рано навесні викликає в озимих культур азотне голодування, що є наслідком незадовільної життєдіяльності нітрифікуючих бактерій. Важливе значення має тепло ґрунту на глибині вузла кущення озимих. Критичною температурою для пшениці озимої є мінус 16–17° С, а для жита озимого – мінус 20–21° С.

*Теплові властивості ґрунту.* Тепловий режим ґрунту залежить не лише від сонячної радіації, а й від величини та швидкості надходження тепла і його витрат ґрунтом, тобто від теплових властивостей – теплоємності, теплопровідності та температуропровідності.

*Теплоємність ґрунту* – це кількість тепла в калоріях потрібна для нагрівання 1 г (вагова теплоємність) або 1 см<sup>3</sup> (об'ємна теплоємність) ґрунту на 1° С. Величина об'ємної теплоємності залежить від співвідношення твердої, рідкої та газоподібної фаз ґрунту, тому що теплоємність цих фаз різко відрізняється між собою. Найбільшу теплоємність має вода, її ваговий і об'ємний показник дорівнює одиниці. Найменшу теплоємність має повітря – 0,0003 від теплоємності води, а тверді частини ґрунту мають теплоємність меншу в два рази, ніж теплоємність води. Отже, основним фактором, що визначає теплоємність ґрунту, є волога. Вологий ґрунт повільніше нагрівається, ніж сухий. Тому, весною глинисті ґрунти холодніші, ніж піщані, а осінню вологі глинисті ґрунти тепліші за піщані.

*Теплопровідність* – це здатність ґрунту передавати тепло з більш нагрітих шарів у менш нагріті. Залежно від механічного складу розрізняють ґрунти, які

добре проводять тепло (піщані), погано проводять тепло (глинисті) й ті, що мають середню теплопровідність (супіщані і суглинкові).

Розпушений ґрунт має великий вміст повітря, тому він має меншу теплопровідність порівняно зі зволеним і ущільненим ґрунтом. Тому розпушення сприяє доброму прогріванню лише верхнього шару. З теплопровідністю ґрунту пов'язана його теплопродуктивність.

*Температуропровідність* – це швидкість передачі температури у ґрунті. Її величина прямо пропорційна теплопровідності й обернено пропорційна теплоємності.

Температуропровідність ущільнених і менш вологих ґрунтів більша, ніж розпушених і вологих. Унаслідок низької температуропровідності снігу сніговий покрив розриває теплообмін між ґрунтом і приземним повітрям, що запобігає надмірному охолодженню ґрунту й вимерзанню озимих культур.

Отже, температурний режим ґрунту залежить від теплових його властивостей (теплоємність, теплопровідність і температуропровідність), які залежать від співвідношення в ґрунті вологи, повітря і твердих його частинок. Доведено, що найшвидше прогривається ґрунт вологість якого становить близько 10 %. Більш вологий ґрунт гірше прогривається внаслідок високої теплоємності, а менш вологий – внаслідок низької теплопровідності.

### **Способи регулювання теплового режиму.**

1. Запровадження правильного обробітку ґрунту. Створення оптимальної будови оброблювального шару ґрунту з правильним співвідношенням у ґрунті вологи, повітря і твердих його часток.

2. Внесення оптимальної норми органічних добрив. За внесення органічних добрив ґрунт стає теплішим і краще прогривається, покращуються агрофізичні властивості, особливо структура ґрунту.

3. Осушення й зрошення. Встановлено, що болотні ґрунти – це холодні ґрунти, що потребують осушення. Вологозарядкові поливи сприяють меншому промерзанню ґрунтів. Вегетаційні поливи запобігають перегріванню ґрунту та повітря.

4. Своєчасна сівба, оптимальна норма висіву та глибина загортання насіння.

5. Гребеневі способи сівби та посадки сільськогосподарських культур. Встановлено, що в гребнях швидше прогривається ґрунт, що сприяє раннім строкам сівби, особливо на холодних і перезволених ґрунтах.

6. Снігозатримання. Дослідженнями встановлено, що на поверхні ґрунту без снігу температура становила мінус 18–19° С, під шаром снігу 15 см температура сягала мінус 12–13, а на полі під шаром снігу 33–35 см температура не опускалася нижче мінус 4–5° С. Такий захід запобігає вимерзанню озимих культур. Читайте розділ «способи регулювання водного режиму».

7. Застосування мульчі (подрібненої побічної продукції рослинництва). Мульча білого кольору (подрібнена солома зернових колосових культур та

кукурудзи) – зменшує надлишкове нагрівання поверхні ґрунту. Мульча темного кольору (торф, сапропель, органічні добрива) – сприяє кращому прогріванню ґрунту.

8. Правильне районування сільськогосподарських культур. Дотримання закону фізіологічного годинника.

9. Вибір схилу. Доведено, що південні, південно-західні схили прогриваються швидше. Повільніше прогриваються схили північної і, особливо, північно-східної експозиції.

10. Знищення бур'янів. Надлишкова дикоростуча рослинність погіршує тепловий режим ґрунтів.

#### 1.4.5. Повітряний режим ґрунту та методи його регулювання

*Повітряний режим* – це сукупність процесів надходження, переміщення та витрати повітря ґрунтом.

Ґрунтове повітря потрібне для:

- проростання насіння;
- дихання кореневої системи і життєдіяльності рослин;
- дихання мікроорганізмів, грибів, водоростей, черв'яків та інших ґрунтових організмів.

Основні складові повітря це кисень, вуглекислий газ і азот. Найбільш суттєво ґрунтове повітря відрізняється від атмосферного за вмістом вуглекислого газу (табл. 1.5).

**Таблиця 1.5. Склад ґрунтового й атмосферного повітря, %**

| Гази            | Ґрунтове повітря | Атмосферне повітря |
|-----------------|------------------|--------------------|
| Кисень          | 20,00–10,35      | 20,94              |
| Вуглекислий газ | 0,75–9,75        | 0,03               |
| Азот            | 78,8–80,24       | 78,08              |
| Інші гази       | 0,01–0,001       | 0,01–0,05          |

*Кисень* в ґрунті потрібен для проростання насіння, дихання кореневої системи і мікроорганізмів, для здійснення хімічних процесів. За інтенсивної діяльності мікроорганізмів у ґрунті за добу витрачається від 42 до 67 мг кисню на 1 г сухої речовини рослин. Найбільша потреба кореневої системи рослин у кисні припадає на період інтенсивного росту й цвітіння, а в колосових зернових культур – під час колосіння.

За достатньої кількості кисню в ґрунті створюються аеробні умови, внаслідок чого відбувається окислення органічних сполук, утворюються окисні сполуки, які розчинені у воді (одно- та двовалентні) – нітрати, фосфати, сульфати, сполуки Ca, Mg, K, Fe та інші.

За недостатньої кількості кисню в ґрунті створюються анаеробні умови з утворенням закисних сполук, які малорозчинні у воді й шкідливі для рослин – закисні сполуки  $P_2O_5$ , Fe, Mg, Si, метан, сірководень, аміак тощо.

Затоплене насіння не проростає із-за відсутності кисню. На утворення 1 г сухої речовини горох за добу витрачає 1,26–1,56 мг кисню, кукурудза – 0,35–0,39.

Сільськогосподарські рослини по відношенню до вмісту кисню в ґрунті поділяються на:

- менш чутливі – овес, пшениця, жито, ячмінь, гречка;
- дуже чутливі – буряки цукрові, картопля, зернобобові, льон, гірчиця, цибуля, ріпак. У цих культур нагромаджується вільні амінокислоти й органічні кислоти (піровиноградна, яблучна, янтарна).

*Вуглекислий газ* у ґрунті утворюється внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів та ґрунтової фауни, дихання кореневої системи та хімічних процесів. Це єдине джерело вуглецю для утворення органічних сполук. Для утворення одиниці сухої речовини рослина використовує 1,83 вугільної кислоти. 20 т гною збільшує вміст вуглекислого газу в ґрунті від 70 до 140 кг на одному гектарі. За інтенсивного росту рослини за добу споживають 250–300 кг вуглекислого газу з гектара.

Для проходження фотосинтезу оптимальна концентрація вуглекислого газу в повітрі має бути близько 1 %. Надмірна концентрація вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі (більше 1 %) шкодить проростанню насіння, розвитку кореневої системи, послаблює вбирну здатність рослинами води та поживних речовин, зокрема калію й азоту.

*Азот* – біогенний елемент, який входить до складу білків, нуклеїнових кислот, ферментів, хлорофілу, клейковини тощо. Бобові рослини в симбіозі (спільне життя) з бульбочковими бактеріями закріплюють вільний азот повітря в ґрунті. Так, горох закріплює близько 30–50 кг/га, соя – 60–70, люпин – 150–180, конюшина – 60–70, люцерна – 80–100, еспарцет – 100–110 кг/га азоту.

Для успішного регулювання повітряного режиму необхідно знати повітряні властивості ґрунту – повітропроникність, повітроємність, аерація.

*Повітропроникність* – це властивість ґрунту пропускати через себе повітря. У природних умовах надходження повітря у ґрунт відбувається під дією атмосферного тиску й води. Повітропроникність залежить від вологості ґрунту, його механічного складу, щільності й визначається кількістю повітря, що проходить за одиницю часу через ділянку ґрунту площею 1 см<sup>2</sup>.

*Повітроємність* – це об'єм ґрунтових щілин (пор), які містять у собі повітря при найменшій або польовій вологоємності.

Повітроємність визначають у відсотках (%) до об'єму ґрунту – це ступінь аерації:

$$\text{Ст. аер.} = \frac{V_{г.ф.} \cdot 100}{V_{з.щ.}}, \%, \quad (1.7)$$

де: *Ст. аер.* – ступінь аерації;

$V_{г.ф.}$  – об'єм газоподібної фази;

$V_{з.щ.}$  – об'єм загальних щілин.

Повітроємність залежить від типу ґрунту, пористості, щільності ґрунту, структурного стану та зволоженості.

*Аерація* – процес повітрообміну між ґрунтом і атмосферою. Він відбувається безперервно, але з різною інтенсивністю залежно від дії на нього факторів газообміну: зміни температури ґрунтового середовища, зміни барометричного тиску, опадів, руху повітря над поверхнею ґрунту (вітру), зміни рівня залягання підґрунтових вод, дифузії газів.

Зі зміною температури пов'язана аерація ґрунту, що відбувається протягом доби. Вдень ґрунт і повітря в ньому нагріваються, внаслідок чого останнє розширюється ( на 1/273 об'єму при підвищенні температури на 1 °С) і, не вміщаючись в ґрунтових порах, виходить частково в атмосферу. Вночі, навпаки, температура ґрунтового середовища знижується, об'єм повітря в порах зменшується і в них заходить частина атмосферного повітря.

Підвищення та зниження атмосферного барометричного тиску також зумовлює надходження повітря з атмосфери в ґрунт і вихід його частини з ґрунту в атмосферу. Дія атмосферного тиску виявляється в ґрунті до двометрової глибини.

В разі випадання дощів і зволоження ґрунту вода, заповнюючи пори, витискує з них повітря в атмосферу, а пізніше, коли вона переміститься в глибші шари або випарується з ґрунту, туди заходить атмосферне повітря, збагачене киснем.

Вітер, дуючи над поверхнею ґрунту, «витагує» з його пор повітря за принципом дії пульверизатора і їх заповнює атмосферне повітря. При цьому ще й порушується рівновага між атмосферним і ґрунтовим повітрям, внаслідок чого посилюються процеси дифузії.

Коливання рівня ґрунтових вод також частково витискує ґрунтове повітря в атмосферу (в разі підняття їх рівня) чи «засмоктує» атмосферне в ґрунт ( за зниження рівня). Однак в польових умовах, особливо в разі глибокого залягання ґрунтових вод, цей фактор не має великого значення для газообміну.

*Дифузія газів* – це властивість газів та водяної пари переміщуватися в ґрунті внаслідок неоднакової концентрації та їх парціального тиску.

Дифузія газів діє на основі постійного переміщення молекул внаслідок їх теплового руху, і при стиканні газових сумішей різних концентрацій вони поступово врівноважуються завдяки перемішуванню молекул. Цей фактор діє

постійно незалежно від будь-яких інших і є основним для газообміну між ґрунтом та атмосферою.

Оскільки ґрунтове повітря за вмістом газів відрізняється від атмосферного, завдяки дифузії з ґрунту витісняється вуглекислий газ, а з атмосфери в ґрунт надходить кисень. Дифузія газів у ґрунті відбувається через щілини (пори) зайняті повітрям (щілини аерації), при цьому швидкість дифузії залежить від загальної кількості щілин і від їх розмірів. Для дифузії газів у ґрунті важливе значення має його структурний стан, від якого залежить повітроємність і повітропроникність, які забезпечують переміщення газів у ґрунті – *аерація ґрунту*. Найбільше значення для повітропроникності ґрунту має некапілярна щілинність. Вона забезпечує більш швидке проникнення повітря в ґрунт порівняно з капілярною щілинністю. Також встановлено, що більші за розміром ґрунтові агрегати створюють більшу пористість аерації. Так, якщо ґрунт складається з агрегатів розміром менше 0,5 мм, то щілини зайняті повітрям складають лише 2,7 %, а повітропроникність повністю відсутня. За розміром ґрунтових агрегатів 1–2 мм повітропроникність у ґрунті складає 100 %.

Умови аерації ґрунту впливають на окислювально-відновлювальний потенціал. Спостерігається чітка залежність між вмістом повітря в ґрунті, його складом, вологістю й окислювально-відновлювальним потенціалом (ОВП).

На повітрообмін (аерацію ґрунту) впливають не лише ґрунтові властивості, а й фактори довкілля, кількість і якість газів у ґрунті. Зміна ґрунтового повітря за його складом відбувається внаслідок біохімічних (аеробних та анаеробних) та хімічних процесів газообміну між ґрунтом і атмосферою, сорбції та десорбції газів твердої й рідкої фаз ґрунту.

Поглинання кисню та виділення  $\text{CO}_2$  з ґрунту відбувається за рахунок дихання мікроорганізмів та кореневої системи рослин. Тому має бути постійний газообмін між ґрунтом і атмосферою.

### **Способи регулювання повітряного режиму ґрунту.**

1. Запровадження правильного обробітку ґрунту. Створення оптимальної будови оброблювального шару ґрунту забезпечує оптимальне співвідношення об'ємів твердої, рідкої та газоподібної складової ґрунту. Особливе значення має правильний вибір системи основного обробітку ґрунту, який забезпечує глибоке розпушування ґрунту і проникнення повітря у глибші шари. Це сприяє кращому розвитку й проникненню кореневої системи в глибші шари ґрунту, а також посилює посухостійкість рослин. Розпушення верхнього 0–10 см шару ґрунту (боронування, культивація, міжрядний обробіток) запобігає утворенню ґрунтової кірки і веде до своєчасного газообміну між ґрунтом і атмосферою.

2. Внесення оптимальної норми органічних добрив. Під впливом органічних добрив у ґрунті посилюється робота мікроорганізмів з утворенням та виділенням вуглекислого газу, що позитивно впливає на процеси фотосинтезу в рослинах. За рахунок добрив поліпшуються фізичні властивості та структура ґрунту, що зумовлює підвищення повітроємності та повітропроникності.

3. Запровадження сівозмін насичених багаторічними бобовими травами, сидератами, побічною продукцією рослинництва тощо.

4. Запровадження меліоративних заходів – зрошення, осушення перезволожених ґрунтів, вапнування кислих і гіпсування засолених (лужних) ґрунтів, екологічно безпечна меліорація (біологічно активні речовини) тощо.

### **Висновки**

1. Фактори життя рослин мають бути в оптимальній кількості й оптимальних співвідношеннях для рослин.

2. Закони землеробства – є головними чинниками управління факторами життя рослин впродовж фізіологічних періодів росту й розвитку вирощуваних культур.

3. Управляючи екологічними умовами життя рослин (водним, повітряним, поживним, світловим та тепловим режимами) можна суттєво підвищувати їх продуктивність та якістю вирощеного врожаю.

### **Питання для самоконтролю**

1. Фактори життя рослин – їх значення та сутність.
2. Які фактори життя рослин відносяться до земних та яким чином їх можна регулювати в землеробстві?
3. Які фактори життя рослин відносяться до космічних та яким чином їх можна регулювати в землеробстві?
4. Опишіть закони землеробства, їх значення для землеробства.
5. Яке значення законів землеробства у впровадженні ефективних систем землеробства?
6. Що включає поняття «родючість ґрунту» та її значення за оптимізації умов життя рослин?
7. Які є види родючості ґрунту, показники родючості ґрунту?
8. Опишіть біологічні чинники відновлення родючості ґрунту.
9. Опишіть агрохімічні чинники відновлення родючості ґрунту.
10. Опишіть агрофізичні чинники відновлення родючості ґрунту.
11. Що таке окультурення ґрунту?
12. Які є водно-фізичні властивості ґрунту?
13. Які фактори впливають на водний баланс та водний режим ґрунту?
14. Опишіть методи регулювання водного режиму ґрунту.
15. Поживний режим ґрунту, його сутність.
16. Опишіть методи регулювання поживного режиму ґрунту.
17. Світловий режим, його значення для рослин.
18. Опишіть методи регулювання світлового режиму.
19. Тепловий режим ґрунту, його значення для рослин.
20. Опишіть методи регулювання теплового режиму ґрунту.
21. Повітряний режим ґрунту, його значення для рослин та ґрунту.
22. Опишіть методи регулювання повітряного режиму ґрунту.

## РОЗДІЛ 2

### СІВОЗМІНИ

***У результаті опрацювання цього розділу здобувач освіти:***

*Набуде фундаментальних цілісних знань з агрономічної, економічної та екологічної ролі сівозмін, їх значення та завдання у сучасному землеробстві.*

*Отримає наукові основи чергування сільськогосподарських культур у часі й на території, як фактор оздоровлення агроєкосистеми.*

*Оволодіє знаннями щодо класифікації сівозмін, а також їх проектування, введення та освоєння.*

#### 2.1. Поняття про сівозміну

Культура землеробства базується на розробленні та впровадженні у виробництво заходів та систем спрямованих на отримання стабільної, адекватної біокліматичному потенціалу зони, якісної й економічно безпечної продукції рослинництва, а також відтворення родючості ґрунтів. Серед таких систем провідне місце належить сівозмінам. На їх основі розробляються системи удобрення, механічного обробітку ґрунту, захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб) тощо. У сівозмінах краще проявляються об'єктивні закони землеробства, сівозміни забезпечують раціональне й ефективне використання оброблювальних земель, матеріальних і трудових ресурсів, є організаційно-територіальною основою сталого землеробства. Порушення сівозмін або нехтування елементами чергування культур завдає непоправної шкоди землеробству. Лише сівозміна дає можливість розробляти технології вирощування сільськогосподарських культур з урахуванням їх взаємного впливу.

Багаторічними дослідженнями наукових установ вирішені основні питання теорії і практики запровадження сівозмін у певних ґрунтово-кліматичних зонах України. Визначене місце, тривалість вирощування, сумісність і період повернення культури в сівозмінах на попереднє місце, встановлена роль чистого і зайнятого парів за інтенсифікації землеробства, визначений ступінь насичення сівозмін провідними культурами господарств різного напрямку розвитку тощо.

#### 2.2. Основні терміни сівозмін та їх визначення

*Сівозміна* – це чергування сільськогосподарських культур і парів у часі й на території або тільки в часі згідно з науково обґрунтованими нормативами періодичності.

*У часі* – це щорічна або періодична зміна одних культур іншими на даному полі.

*На території* означає, що кожна культура або пар проходить через усі поля сівозміни.

*Схема сівозміни* – це набір сільськогосподарських культур і парів у порядку їх науково обґрунтованого чергування в сівозміні.

*Попередник* – це сільськогосподарська культура або пар які займали поле в попередньому році.

*Ланка сівозміни* – це частина сівозміни, яка складається з двох-трьох культур, або пару та однієї-трьох культур.

*Збірне поле* – це поле сівозміни в якому окремо вирощують кілька сільськогосподарських культур одночасно. У збірному полі доцільно вирощувати:

- біологічно подібні культури (зернові колосові – пшениця озима та яра, жито озиме, ячмінь озимий та ярий тощо; просапні – буряки цукрові, соняшник, кукурудза, картопля; кормові);
- культури однорідні за вимогами до технології вирощування та родючості ґрунту.

*Вивідне поле* – це поле, тимчасово виведене з сівозміни для вирощування однієї культури протягом кількох років поспіль.

### 2.3. Економічна роль сівозмін у сучасному землеробстві

Економічною основою сівозміни є раціональна науково-обґрунтована структура посівних площ. *Структура посівних площ* – це співвідношення окремих культур або парів виражене у відсотках до загальної площі в обробітку.

Структура посівних площ розробляється відповідно до:

- ринку продукції (основою є соціально-економічні закони особливо «попит і пропозиція»);
- напрямку розвитку господарства (спеціалізація);
- ґрунтово-кліматичних умов.

За умов ринкових відносин і різноманітних форм власності на землю структура посівних площ знаходиться в прямій залежності від ринкової кон'юнктури, яка диктує сільськогосподарському підприємству основні напрямки спеціалізації й структуру виробництва, можливості й умови збуту продукції, що виробляється. Ця залежність часто носить нестійкий характер. Проте вона визначає не тільки загальні обсяги, але й видовий склад рослинницької і тваринницької продукції, яка повинна бути добре пристосована до ринкових коливань.

Економічна стабільність і конкурентна здатність конкретного господарства залежить від правильного визначення спеціалізації й на її основі розробленої структури посівних площ, що характеризує особливості використання оброблювальних земель, як основного засобу виробництва.

Головна галузь визначає основний напрямок розвитку господарства, тобто найбільшу її частку в виробництві товарної продукції, затратах праці й грошових прибутках. Додаткові й підсобні галузі забезпечують найбільш повне і раціональне використання природних та економічних ресурсів, робочої сили, техніки й інших засобів виробництва упродовж усього року, що дозволяє створити стабільну структуру всієї системи ведення господарства. Найчастіше це вдається за оптимального поєднання землеробської і тваринницької галузей.

На структуру посівних площ, у першу чергу, впливають обсяги виробництва продукції землеробства, яка часто реалізується на ринку без переробки. Такою ринковою або товарною продукцією може бути зерно зернових, бобових та круп'яних культур, насіння олійних рослин, бульби картоплі, свіжі овочі тощо. Виходячи із сутності закону автотрофності, який об'єднав теорію фотосинтезу і мінерального живлення, Україна отримує і продає первинну енергію. Для забезпечення рослин всіма необхідними факторами життя в оптимальній кількості й оптимальному співвідношенні товаровиробник використовує вторинну енергію, яка створюється в процесі виробництва мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідливих організмів, пального тощо. Економічно доведено, що первинна енергія, отримана за рахунок природних факторів (світло, тепло, волога, поживні речовини ґрунту) завжди дешевша, порівняно з вторинною енергією. Тому Україна завжди буде економічно слабшою порівняно з країнами, які мають високотехнологічні галузі народного господарства.

За останні 10 років в Україні сформувалася ситуація, коли в структурі посівних площ переважають просапні, такі як соняшник з площею на 2024 р. близько 5 млн. га, кукурудза – 4 млн., картопля – 1,2 млн. га та зернові культури, зокрема, пшениця озима та яра – 4,9 млн га, ячмінь озимий та ярий – 1,4. Проте, площі під багаторічними бобовими травами суттєво скоротилися й становили в 2024 р. лише 675 тис. га, порівняно з 2014 р., коли їхня площа була майже вдвічі більшою – 1,1 млн. га.

Поряд з реальною продуктивністю оброблювальних сільськогосподарських угідь за економічного обґрунтування перспективної структури посівних площ необхідно враховувати показники агрохімічного, агрофізичного, фізико-хімічного обстеження за основними показниками родючості ґрунтів – вмісту гумусу, макро- і мікроелементів, реакцією ґрунтового розчину, щільністю і пористістю ґрунту тощо.

Агроекологічне обґрунтування структури посівних площ тісно пов'язане з агроекономічним і є завершальним етапом її оптимізації стосовно до конкретних умов. На цьому етапі встановлюється адаптивність сільськогосподарських культур до конкретних умов вирощування. Вона тісно пов'язана з біологічними особливостями вирощуваних культур – відношенням до забезпечення світлом, теплом, повітрям, вологою та поживними речовинами з одного боку, та можливостями ґрунтово-кліматичних, організаційно-економічних, екологічних та інших їх забезпечень, з іншого.

Отже, будь-яка сільськогосподарська культура добре росте, розвивається й дає високий урожай за достатньої кількості та оптимальних співвідношень факторів життя, і як витікає з закону рівнозначності й незамінності факторів життя рослин, будь-який природно-економічний фактор позитивно впливає на ріст, розвиток і продуктивність культур лише за достатньої кількості решти факторів життя.

## 2.4. Агрономічна роль сівозмін та її завдання в сучасному землеробстві

Агротехнічні основи сівозмін характеризуються взаємодією всього комплексу факторів, які зумовлюють ефект при застосуванні правильного набору й чергування сільськогосподарських культур у сівозміні. Тому агротехнічною основою сівозмін є:

- науково обґрунтоване щорічне або періодичне чергування культур на кожному полі;
- забезпечення правильної системи обробітку ґрунту та системи удобрення;
- сприятливий фітосанітарний стан ґрунту та посівів сільськогосподарських культур;
- підвищення родючості ґрунту та продуктивності сільськогосподарських культур.

Наукою і практикою сільськогосподарського виробництва встановлено, що у повторних і беззмінних посівах урожай сільськогосподарських культур знижується. Так, на Ротамстедській дослідній станції (Велика Британія) урожайність пшениці озимої протягом 125 років у беззмінних посівах знизилася більше як у два рази. В подібних дослідях, місто Галле (Німеччина), урожайність жита озимого за 70 років у беззмінних посівах знизилася на 63 %, а середня урожайність цієї культури у беззмінних посівах упродовж більше 100 років на Полтавській сільськогосподарській дослідній станції становить лише 0,6–0,7 т/га (6–7 ц/га).

Згідно з ДСТУ 4691:2006 «Землеробство. Терміни та визначення понять» в землеробстві виділяють:

- *повторна культура* – це сільськогосподарська культура яка вирощується на одному й тому ж полі сівозміни протягом двох років;
- *беззмінна культура* – це сільськогосподарська культура яка тривалий час (більше двох років) вирощується на одному і тому ж полі сівозміни;
- *монокультура* – це єдина культура яка вирощується в господарстві.

Залежно від реакції на повторне вирощування сільськогосподарські культури поділяють на такі групи:

- *дуже чутливі*, урожайність яких у повторних посівах різко знижується (льон-довгунець, буряки цукрові, соняшник, ріпак, багаторічні бобові трави, томати, капуста, огірки тощо);
- *середньо-чутливі* – за відповідної технології вирощування урожайність протягом 2–3-х років суттєво не знижується (озимі та ярі зернові колосові, овес, просо, соя, гречка, морква, зелені овочі, баштанні тощо);
- *малочутливі* – забезпечують досить високий урожай упродовж тривалого часу (кукурудза, картопля, коноплі, рис, бавовник, тютюн тощо).

## 2.5. Наукові основи чергування сільськогосподарських культур

Потреба в чергуванні сільськогосподарських культур була встановлена практикою давно, але вона не мала достатнього наукового обґрунтування. Римський філософ Колумелла вважав, що беззмінне вирощування одних і тих самих рослин призводить до отруєння ґрунту, нагромадження в ньому шкідливих речовин, а також зменшення запасів поживних речовин. Звідси випливають рекомендації про застосування органічних добрив, рослинної побічної продукції, сидератів, ретельно обробляти землю тощо.

Причини зниження врожаїв за повторних та беззмінних посівів тривалий час залишалися невідомими. З'ясування їх стало можливим тільки з розвитком природничих та агрономічних наук. Один з перших щодо необхідності чергування сільськогосподарських культур у сівозміні запропонував швейцарський ботанік А. Декандоль. Він у XVIII сторіччі висунув токсичну теорію, згідно якої повторні посіви культур у процесі обміну речовин виділяють у ґрунт токсичні речовини, які негативно впливають на дану культуру за повторного її вирощування і не шкодить іншим культурам. У даний час це явище розглядають як прояв алелопатії від грецького *allelon* – взаємо, *pathos* – страждання. Тобто, алелопатія – це взаємний вплив рослин і мікроорганізмів шляхом виділення у навколишнє середовище фізіологічно активних речовин. Так, саліциловий альдегід, ванілін виділені кореневою системою пшениці негативно впливають на проростки та первинну кореневу систему злакових колосових культур. Проте ці виділення нешкідливі для культур, віддалених за біологічними особливостями. Факти нагромадження токсичних речовин у ґрунті за беззмінних посівів зернових, льону, цукрових буряків, соняшнику та інших культур відмічені багатьма вченими. Різні частини рослини (листя, квіти, коріння тощо) можуть доставляти ці сполуки в навколишнє середовище шляхом вилуговування, ексудації коренів, випаровування, розкладання залишків або органічних речовин та інших процесів як у природних, так і в сільськогосподарських системах.

Наприкінці XVII початку XIX сторіччя була розроблена гумусова теорія сівозмін, авторами якої були І. Комов (1788) у Росії і А. Теєр (1812) у Німеччині. Згідно цієї теорії роль сівозмін зводиться до нагромадження органічних речовин у ґрунті, які під дією мікроорганізмів перетворювалися у перегній, а потім гумус. Гумус – це комплекс органічних сполук, які утворилися в результаті біологічних і біохімічних перетворень.

У 1840 р. гумусова теорія живлення рослин піддалася різкій критиці. Німецький вчений Ю. Лібіх у своїй праці «Хімія в її застосуванні до землеробства і фізіології» довів, що тільки мінеральні речовини доставляють поживні речовини рослинам. За теорією Ю. Лібіха, немає рослин, які поліпшують родючість ґрунту. Роль сівозміни, на його думку, зводиться лише до відстрочення неминучого виснаження ґрунту. Радикальним засобом проти виснаження ґрунту Ю. Лібіх вважав повернення взятих із нього мінеральних поживних речовин з органічними та мінеральними добривами.

Друга половина XIX сторіччя ознаменувалися розвитком фізики ґрунтів як у західних країнах, так і Україні. Було встановлено, що родючість ґрунту залежить не тільки від його хімічного складу, а й фізичного стану, який змінюється під впливом вирощуваних культур. Базуючись на цих даних П. А. Костичев і В. Р. Вільямс в основу сівозмін поклали структурну теорію, відповідно до якої беззмінне вирощування сільськогосподарських культур призводить до деградації фізичних властивостей ґрунту, зокрема його структури. Всі рослини В. Р. Вільямс поділив на такі, що відновлюють структуру ґрунту та підвищують його родючість (багаторічні бобові трави) і такі, що її руйнують (однорічні злакові та просапні культури). Звідси, запропонована необхідність періодичної зміни культур на полі для відновлення втраченої ґрунтової структури.

На початку XX сторіччя В. Г. Ротмістров висунув наукову теорію коренезміни, тобто, в основі чергування культур лежить диференціація вирощуваних рослин за властивостями кореневих систем та проникнення їх на різну глибину в пошуках вологи та поживних речовин.

За глибиною проникнення кореневої системи у ґрунт він поділив польові культури на три групи:

- неглибоке проникнення (гречка, просо, льон, горох, сочевиця, картопля) – до 1,5 м;
- середнє проникнення (жито, пшениця, овес, ячмінь, вика, соя) – до 3,0 м;
- глибоке проникнення (люцерна, еспарцет, буряки цукрові, соняшник, кукурудза) – більше 3,0 м.

Із короткого огляду розвитку теоретичних основ сівозмін встановлено про необхідність чергування культур як на території, так і в часі (по роках).

Проте, жодна із зазначених наукових теорій роль сівозміни в землеробстві не розглядала в комплексі, а зводилася до якогось одного фактору, хоча і дуже важливого.

Комплексну наукову теорію сівозмін розробив Д. М. Прянішніков, який вважав, що продуктивність сільськогосподарських культур та рівень родючості ґрунту залежить від чотирьох груп факторів: хімічних, фізичних, біологічних та економічних.

*Хімічні фактори.* У сівозміні створюються кращі умови живлення рослин, а саме – зернові колосові потребують більше азоту й фосфору; соняшник, корене- та бульбоплоди – калію; зернобобові – за рахунок симбіозу з бульбочковими бактеріями збагачують ґрунт і послідувачі рослини азотом (рис. 2.1). Різні рослини неоднаково здатні використовувати поживні речовини з важкодоступних форм (гречка, люпин, гірчиця споживають фосфор із важкодоступних фосфатів). Різні рослини споживають поживні речовини з неоднакових шарів ґрунту (зернові колосові – з глибини до 0,5 м; кукурудза – до 1,0 м, соняшник – до 2,0 м, люцерна – до 2,0–3,0 м). У сівозміні рослини ефективніше використовують поживні речовини з органічних і мінеральних добрив. За рахунок запровадження сівозмін збільшується вміст органічної речовини в ґрунті, у тому числі й гумусу.



**Рис. 2.1. Розвиток бульбочкових бактерій на кореневій системі сої**

Автор фото: Танчик С. П.

підвищенню водопроникності ґрунту. Багаторічні бобові культури (люцерна, еспарцет, конюшина) краще впливають на структуру ґрунту, ніж однорічні (горох, соя). Розкриваючи позитивну роль бобових трав у підвищенні родючості ґрунту, Д. М. Прянишников відмічав їх подвійну особливість, а саме здатність суттєво покращувати структуру ґрунту та збагачувати його на азот.

На рисунку 2.2. показано позитивний вплив кореневої системи культурних рослин на структуру ґрунту.

*Біологічні фактори.* Покращується фітосанітарний стан посівів. За рахунок зміни культур на території і в часі зменшується кількість спеціалізованих бур'янів, шкідників і збудників хвороб. Так, у посівах жита озимого – стоколос житній; у посівах проса – куряче (півняче) просо; льону – пажитниця льонова; вівса – вівсюг звичайний. Зменшується кількість бур'янів-паразитів – вовчок соняшниковий у посівах соняшника; повитиця у посівах конюшини, люцерни, льону тощо. Зменшуються негативні наслідки ґрунтової, спеціалізованих шкідників і збудників хвороб.

*Фізичні фактори.* Правильне чергування культур у сівозміні покращує агрофізичні властивості ґрунту – створюється оптимальна будова складення оброблювального шару, структура ґрунту та її водотривкість, водний режим, щільність та пористість ґрунту.

По-різному впливають на фізичні показники чорноземів культури суцільної сівби та просапні. Під просапними культурами (кукурудза, буряки цукрові) за даними Г. Я. Чесняка і В. М. Бондаря вміст водостійких агрегатів значно нижчий, ніж під культурами суцільного способу сівби. В ґрунті під багаторічними травами створюються сприятливіші умови для утворення водостійкої структури, ніж під однорічними культурами. Травосіяння сприяє перш за все



**Рис. 2.2. Коренева система рослин та її позитивний вплив на структуру ґрунту**

Автор фото: Павлов О. С.

За значної засміченості полів такими злісними бур'янами, як гірчак повзучий, осот або пирій витрачається з ґрунту 100–120 кг/га азоту, 50–80 – фосфору, 160–180 кг/га калію, що перевищує винос поживних речовин урожаєм зерна пшениці озимої 3,0–3,5 т/га, або половину того, що виносить кукурудза за урожайності 8–10 т/га.

Внаслідок порушення сівозміни в посівах озимих зернових культур, особливо пшениці, розповсюджується злісний злаковий бур'ян – метлюг звичайний, сходин якого можна дуже легко сплутати з культурними рослинами. Надмірна присутність цього важко контрольованого виду може суттєво, на 40 і більше відсотків, зменшити урожайність культури (рис. 2.3).

За наявності в посівах кукурудзи проса курячого (особливо в Лісостепу України) у кількості 5–10–15 шт./м<sup>2</sup> урожайність силосної маси знижувалася, відповідно, на 29–34–55 %. На дуже забур'яненних полях урожайність зернових знижується на 25–30%. Збитки від бур'янів перевищують загальні витрати від шкідників і хвороб. Тому боротьбі з бур'янами в землеробстві треба надавати такого ж значення, як і збереженню родючості ґрунту. У комплексі заходів боротьби з бур'янами першорядне значення має сівозміна.



**Рис. 2.3. Метлюг звичайний в посівах пшениці озимої**

Автор фото: Павлов О. С.

Д. М. Прянишников свого часу писав, якщо з виснаженням ґрунту можна впоратися внесенням добрив, обробітком ґрунту, вапнуванням, то з розмноженням паразитів це неможливо без належної сівозміни. Яскравим доказом цього положення є стан забур'яненості, який спостерігається в беззмінних посівах сільськогосподарських культур. М. К. Пятківський та О. І. Бендерська відмічають, що в посівах 20 річної беззмінної пшениці на Уладово-Люлинецькій дослідній станції запаси насіння бур'янів в орному шарі ґрунту склали 67,7 тис. шт./м<sup>2</sup> проти 20,4–23 тис. шт./м<sup>2</sup> у зерно-буряковій сівозміні де насичення пшеницею озимою становило 50–60 %. У

дослідженнях С. А. Курбанова спостерігалось зменшення забур'яненість посівів кормової сівозміни у 2,2 рази, а потенційної забур'яненості ґрунту на 26,1 %, порівняно з беззмінними посівами. Отже, чергування в сівозміні різних за біологією й агротехнічними вимогами культур, порівняно з беззмінними посівами, забезпечує ефективний регулюючий вплив на всі біологічні групи бур'янів і дозволяє у 2–7 разів зменшити забур'яненість посівів.

Важлива роль у регулюванні забур'яненості належить багаторічним бобовим травам. Дослідження показують, що за вирощування багаторічних трав у зерно-трав'яних сівозмінах запас насіння бур'янів на другий рік їх використання знижується на 26 %, третій – на 57, четвертий – на 78 % від початкового вмісту. Стерньові попередники збільшують забур'яненість посівів. Зокрема за розміщення пшениці озимої після стерньових кількість ромашки непахучої налічувалось 650 шт./м<sup>2</sup>, а після конюшини лише 25 шт./м<sup>2</sup>. Просапні попередники сприяють зменшенню забур'яненості посівів наступних культур.

Післяжнивні й післяукісні посіви таких культур, як редька олійна, гірчиця біла, ріпак, жито озиме на зелений корм за рахунок алелопатичної дії знижують забур'яненість посівів наступних культур на 35–40 %.

Порушення нормативів періодичності чергування культур у сівозміні, розміщення культур після недопустимих попередників, або у повторних посівах, насичення сівозмін одновидовими культурами призводить до зростання кількості патогенних грибів із родів *Fusarium* і *Helminthosporium*, які спричиняють хвороби кореневої системи рослин. Інтенсивне зараження ґрунту відбувається за насичення сівозмін культурами, які уражуються цими збудниками, а також за природно-кліматичних умов, що сприяють формуванню

та збереженню «запасів» ґрунтової інфекції. Задовільні фітосанітарні умови в посівах озимих колосових культур забезпечуються насиченням ними сівозміни на 40–50 %, за зростання цього показника до 60–70% спостерігається різке погіршення фітосанітарного стану посівів пшениці озимої та виникає потреба в застосуванні інтенсивного хімічного захисту.

Бурякам цукровим сильно шкодить різні види бурякового довгоносики та нематоди. Буряковий довгоносик заселяє посіви цієї культури навіть тоді, коли поряд було минулорічне бурячище, не говорячи вже про повторні посіви. Беззмінне вирощування зернових хлібів призводить до розмноження гессенської та шведської мухи, стеблової совки, а з хвороб – іржі та сажки, кореневих гнилей. Картопля й помідори уражуються колорадським жуком, фітофторою та раком картоплі, особливо у вологі роки. Особливо чутливий до беззмінних посівів льон, оскільки уражується грибок з роду фузаріум. Тому, льон повертають через 8–9 років.

Наслідком високої акумуляції алелопатично активних речовин ґрунтом є його токсичність, непридатність до вирощування на ньому рослин, тобто ґрунтовтоми. *Ґрунтовтома* – це процес нагромадження в ґрунті токсичних речовин, хвороботворних мікроорганізмів, незбалансованості властивостей, що викликає значне зниження продуктивності сільськогосподарських культур за беззмінного вирощування або частого їх повернення на одне і теж поле.

Явище ґрунтовтоми особливо характерне для беззмінних посівів або для сівозмін з високим насиченням певними культурами. При цьому відбувається істотне збіднення в ґрунті складу корисної мікрофлори й зростає чисельність патогенних мікроорганізмів і грибів, посилюється ураження рослин хворобами, посіви зріджуються, продуктивність культур і якість урожаю знижується. Досліджено, що ґрунтовтома обумовлюється окремою або спільною дією кількох факторів:

- надмірним і однобічним винесенням поживних речовин; розбалансуванням складу солей поживного розчину;
- надмірним розмноженням шкідників і патогенної мікрофлори;
- однобічними змінами в супутній мікрофлорі та несприятливим порушенням природної рівноваги організмів;
- нагромадженням токсичних продуктів життєдіяльності рослин і супутніх мікроорганізмів;
- вивільненням фізіологічно активних речовин з післяжнивних решток, відмерлих частин кореневої системи, опалих листків;
- зміщенню рН;
- пануванням у ґрунті анаеробних, закисних процесів.

Слід зазначити, що дія цих факторів ослаблюється застосуванням органічних і мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів, але надійнішим агротехнічним заходом зниження, відвертання ґрунтовтоми є науково обґрунтоване чергування культур у сівозміні в поєднанні з іншими ланками системи землеробства.

*Економічні фактори.* За рахунок впровадження сівозмін краще забезпечується соціально-економічний закон «попиту і пропозиції»,

підвищується врожайність та зменшуються затрати, знижується собівартість, зростає прибуток і рентабельність.

## 2.6. Сівозміна, як фактор оздоровлення агроєкосистеми

Важливим біологічним показником родючості ґрунту є вміст в ньому гумусу, що впливає на поживний, водний, повітряний, тепловий і біологічний режими, оструктуреність ґрунтів, нагромадження фізіологічно активних речовин. В інтенсивних сівозмінах значення гумусу значно зростає. Гумус, як основа біогенності ґрунту, його фізико-хімічної і біологічної ємності та буферності, значною мірою зумовлює здатність сприймати й акумулювати внесені з добривами поживні речовини, рівномірно забезпечувати ними рослини, забезпечувати швидку утилізацію пестицидів та інших хімічних речовин, а також пом'якшувати дію екстремальних погодних умов.

Доведено, що між гумусом, енергією ґрунту та врожаєм існує пряма залежність. «Вміст органічних речовин у ґрунті є показником його стану й фізичних властивостей так само, як температура тіла є показником стану хворого» – так визначили роль органічних речовин американські вчені Александер і Мідлтон.

У природних фітоценозах процеси синтезу органічної речовини ґрунту завжди переважають над розкладом, відбувається нагромадження гумусу. Найбільше його містять чорноземи типові, де загальні запаси сягають 400–700 т/га. На північ і на південь від зони їх поширення запаси гумусу в ґрунтах зменшуються до 350–400 т/га у чорноземах звичайних, 270–300 – у південних, 200 – у каштанових ґрунтах і, відповідно, 300, 100–150 та 50 т/га в темно сірих, сірих лісових та дерново-підзолистих ґрунтах.

Проблема дефіциту органічної речовини виникає при залученні ґрунтів у сільськогосподарське виробництво.

Основні причини цього такі:

1. Відчуження з поля значної частини фітомаси врожаю вирощуваних культур, внаслідок чого знижується рівень гуміфікації. За сучасної структури посівних площ з основною і побічною продукцією з поля вилучається 65–70 % створеної вирощуваними культурами органічної маси.

2. Посилення процесів мінералізації й збільшення інших втрат органічної речовини (ерозія, вимивання тощо) через інтенсивний обробіток ґрунту та тривалий період, коли поверхня поля залишається без рослинного покриву.

Ринок сільськогосподарської продукції сприяє концентрації просапних культур, особливо соняшника, кукурудзи, буряків цукрових. Біологічні особливості та технології вирощування цих культур негативно впливають на колообіг органічних речовин, що призводить до порушення рівноваги процесів синтезу і розкладу в бік посилення останнього. Встановлено, що при збільшенні на 10 % частки просапних культур у сівозміні щорічні втрати гумусу зростають на 0,2–0,4 т/га.

Втрати органічної речовини особливо збільшуються в ґрунтах з промивним режимом і активними процесами розкладу або вимивання, таких як дерново-підзолисті, сірі лісові, бурі, опідзолені тощо.

Основним джерелом нагромадження органічних речовин у ґрунті, який обробляється, є культури польових рослин, їх кореневі та надземні рештки. Встановлено, що з рослинними рештками у типових польових сівозмінах в ґрунт надходить органічних речовин більше, ніж з органічними добривами. Деяке нагромадження органічної речовини в ґрунті відбувається під час вегетації рослин за рахунок регенерації кореневої системи, корневих виділень та посиленої діяльності мікроорганізмів. Отже, сільськогосподарські рослини є не лише «споживачами», а й активними «творцями» ґрунтової родючості.

Всі сільськогосподарські культури за їх здатністю нагромаджувати рослинні рештки поділяють на три групи: багаторічні трави (бобові, злакові та їх сумішки), які нагромаджують найбільше післязбиральних решток – 5,0–8,0 т/га й більше сухої маси, що у 1,3–1,5 рази більше сформованого врожаю; озимі зернові (жито й пшениця), які залишають рослинних решток 4,0–5,0 т/га, що дорівнює врожаю або дещо менше його; ярі зернові (ячмінь, пшениця, овес), які нагромаджують порівняно мало рослинних решток – 2,0–4,0 т/га і менше. Найменше органічної маси залишають просапні (картопля, буряки цукрові та кормові), в межах 1,0–2,0 т/га.

При розкладі рослинних решток з широким співвідношенням C:N (понад 20:1) увесь азот, що міститься у них, використовується мікроорганізмами. При недостатній його кількості в матеріалі, який розкладається, бактерії споживають азот мінеральних сполук ґрунту. У процесі розкладання органічних речовин з вузьким співвідношенням C:N частина азоту, що звільняється, також використовується мікроорганізмами, а інша частина залишається для живлення рослин. За вмістом азоту в рослинних рештках культури їх розміщують у такій спадючій послідовності: багаторічні бобові трави – зернобобові – коренеплідні – кукурудза – зернові колосові.

Для розрахунку новоутвореного гумусу з рослинних решток і гною використовують коефіцієнти їх гуміфікації. Ці коефіцієнти складають частку вуглецю рослинних решток, що після їх трансформації надійшла до гумусу ґрунту. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток в оброблювальному шарі чорнозему типового становить: для буряків цукрових – 0,10; картоплі – 0,13; соняшника – 0,14; кукурудзи на силос – 0,17; пшениці озимої та кукурудзи на зерно – 0,20; ячменю – 0,20; гороху – 0,23; люцерни – 0,25 і гною – 0,23 (Чесняк Г. Я., 1985).

На баланс гумусу в ґрунтовому середовищі сільськогосподарські культури впливають не тільки через їх рослинні рештки, а й технологію їх вирощування, яка безпосередньо визначає рівень мінералізації органічної речовини ґрунту і гумусу зокрема.

За даними дослідників розміри щорічної мінералізації гумусу в оброблювальному шарі дерново-підзолистих ґрунтів складають, т/га: під зерновими колосовими і льоном – 0,7–0,9; картоплею – 1,3–1,5; цукровими та кормовими буряками й овочевими культурами – 1,5–1,7; кукурудзою на силос –

1,2–1,3. Середньорічні витрати гумусу на чорноземних ґрунтах під зерновими колосовими складають 1,0–1,2; просапними – 1,5–2,0 і в полі чистого пару – 2,0–2,5 т/га.

Запроваджуючи сучасні інтенсивні сівозміни із вирощуванням багаторічних бобових трав (люцерна, еспарцет, конюшина), сидеральних і проміжних культур можна звести втрати гумусу до мінімальних величин. Застосування виключно мінеральних добрив не забезпечує неминуче від’ємний баланс азоту й органічної речовини ґрунту. Сучасна інтенсифікація землеробства сприяла систематичному внесенню високих норм мінеральних добрив і запровадження нових інтенсивних систем обробітку ґрунту. Це стало причиною утворення у верхньому шарі ґрунту високої концентрації поживних речовин, підвищення вмісту іонів водню та істотного зменшення катіонів калію й магнію у вбирному комплексі ґрунтів України. За таких умов змінюється притаманний чорноземам гуматний тип гуміфікації – він стає гуматно-фульватним за якого формується акумулятивно неповно розвинений гумусовий профіль з ознаками деструктивного процесу гумусоутворення.

Зменшення в складі гумусу гуматів кальцію веде до зниження вмісту агрономічно-цінної структури, її водотривкості, збільшується здатність ґрунту до запливання, особливо верхнього шару.

Таким чином, основою підвищення родючості ґрунту, покращення поживного та водного режимів, агрофізичних, фізико-хімічних, біологічних та фітосанітарних властивостей є дотримання науково обґрунтованих сівозмін, розроблених та рекомендованих з урахуванням спеціалізації (напрямку розвитку) господарств для кожної ґрунтово-кліматичної зони.

## **2.7. Завдання сівозміни**

1. Виконання завдань господарства з виробництва сільськогосподарської продукції.

2. Відновлення та підвищення родючості ґрунту.

3. Запровадження науково обґрунтованої структури посівних площ.

4. Запровадження прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур, які передбачають захист ґрунтів від ерозії, правильну зберігаючу та ґрунтозахисну систему обробітку ґрунту, систему удобрення на запланований урожай, інтегровану систему захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів (бур’янів, шкідників та збудників хвороб) тощо.

5. Запровадження прогресивних форм організації та оплати праці.

6. Створення територіальних умов для ефективного використання машинно-транспортного парку та трудових ресурсів.

7. Створення сприятливих транспортних зав’язків сівозмінних масивів з місцями зберігання, переробки та реалізації продукції, особливо овочевих сівозмін.

## 2.8. Розміщення основних польових культур і парів у сівозмінах

Місце основних польових культур у сівозмінах залежить від:

- народногосподарського значення – визначає ринок, тобто – «попит і пропозиція»;
- природно-економічних умов господарства;
- біології культури;
- технології вирощування.

Головними польовими культурами в Україні є:

- зернові колосові та зернобобові (пшениця, жито, ячмінь, тритикале, овес, кукурудза, горох, соя, люпин, квасоля, нут, чина, сочевиця тощо);
- технічні культури (буряки цукрові, соняшник, ріпак, льон, картопля тощо);
- кормові культури (люцерна, конюшина, еспарцет, буркун, грястиця збірна, райграс, стоколос тощо);
- лікарські рослини;
- біоенергетичні культури.

### 2.8.1. Озимі зернові культури в сівозміні

Серед озимих зернових в Україні найбільш поширені пшениця, жито, ячмінь, тритикале. Пшениця була, є і залишається провідною зерновою культурою, продукція переробки якої є основним продуктом харчування в більш ніж 40 країнах світу з населенням понад 1 млрд. чоловік. Основне призначення пшениці – забезпечення людей хлібом і хлібобулочними виробами, адже до хімічного складу зерна входять всі необхідні для харчування елементи: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти та мінеральні речовини. За рахунок підвищеного вмісту лізину, метіоніну та треоніну харчова цінність білків пшениці наближається до білків тваринного походження.

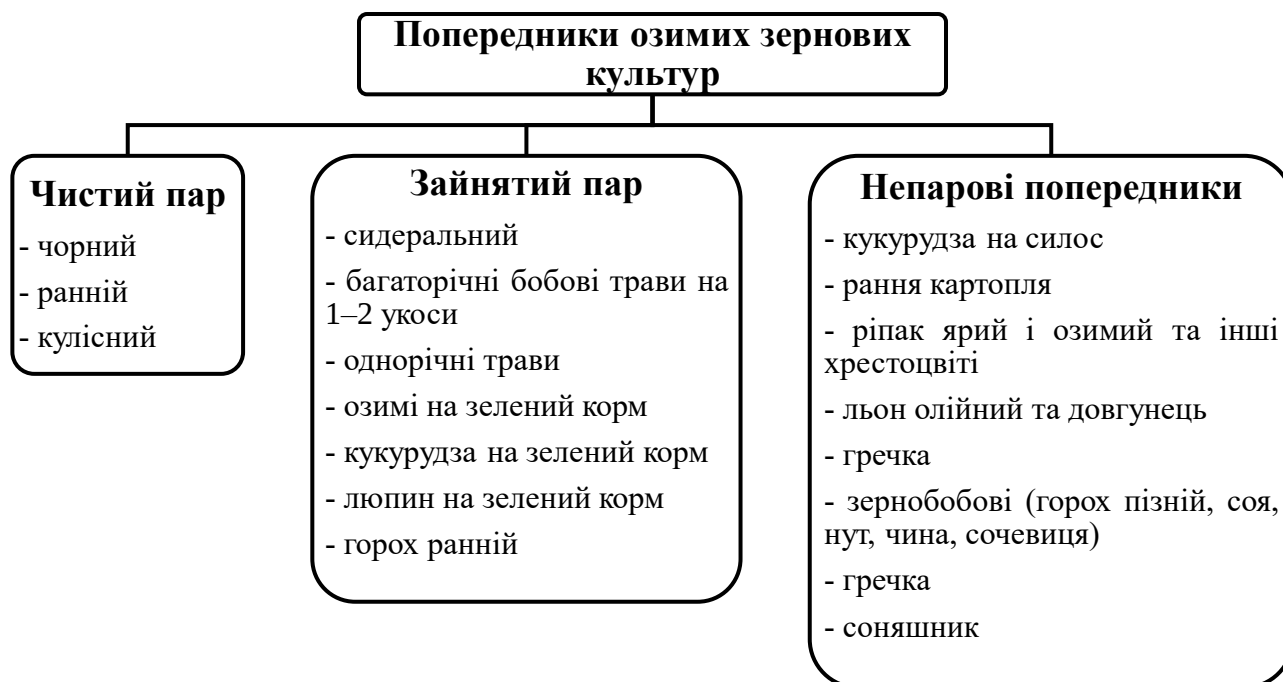
Посівна площа під пшеницею в нашій країні складає близько 5–6 млн. га, або 40 % зернового клину. Проте, у роки сприятливі за вмістом доступної вологи в ґрунті на період сівби її площі доцільно збільшувати за рахунок зменшення посіву ярих культур. У роки з посушливими умовами в осінній період площі пшениці озимої слід зменшувати, збільшуючи ярий клин за рахунок пшениці ярої та ячменю.

Пшениця вважається не тільки важливою продовольчою культурою, а ще й найкращим попередником для буряків цукрових, соняшника, кукурудзи, картоплі, зернобобових та інших культур. Валові збори зерна пшениці повинні зростати за рахунок підвищення врожайності, за рівнем впливу на яку не останнє місце належить попередникам.

Висока вибагливість пшениці й інших озимих зернових культур до попередників зумовлена осіннім строком сівби. Дослідженнями кафедри землеробства та гербології НУБіП України встановлено, що в оброблювальному 0–30 см шарі чорнозему типового на один сантиметр ґрунту має бути не менше одного міліметра доступної вологи. Це дає змогу отримати дружні й повні сходи культури. Отже, якість попередників для озимих зернових, у тому числі й

пшениці, оцінюється запасами доступної вологи й терміном її відновлення до оптимальної кількості. Останнє залежить від строку збирання попередника. Встановлено, що чим раніше він збирається, тим якість його краща завдяки тривалішому паруванню поля.

Залежно від властивостей та терміну звільнення поля, попередники для озимих зернових можна розділити на три групи (рис. 2.4).



**Рис. 2.4. Класифікація попередників для озимих зернових культур**

*Пар* – поле сівозміни вільне від вирощування сільськогосподарських культур протягом певного періоду, яке обробляють, удобрюють і утримують в чистому від бур'янів стані.

Пари бувають чисті й зайняті.

*Чистий пар* – парове поле вільне від вирощування сільськогосподарських культур протягом вегетаційного періоду. Різновидами чистого пару є чорний, ранній та кулісний.

*Чорний пар* – чистий пар, основний обробіток ґрунту якого здійснюється улітку або восени в рік збирання попередника.

*Ранній пар* – чистий пар, основний обробіток ґрунту якого здійснюється рано на весні (в рік парування поля).

*Кулісний пар* – чистий пар на якому вирощують високорослі рослини кулісами для затримання снігу та запобігання вітрової ерозії.

Чистий пар та його різновидності економічно доцільно запроваджувати в зоні недостатнього зволоження, де випадає менше 350–400 мм опадів. Цим умовам відповідає зона Степу, де забезпеченість вологою найменша в Україні з різко посушливою другою половиною літа та осінню. Нагромадження вологи в ґрунті в цій зоні відбувається за рахунок пізньо-осінніх та зимових опадів. Тому чорний пар за весняними запасами ґрунтової вологи має переваги перед раннім (весняним) паром.

Важливою перевагою чистого пару, перед іншими попередниками пшениці озимої (зайнятий пар та непарові попередники), є здатність його нагромаджувати вологу в глибинних шарах – 0–150 см. Проте, В. М. Крутьом доведено, що в цьому шарі ґрунту в полі чистого пару волога за весняно-літній період не тільки не нагромаджується, а й поступово втрачається. Ці втрати за період весняно-літнього парування поля сягають 10–40 %, тобто, від 20 до 50–60 мм і більше з шару ґрунту 0–150 см. Проте, незважаючи на великі втрати вологи, сумарні її запаси в полі чистого пару на період сівби пшениці озимої на чорноземних ґрунтах залишаються вищими у 1,3–2,0 рази, порівняно із запасами в зайнятому пару.

Дослідженнями встановлено й практикою підтверджено, що в ґрунті під дією мікробіологічних процесів постійно відбуваються процеси мінералізації органічної речовини рослинних решток, органічних добрив, гумусу, продуктів життєдіяльності мікроорганізмів, сидеральних культур тощо. Процеси мінералізації й нагромадження елементів мінерального живлення прискорюються в полі чистого пару, де досить повно розкладається органічна маса, яка нагромаджувалася під попередніми культурами сівозміни. Під культурами сівозміни цей процес стримується із-за недостатньої кількості вологи, особливо в кореневмісному шарі ґрунту, та погіршенні повітряного режиму. Тому, в полі чистого пару має бути достатня кількість органічної речовини, яка сприяє утворенню значної кількості поживних речовин, особливо аміачного та нітратного азоту, а також інших доступних форм елементів живлення.

Чистий пар відіграє важливу роль у контролюванні фітосанітарного стану ґрунту. Там створюються сприятливі фітосанітарні умови для очищення ґрунту від насіння та органів вегетативного розмноження бур'янів, природного очищення від збудників хвороб та шкідників.

Дані, отримані в різних частинах зони Степу переконують, що чистий пар та його різновидності на півдні та сході зони ефективніші, порівняно з центральним та північним Степом. Важливо, що чистий пар забезпечує найвищий урожай пшениці озимої як у посушливі, так і середні та сприятливі за зволоженням роки. Відмічено, що поряд із стабільними врожаєм чистий пар, як попередник пшениці озимої, забезпечує й гарантує вищу якість зернової продукції – містить більше білка, клейковини, висока скловидність зерна, посилюється сила борошна та об'єм хліба.

У зоні Степу парове поле в сівозміні, як правило, розміщують після виснажливих культур, а саме – соняшника та кукурудзи на зерно. У спеціалізованих зернових та зерно-парових сівозмінах чисті пари розміщують після озимих та ярих зернових колосових культур.

Отже, завдання чистого пару полягає в збереженні та накопиченні доступної вологи в ґрунті, покращенні поживного та фітосанітарного стану ґрунту. Це гарантує отримання повних і дружніх сходів пшениці озимої, високий ріст розвиток та продуктивність культурних рослин. Звідси, чисті пари в північних районах Степу України мають займати до 5 %, центральних – до 10 та південних до 15 % від загальної площі ріллі.

Поряд з цим, чистий пар та його різновидності мають ряд недоліків. У полі чистого пару посилюються мікробіологічні процеси. З цим пов'язується нагромадження в ґрунті поживних макро- і мікроелементів у доступній для рослин формі. Мінералізується (розкладається) значна частина органічної речовини ґрунту, дегуміфікується значна частина гумусу. Так, на чорноземних ґрунтах Степу України за вегетаційний період польових культур мінералізувалося від 1,0 до 1,6 т/га гумусу, а в полі чистого пару втрати його сягали в середньому від 2,0 до 2,5 т/га. Звідси, у полі чистого пару необхідно додатково вносити органічні добрива.

Другий недолік – прояв ерозійних процесів. Відсутність рослинного покриву впродовж тривалого періоду вегетації та інтенсивний обробіток ґрунту роблять поле чистого пару ерозійно небезпечним агрофоном. Інтенсивна механічна дія машин і знарядь руйнує структуру ґрунту, що веде до зниження водостійкості структурних агрегатів. Інтенсивна діяльність ґрунтових мікроорганізмів у полі чистого пару посилює диспергацію твердої фази ґрунту, що в кінцевому результаті призводить до погіршення його агрофізичних властивостей.

Третій недолік – економічна ефективність. Дослідженнями встановлено, що у південних районах Лісостепу та Північного Степу України не завжди з економічної точки зору доцільно використовувати чистий пар. Встановлено, що витрати на його утримання не окуповуються додатковим приростом урожаю пшениці озимої. Окрім того, особливо в зволожені роки, може відбуватися вилягання посівів озимих зернових культур, що веде до додаткових затрат під час збирання та необхідності обов'язкового застосування морфорегуляторів для попередження цього явища. Звідси, в Лісостепу України використовувати чистий пар доцільно тільки в південно-східних районах. У зоні Степу він має бути обов'язковим елементом сівозміни.

Різновидністю чистого пару є кулісний пар, на якому смугами висівають високорослі культури для затримання снігу і запобіганню ерозії ґрунту. Такими високорослими культурами можуть бути: кукурудза, соняшник, коноплі, гірчиця та ін. Куліси висівають уперек напруги пануючих вітрів через певний проміжок. Куліси можуть складатися з 1–2 або 3 рядків рослин, які висівають улітку. Відстань між кулісами має бути кратною ширині захвату культиватора або ширині посівного агрегату.

В усіх зонах України, у якості попередника пшениці озимої широко використовується *зайнятий пар* – це парове поле зайняте культурами, що рано його звільняють (за 50–60 діб до сівби озимих зернових). Основними парозаймаючими культурами є сидеральний пар, багаторічні бобові трави на один-два укоси, однорічні трави на зелений корм або сіно, озимі на зелений корм, кукурудза на зелений корм, зимуючі та ранні сорти гороху, рання картопля тощо. Якість попередників пшениці озимої оцінюється, насамперед, залишковими запасами доступної для рослин вологи й терміном для відновлення її до необхідної кількості. Останнє залежить від строку збирання парозаймаючої культури: чим раніше вона збирається, тим якість попередника краща завдяки тривалішому паруванню поля.

Різновидності зайнятого пару є *сидеральний пар* – це парове поле в якому вирощуються культури на зелене добриво.

Довготривала інтенсифікація і надмірна розораність призвели до загрозливого стану ґрунтів України. За результатами X туру обстеження сільськогосподарських угідь (2011–2015 рр.) якісна оцінка ґрунтів розподіляється так:

- Найкращі землі та землі високої якості складають лише 19,2 % (вміст гумусу складає 4 % і більше). Більшість таких земель знаходиться в зоні Лісостепу (21,8 %) та Степу (21,7 %);
- Середньої якості – майже 57 % (вміст гумусу від 3 до 4 %). Переважна більшість в зонах Степу й Лісостепу (58–61 %);
- Низької якості – майже 23 % (вміст гумусу менше 3 %). Переважна більшість в зоні Полісся (більше 45 %).

Зниження родючості ґрунтів вимагає запровадження заходів для поповнення ґрунту органічною речовиною, особливо за недостатнього виробництва гною. Одним із шляхів надходження органічної речовини в ґрунт є вирощування сільськогосподарських культур на зелене добриво.

*Сидерати* – це свіжа зелена маса рослин, яку загортають у ґрунт переважно на місці її вирощування для збагачення його на органічну речовину, азот, а також для поліпшення водного, повітряного і теплового режимів. Науково-обґрунтовано і практично доведено, що всі ґрунтово-кліматичні зони України сприятливі для широкого застосування на зелене добриво різних сільськогосподарських культур залежно від кількості опадів, тепла, складу ґрунтів, умов місцевості, наявності добрив і насіння.

Результати науково-дослідних установ та виробнича практика свідчать, що найбільшу перспективу для використання культур на сидерати мають:

- культури придатні для проміжного вирощування (озимі проміжні, післязимова, післяжнивні та підсівні);
- культури з коротким періодом вегетації та високою інтенсивністю формування біомаси;
- культури невибагливі до елементів родючості ґрунту, вологи, суми температур (ГТК – 1,0–1,6);
- культури, які для свого росту, розвитку й формування біомаси не потребують великої кількості добрив, вологи, засобів захисту рослин від шкідливих організмів та дають можливість застосовувати мінімізацію обробітку ґрунту;
- культури, які не знижують продуктивність і якість врожаю наступних основних культур та покращують фітосанітарний стан ґрунту й посівів;
- культури, які мають ґрунтозахисне значення та позитивно впливають на довкілля.

Звідси, на сидерат можна висівати наступні культури: бобові – люпин однорічний та багаторічний, буркун білий і жовтий, сераделу, вику озиму та яру, пелюшку, горох тощо; злакові – жито озиме, райграс, підсівні злакові та бобові багаторічні трави (використовуючи перший укіс на корм тваринам, а отаву на добриво). Для використання на сидерат перспективні капустяні культури – ріпак

озимий і ярий, редька олійна, суріпиця, гірчиця біла, перко та інші швидкорослі культури – фацелія, овес, гречка, соя, люцерна, еспарцет тощо (рис. 2.5).



**Рис. 2.5. посіви сидеральних культур:** 1, 2 – суміш редьки олійної та гірчиці білої;  
3 – ріпак озимий; 4 – горох

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

Вибір культури на зелене добриво та економічна ефективність сидерації залежить від наявності та вартості посівного матеріалу, коефіцієнту розмноження насіння та технології вирощування. Капустяні (хрестоцвіті) культури й однорічні бобові трави в цьому плані поза конкуренцією.

Сидеральні пари в сучасному землеробстві слід розглядати як засіб його біологізації. Поліпшуючи поживний режим наступних культур сидерація позитивно впливає на біологічну активність ґрунту. Приорювання чи заробляння дисковими знаряддями в ґрунт свіжої зеленої маси, багатой на білки й вуглеводи, підсилює активність ґрунтових ферментів, зокрема, каталази на 17 %, інвертази

– на 27–5, протеази – 45, уреазы – на 52 %. Також підвищується активність ґрунтових мікроорганізмів, що підсилює обмінні процеси в ґрунті та позитивно впливає на основні показники його родючості.

За умов інтенсифікації галузі землеробства та попиту рослинницької продукції на ринку в структурі посівних площ близько 70 % займають просапні зернові та технічні культури – соняшник, кукурудза на зерно, ріпак озимий та ярий, буряки цукрові, соя тощо. Тому, в структурі попередників для пшениці озимої в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, чисті пари займають не більше 5–7 %, зайняті – 15–20 та непарові попередники – 70–80 %.

*Непарові попередники* – це сільськогосподарські культури, які пізно звільняють поле (серпень-вересень) і за сприятливих водних, поживних та світлових факторів життя рослин, відповідної технології вирощування формують від 10–12 т/га сухої речовини (пізні сорти гороху, соя, гречка) до 14–15 т/га (рання картопля, ріпак озимий та ярий), 18–20 т/га (кукурудза на силос, соняшник) та 20–25 т/га (буряки цукрові та кукурудза на зерно). За формування такої кількості сухої речовини сільськогосподарські культури виносять з ґрунту значну кількість поживних речовин (табл. 2.1).

Найбільшу кількість елементів живлення на 1 т сухої речовини виносить льон-довгунець – загальна кількість макроелементів (азот, фосфор і калій) складає близько 400 кг, у тому числі на утворення 1 т насіння використовується близько 220 кг і волокна – 180 кг NPK. Слід зазначити, що основна маса кореневої системи льону-довгунця розміщена в шарі ґрунту 0–50 см, звідки рослини використовують основну кількість вологи та поживних речовин, збіднюючи цей шар ґрунту на дані фактори життя рослин.

**Таблиця 2.1. Винос поживних речовин з урожаєм сільськогосподарських культур, кг на 1 т сухої речовини основної та побічної продукції**

| Сільськогосподарська культура | Елементи живлення |                               |                  | Всього NPK |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|------------------|------------|
|                               | N                 | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | K <sub>2</sub> O |            |
| Пшениця озима                 | 35                | 12                            | 25               | 172        |
| Жито озиме                    | 25                | 12                            | 26               | 63         |
| Льон-довгунець                | 180               | 93                            | 142              | 416        |
| Ячмінь                        | 25                | 11                            | 22               | 58         |
| Овес                          | 33                | 14                            | 29               | 76         |
| Кукурудза на зерно            | 34                | 12                            | 37               | 83         |
| Просо                         | 33                | 10                            | 34               | 87         |
| Гречка                        | 30                | 15                            | 40               | 85         |
| Горох                         | 66                | 16                            | 2                | 84         |
| Соя                           | 71                | 16                            | 18               | 105        |
| Соняшник                      | 60                | 26                            | 180              | 266        |
| Ріпак озимий                  | 49                | 23                            | 30               | 102        |
| Буряки цукрові                | 5                 | 2                             | 8                | 15         |
| Картопля                      | 6                 | 2                             | 10               | 18         |

На другому місці серед непарових попередників пшениці озимої за виносом елементів живлення на 1 т сухої речовини є соняшник, який споживає близько

270 кг NPK. Впродовж вегетативного періоду коренева система соняшника проникає у ґрунт на глибину 1,5–2,0 м й більше. У початкові періоди (до утворення 5–6 листків) вологу та поживні речовини рослин соняшника використовують з шару ґрунту до 40 см. На період утворення кошиків та їх цвітіння коренева система проникає на глибину більше 2,0 метрів. Встановлено, що на початку вегетації найбільш активною коренева система соняшника є у верхньому шарі ґрунту, тоді як у другій половині вегетації – в нижніх. Звідси, найбільш активно ґрунтові фактори життя рослин у першій половині вегетації використовуються з верхніх шарів ґрунту, які поновлюються за рахунок внесення мінеральних та органічних добрив під основний та передпосівний обробіток ґрунту, а волога поповнюється за рахунок весняно-літніх опадів.

У другій половині вегетаційного періоду найактивнішою коренева система соняшника є на глибині 60 см і глибше, звідки рослини цієї культури інтенсивно використовують земні фактори життя, особливо вологу й поживні речовини. В цей період за рахунок опадів, внесених мінеральних добрив під час догляду за рослинами, активній діяльності мікроорганізмів тощо, відбувається відновлення земних факторів життя рослин у верхній 0–40 см товщі ґрунту. Отже, соняшник упродовж вегетації інтенсивніше використовує поживні речовини й вологу з нижніх шарів, ніж з верхніх. Завдяки цьому соняшник не є критично негативним попередником для озимих зернових культур.

Цінність соняшника як попередника знижується через засмічення посівів сходами падалиці. Осипане насіння соняшника під час обробітку переміщується з ґрунтом та зберігається до весни й дає багаторазові сходи з другої декади квітня до середини червня, що ускладнює контролювання його й призводить до зниження врожаю пшениці озимої та інших наступних культур. Тому, поля після соняшника рекомендують залишати під чистий пар.

Важливим показником цінності попередника для озимих зернових культур є наявність доступної води в ґрунті на період їх сівби. Багаторічними дослідженнями кафедри землеробства та гербології НУБіП України визначено вплив різних попередників на запаси доступної води на період сівби пшениці озимої. Кращі умови вологозабезпечення культури спостерігались після гороху, гречки та ріпаку озимого, які не зважаючи на посушливі умови, що часто бувають на період сівби культури, залишили після себе достатню кількість доступної води в ґрунті для отримання сходів. Зокрема, короткий період вегетації та ранній строк збирання гороху й гречки вплинули на тривалість періоду, впродовж якого накопичувалася вода. Тоді як кукурудза на силос, соя та соняшник мали на 30–35 днів триваліший період вегетації та дещо пізніший строк збирання (I–III декада серпня – II декада вересня), що зумовило істотно менше (на 42–56 %) поповнення запасів води в ґрунті до сівби озимих порівняно з горохом. Ріпак озимий за рахунок раннього збирання і своєї могутньої кореневої системи, яка глибоко проникаючи в ґрунт, розпушує його підорний шар, дозволив зберегти воду в глибших шарах ґрунту на рівні контролю (табл. 2.2).

**Таблиця 2.2. Вплив попередника на вміст доступної вологи в полі пшениці озимої на період сівби, мм**

| Попередник         | Глибина відбору зразка | Вміст доступної вологи, мм |
|--------------------|------------------------|----------------------------|
| Горох              | 0–10                   | 11,9                       |
|                    | 0–100                  | 95,6                       |
| Гречка             | 0–10                   | 9,3                        |
|                    | 0–100                  | 80,2                       |
| Ріпак озимий       | 0–10                   | 11,3                       |
|                    | 0–100                  | 71,3                       |
| Кукурудза на силос | 0–10                   | 5,1                        |
|                    | 0–100                  | 53,6                       |
| Соя                | 0–10                   | 7,9                        |
|                    | 0–100                  | 40,5                       |
| Соняшник           | 0–10                   | 8,3                        |
|                    | 0–100                  | 58,7                       |

Соя – однорічна трав'яниста бобова рослина з прямостоячим, гілчастим, невилягаючим стеблом, середньою висотою 0–100 см. Коренева система стрижнева, добре розвинена, головний корінь відносно короткий. Від головного кореня у його верхній частині відходить бічне коріння, яке розміщується в шарі ґрунту 0–30 см і становить близько 60–70 % всієї маси коріння. На головному та бічних коріннях масово з'являються кореневі волоски, а при інокуляції активними штамми бульбочкових бактерій утворюються різної величини бульбочки, в яких відбувається біологічна фіксація азоту (рис 2.6). За вегетативний період симбіоз сої з бульбочковими бактеріями може фіксувати від 60 до 100–150 кг/га біологічного азоту в ґрунті. Проте, близько 50–60 % цього азоту культура соя споживає на свій ріст і розвиток.



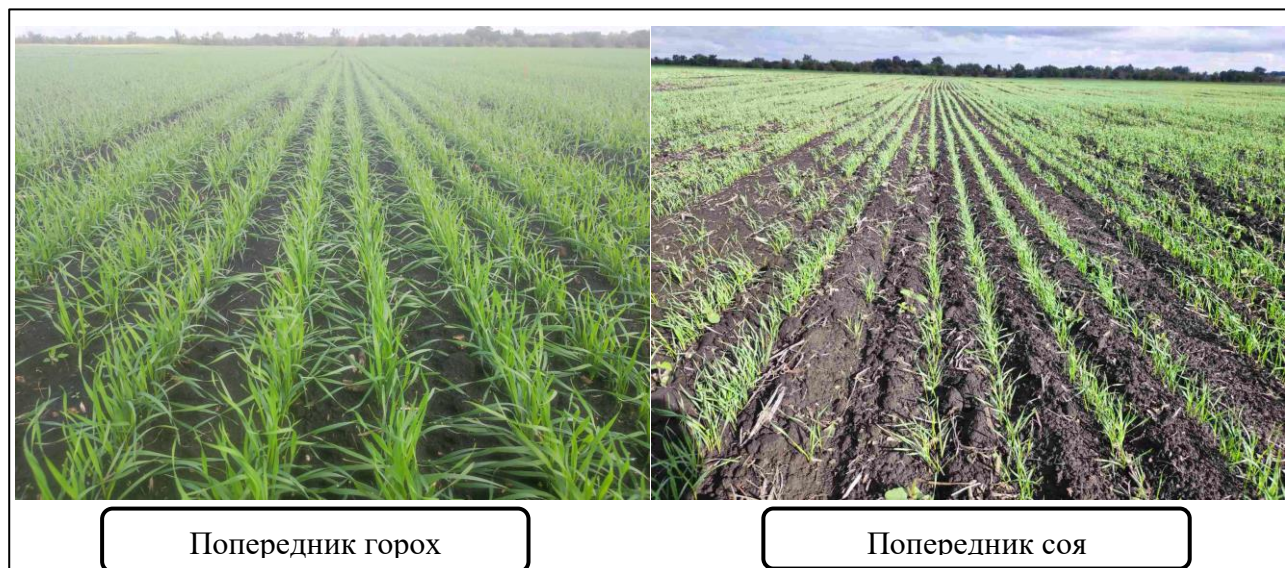
**Рис. 2.6. Розвиток бульбочкових бактерій на кореневій системі сої**

Автор фото: Танчик С. П.

Соя – вологолюбна рослина короткого дня. Після сівби насіння сої споживає не менше 130–160 % води від власної маси. Для отримання повних і дружніх сходів потрібен запас вологи в ґрунті близько 30 мм в шарі ґрунту 0–20 см. Критичний період сої по відношенню до вологи це період цвітіння – формування і утворення бобів. Звідси, соя найбільш інтенсивно використовує вологу з ґрунту в другій половині вегетаційного періоду. Ці витрати

здійснюються рослинами сої на транспірацію та процес фотосинтезу, а також випаровування ґрунтом, особливо в період дозрівання врожаю.

Отже, соя як бобова культура, зберегла функції бобової рослини з підвищення родючості ґрунту, особливо фіксації біологічного азоту. Проте, соя не є «вологонакопичувачем» і в посушливі роки не забезпечує отримання повних і дружніх сходів пшениці озимої, що веде до зниження її урожайності. Про це красномовно свідчать результати досліджень науковців кафедри землеробства та гербології НУБіП України. Відмічено суттєву різницю у розвитку сходів пшениці озимої висіяної в один і в той же час, але після різних попередників – гороху та сої. Після пізно зібраного попередника – сої, сходи озимини з'являлися на 3–4 дні пізніше, ніж після гороху, що потім позначилося і на продуктивності культури (рис. 2.7).



**Рис. 2.7. Стан сходів пшениці озимої висіяної після гороху та сої**

Автор фото: Павлов О. С.

Одним із найбільш поширених непарових попередників пшениці озимої в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України є кукурудза на силос. Висота рослин гібридів і сортів поширених в Україні здебільшого 150–250 см. Листки широкі, довгі, кількість їх на головному стеблі коливається від 10 до 25 і більше. Коренева система кукурудзи мичкувата, дуже розгалужена. На нижніх надземних вузлах стебла утворюються повітряні корені, які запобігають вилягання рослин, постачають рослині вологу та поживні речовини. Кукурудза, порівняно з іншими рослинами, має низький транспіраційний коефіцієнт (в межах 250–400). Проте, у зв'язку з тривалим вегетаційним періодом (90–150 днів) культура витрачає вологи досить велику кількість – від 3000 до 5000 т/га, особливо протягом 30-денного періоду, який починається за 10–12 днів до викидання волоті. Найкращі строки збирання кукурудзи на силос від середини молочно-воскової до воскової стиглості зерна. За результатами досліджень наукових установ порівняно високі й стабільні врожаї пшениці озимої після кукурудзи на силос отримують за сприятливих по зволоженню в осінній період умов. Також встановлено, що просапні культури (кукурудза, соняшник, буряки

цукрові, картопля тощо) мають велику перевагу в очищенні ґрунту й посівів від бур'янів. За дотримання належного фітосанітарного стану ці культури по відношенню до пшениці озимої наближаються до чистого пару. Другою загальною ознакою просапних культур є підвищена мікробіологічна активність ґрунту із-за систематичного досходового і післясходового рихлення посівів зубовими бородами та обробітку міжрядь культиваторами при догляді за рослинами. Тому, під просапними культурами активно відбувається мобілізація поживних речовин у результаті розкладу рослинних решток та органічних добрив.

Головним недоліком просапних культур є недостатня кількість доступної вологи в ґрунті на період сівби пшениці озимої, особливо після кукурудзи на зерно, та низька протиерозійна здатність цих культур.

Отже, якість попередників пшениці озимої оцінюють залишковими запасами доступної для рослин вологи і терміном для її відновлення до необхідних величин. Останнє залежить від строку збирання попередника – чим раніше він збирається, тим якість його краща завдяки тривалішому паруванию поля. Разом з цим вимоги пшениці озимої до попередників у різних ґрунтово-кліматичних зонах країни неоднакові. Вони зростають із заходу на схід та із півночі на південь.

До добрих непарових попередників пшениці озимої належать картопля ранніх сортів, особливо коли під неї вносять органічні добрива та старанно доглядають посіви. Проте, ранні сорти картоплі в господарствах зазвичай займають незначні площі й не відіграють істотної ролі як попередник при вирощуванні пшениці озимої. Більшої уваги заслуговують поля зайняті середньо-ранніми сортами картоплі, а в окремі роки за умов передчасного досягання і своєчасного збирання врожаю й пізньостиглі сорти картоплі. Дослідження показують, що з врожаєм бульб картоплі з поля виноситься значно менше азоту й інших елементів живлення, ніж з врожаєм зернових культур, кукурудзи чи соняшника. Тому, внесені під картоплю добрива проявляють значну післядію, що позитивно впливає на ріст, розвиток та врожайність наступної культури. Крім того, пшениця озима висіяна після картоплі менше уражується кореневими гнилями.

Дослідники вважають, що добрим попередником для пшениці озимої в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України є ріпак озимий, який відіграє в сівозміні фітосанітарну роль. Дещо гіршим попередником є ріпак ярий і льон олійний із-за пізніших строків їх збирання.

Із непарових попередників для пшениці озимої ряд дослідників рекомендують використовувати гречку, поле після якої залишається чистим від бур'янів та з сприятливим агрофізичним станом верхнього шару ґрунту, що забезпечує можливість мінімізації механічного обробітку.

Непарові попередники забезпечують позитивні результати за дотримання певних умов, зокрема, своєчасного і якісного збирання непарозаймаючих культур з метою проведення якісного основного й передпосівного обробітку ґрунту та створення хороших умов для сівби, що сприяє отриманню дружніх і

повних сходів пшениці озимої. Все це є запорукою високої продуктивності озимих зернових культур.

### 2.8.2. Ярі зернові культури в сівозміні

Найпоширенішими серед ярих зернових колосових в нашій країні є ячмінь ярий, пшениця яра та овес. Переваги цих культур, перед іншими зерновими, полягає у формуванні високих врожаїв за рахунок вологи нагромадженої у верхніх шарах ґрунту в осінньо-зимовий період та внесених добрив.

*Ячмінь ярий* характеризується середньою стійкістю проти посухи та вищою стійкістю проти суховіїв, порівняно з пшеницею ярого, що пов'язано з його швидшим дозріванням. Серед зернових культур він найбільш солестійкий. Ячмінь використовують на кормові цілі та пивоваріння.

За розміщення ячменю в сівозміні необхідно враховувати вимоги до агрофізичних властивостей ґрунту. Коренева система ячменю потребує рихлого вологого верхнього шару ґрунту, так як основна маса її розміщена в оброблювальному (орному) шарі. Тому, добрими попередниками для ячменю ярого є культури, які не переущільнюють оброблювальний шар ґрунту, багаті на поживні речовини та з хорошими фітосанітарними показниками (чистими від бур'янів, шкідників та збудників хвороб). Такі попередники повинні забезпечувати достатні запаси ґрунтової вологи на початок вегетації, оскільки нестача вологи в період сходи-колосіння гальмує появу сходів, знижує кустистість і озерненість колоса. Багато дослідників вважають, що весняні запаси ґрунтової вологи є визначальним фактором формування рівня продуктивності посівів ячменю ярого. Аналізуючи експериментальний матеріал минулих років можна стверджувати, що окремі попередники в різних ґрунтово-кліматичних зонах України неоднакові. Так, у Поліссі добрими попередниками ячменю ярого є картопля, ріпак ярий і озимий, льон, кукурудза і пшениця озима.

В Лісостепу найкращими попередниками ячменю ярого як за урожайністю зерна, так і за його якістю є буряки цукрові та кормові, зернобобові (перш за все соя) та соняшник. Слід пам'ятати, що соняшник після себе лишає падалицю, яку слід знищити. Незадовільним попередником для даної культури є кукурудза на зерно, яка є найбільш виснажливою на поживні речовини і вологу.

У степовій зоні України відносно високі врожаї ячмінь ярий формує після сої, баштанних культур, кукурудзи на силос, ріпаку озимого та ярого, соняшнику тощо. Найнижчі врожаї з низькою якістю формує ячмінь ярий після кукурудзи на зерно. Головною причиною є недостатні запаси доступної вологи в ґрунті і, як наслідок, знаходження елементів живлення у недоступній формі.

*Пшениця яра* в групі ярих зернових колосових в Україні займає незначні площі. Головною причиною цього є висока вибагливість культури до факторів життя та нижча урожайність зерна порівняно з пшеницею озимою. Проте, в останні роки пшениця яра переходить зі статусу страхової в основну культуру, вирощування якої націлене на виробництво високоякісного зерна для поліпшення борошномельних і хлібопекарських властивостей зерна пшениці озимої та виробництва макаронних виробів.

Серед ярих колосових культур пшениця є найбільш холодостійкою, високі температури витримує погано, вибаглива до вологи, за її нестачі рослина погано кущиться. В цілому яра майже вдвічі слабше кущиться, ніж пшениця озима. В перші тижні росту та розвитку повільно розвивається коренева система. Критичним періодом щодо вологи є фаза кущення і трубкування. Проте, в період наливу зерна пшениця краще ячменю переносить повітряну посуху.

У зоні Полісся пшеницю яру рекомендують вирощувати після люцерни, льону, картоплі, буряків кормових, ріпаку озимого та ярого, кормових культур.

Оскільки здатність до кущення та розвиток кореневої системи (особливо вторинних коренів), у пшениці ярої слабші, ніж в інших зернових культур, постає необхідність підбирати попередники, які нівелюють ці недоліки. В Лісостепу найкращим попередником пшениці ярої є зайнятий пар. Проте, цей попередник є головним при вирощуванні пшениці озимої. Тому під пшеницю яру має обмежене використання. Основні площі цієї культури рекомендують розміщувати після тих же попередників, що і ячмінь ярий. В західних районах лісостепової зони пшеницю яру доцільно розміщувати після картоплі, кукурудзи на силос та зерно, соняшника, буряків цукрових та кормових, ріпаку. У вигляді виключення її можна розміщувати після пшениці озимої та ярих зернових колосових. Всі вище перераховані попередники також можуть бути використані під пшеницю яру в центральних і південних районах Лісостепу, хоча кукурудза на зерно, буряки цукрові й соняшник у посушливі роки зумовлюють суттєве зниження продуктивності посівів пшениці ярої.

В той же час ряд вчених і виробників відмічають негативний вплив стерньових попередників на фітосанітарний стан посівів через значне поширення шкідників і збудників хвороб. Особливо помітно знижується урожайність та погіршується якість зерна при вирощуванні твердих видів пшениці ярої після пшениці озимої. Високі врожаї з хорошими якісними показниками зерна стримують після багаторічних бобових трав – люцерна та еспарцет. Крім збагачення ґрунту на азот бобові рослини сприяють знезараженню ґрунту від збудника гельмінтоспориозної кореневої гнилі, які витісняються сапрофітними мікроорганізмами.

У степовій зоні для пшениці ярої кращими попередниками є горох, соя, баштанні культури, кукурудза на силос, багаторічні бобові трави та культури вирощені на корм тваринам.

*Овес*, порівняно з ячменем і пшеницею ярими, менш вибагливий до ґрунтів і попередників. Більші площі вівса зосереджені в Поліссі України, де його розміщують після люцерни, картоплі, кукурудзи на силос, льону та кормових культур. За необхідністю цю культуру в сівоzmіні можна вирощувати і в повторних посівах, в яких зниження врожайності буде набагато меншим, ніж при вирощуванні повторно інших ярих колосових.

У Лісостепу України попередниками вівса можуть бути всі районовані в зоні просапні культури, зернобобові та озимі й ярі зернові колосові. За результатами досліджень наукових установ та виробників найкращим попередником вівса є горох, а серед просапних – картопля. Розміщення вівса після зернових колосових, як і повторне вирощування його, супроводжується помітним

зниженням урожайності цієї культури через високу ураженість рослин хворобами та поширення бур'янів.

Овес – одна з найбільш холодостійких ярих культур. Упродовж вегетації овес негативно реагує на підвищення температури, внаслідок чого затримується ріст кореневої системи і надземних органів. У період вегетації овес найкраще розвивається за температури 18–22° С. Для розвитку вівса сума ефективних температур протягом усього вегетаційного періоду має становити від 1500 до 1800° С. Овес вибагливий до вологи, від набухання зерна в ґрунті до отримання сходів культура поглинає 65 % вологи від його маси. Критичним періодом культури по відношенню до вологи є трубкування-викидання волотей, коли формуються генеративні органи рослин. У вівса досить високий коефіцієнт транспірації, який становить 400–520. У зв'язку з цим овес має обмежене поширення в зоні Степу. Кращими попередниками в цій зоні для вівса є культури, які сприяють збереженню вологи в ґрунті. До таких попередників відносяться чисті та зайняті пари, які, як правило, використовуються під пшеницю озиму.

### 2.8.3. Зернобобові культури в сівоzmіні

До групи зернових бобових культур відносяться горох, соя, сочевиця, квасоля, чина, нут, кормові боби, люпин, арахіс тощо. Цінність цих культур не обмежується тільки отриманням високоякісного зерна і рослинного білка. Вони важливі в контексті виробництва біологічного азоту, підвищення родючості ґрунту, що сприяє запровадженню зберігаючого землеробства й охороні навколишнього середовища.

У структурі посівних площ типових польових сівоzmіні зернобобові культури займають одне-два поля, що є оптимальним у співвідношенні зернових колосових та технічних культур.

Зернобобові культури відіграють важливу роль у поліпшенні родючості ґрунтів, особливо бідних дерново-підзолистих, піщаних і супіщаних Полісся України. Вони характеризуються цінною здатністю зв'язувати вільний азот повітря за допомогою бульбочкових бактерій і збагачувати ґрунт на азотні сполуки. Дослідженнями встановлено, що на 1 га площі після вирощування зернобобових рослин залишається в ґрунті до 50–100–120 кг/га азоту й значна кількість органічних речовин. Слід відмітити, що особливо збагачують ґрунти на органічну речовину зернобобові культури вирощені на зелене добриво (сидерати) – зокрема люпин.

Зернобобові рослини здатні поліпшувати структуру ґрунту збагачувати оброблювальний шар на фосфор, калій, кальцій, поліпшувати його хімічні властивості. Завдяки цьому вони є одним з найкращих попередників у сівоzmіні для зернових колосових і технічних культур.

Серед зернобобових є група рослин (люпин, кормові боби, горох), коренева система яких добре засвоює поживні речовини (особливо фосфор) з важкорозчинних сполук ґрунту. Це важливо з господарського погляду, що

сприяє економічному використанню фосфорних добрив без зниження урожайності цих культур.

Для зони Полісся найбільш підходящими зернобобовими культурами є люпин, кормові боби та горох. Ці культури вирощуються на продовольчі цілі, зелене добриво, зелений корм і силос у вигляді зернофуражу практично для всіх видів тварин. Хоча в останні роки в цій зоні суттєво зростають площі під соєю, особливо під ультра ранніми сортами.

Високі й сталі врожаї цих культур отримують на дерново-карбонатних і дерново-підзолистих ґрунтах, а також на добре окультурених середньо-важких суглинках з нейтральною рН – 6–7 та слабо кислою реакцією (рН – 5–6). За достатньої вологозабезпеченості та забезпеченості поживними речовинами зернобобові також вирощують на супіщаних ґрунтах.

Горох, люпин та кормові боби в зоні Полісся необхідно вирощувати після ячменю та пшениці озимих, кукурудзи, картоплі, буряків цукрових та кормових, а також після кормових культур. Непридатними попередниками для даних бобових культур є жито озиме, овес. Обумовлюється це тим, що рослини цих культур пошкоджуються стебловою нематодою, яка уражає й бобові культури. Слід відмітити, що дані культури вкрай негативно відносяться до повторного вирощування та розміщення після інших бобових. Тому, повертати їх на попереднє місце слід не раніше, ніж через три-чотири роки, що суттєво зменшить ризики ураження культури хворобами та шкідниками.

В зоні Лісостепу в районах достатнього (райони західних областей) та нестійкого (лівобережний Лісостеп) зволоження на чорноземах типових та звичайних, а також сірих лісових ґрунтах головними зернобобовими культурами є горох, соя, квасоля, сочевиця, вика та інші.

Високі та сталі врожаї гороху тут отримують після буряків цукрових, картоплі, соняшника та кукурудзи. Але треба знати, що горох після цих попередників значно засмічується бур'янами, внаслідок чого засмічуються наступні після нього культури – пшениця озима. Тому за цих умов попередники гороху мають бути чистими від бур'янів. У разі висіву гороху після соняшнику слід враховувати високі ризики розвитку падалиці цієї культури в посівах, а також, звернути увагу на додатковий захист культури від хвороб. Також, за розміщення гороху після перелічених вище просапних культур, слід не допускати залишків сульфонілсечовин у ґрунті (післядія гербіцидів), які могли бути внесені під попередник. Особливо ефект фітотоксичності цих гербіцидів посилюватиметься на кислих і лужних ґрунтах, а також за умов сухого вегетаційного періоду та зими з недостатньою кількістю опадів.

Одним з кращих попередників гороху є гречка та озимі зернові. Проте, ці попередники у бурякосіючих районах мають обмежене використання, так як пшениця озима використовується як попередник для буряків цукрових та соняшника, а гречка – попередник озимих та ярих зернових колосових (пшениці, жита, ячменю, тритикале). Окрім того, за розміщення гороху після гречки можливі проблеми з її падалицею, особливо за пізніх строків сівби культури.

Соя більш вибаглива до попередників, ніж горох. Соя на початкових етапах свого росту й розвитку має слабку конкуренцію з бур'янами за фактори життя,

особливо за світло, вологу та поживні речовини. За середнього рівня забур'яненості (30–50 шт./м<sup>2</sup>) урожайність зерна сої знижується на 40–50 %. Враховуючи цей критерій, кращими попередниками для сої є пшениця озима, ярі колосові, а також кукурудза на силос та зелений корм за інтенсивного захисту цих попередників від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб. До гірших попередників сої слід віднести кукурудзу на зерно, соняшник та буряки цукрові, які негативно впливають на водний та поживний режими, а також погіршення фітосанітарного стану поля.

Через небезпеку поширення хвороб і шкідників недоцільно вирощувати сою після бобових попередників – горох, квасоля, сочевиця, нут, вика та багаторічні бобові трави. Проте, за умов надійного захисту від шкідливих організмів у господарствах можливе вирощування даної культури впродовж двох-трьох років поспіль (Танчик С. П, Сінченко В. В., 2020). Але такі повторні посіви можна практикувати тільки на початку введення культури сої в сівозміну господарства. Оскільки в подальшому існує серйозний ризик зараження земель соєвою нематодою, яка за шкідливістю не поступається буряковій в посівах буряків цукрових чи ріпаку. Окрім того, існує небезпека поширення різних патогенів, зокрема, склеротиніозу, що може призвести до втрати врожаю культури до 20 %. Особливо це слід враховувати, якщо в сівозміні в якій розміщена соя, також присутні інші культури, схильні до цих хвороб, як от соняшник та ріпак.

Квасоля, сочевиця, нут вибагливі до родючості ґрунту й високі врожаї формують при розміщенні на добре оструктурених суглинкових чорноземах. Мало придатні для них дерново-підзолисті, супіщані та піщані ґрунти з підвищеною кислотністю (рН – 5–6). Високі врожаї цих культур одержують лише на чистих від бур'янів полях. Кращими попередниками для квасолі, сочевиці та нуту є озимі зернові (пшениця, ячмінь), дещо гіршими – ячмінь ярий, овес та кукурудза на зерно. Не слід вирощувати ці культури після соняшника і повторно висівати їх на одному полі, що призводить до посилення ураження хворобами і значного зниження врожаю.

У Степу найбільші площі серед зернобобових культур займають горох, соя, чина, сочевиця та нут. Найвищі врожаї цих культур у цій зоні забезпечують озимі зернові (пшениця, ячмінь), ячмінь ярий, овес та кормові культури. Характерною особливістю зернових бобових рослин є висока вибагливість до вологи.

Встановлено, що проростання насіння цих культур поглинає від 100 до 160 % води від їх маси. Тому, головне завдання попередників забезпечити повноцінне набухання, проростання, отримання повних і дружніх сходів зернобобових культур, створити умови для росту, розвитку і високої продуктивності вирощуваних культур.

#### **2.8.4. Круп'яні культури в сівозміні**

Основними круп'яними культурами в Україні є гречка, просо і рис.

Гречка – одна із скоростиглих польових культур, у більшості сортів вегетаційний період не перевищує 100 днів. Це дає змогу вирощувати гречку в

багатьох північних районах. Часто цю культуру використовують як страхову для пересівання загиблих озимих та ярих зернових.

Гречка – досить теплолюбна рослина. Її насіння проростає за температури 8–10° С, а дружнє проростання і поява сходів відбувається за температури 15° С і вище. Сходи чутливі до весняного похолодання й гинуть при зниженні температури до нуля – мінус 2° С. Гречка має високі вимоги до температури в період вегетації. Вона повільно росте й розвивається за температури нижче 13–15° С, але негативно реагує на підвищення температури у період цвітіння (вище 25° С). високі температури знижують виділення нектару, внаслідок чого погіршується запилення, зменшується озернення рослин. Оптимальна температура для плодоутворення 17–19° С.

Гречка одна з вологолюбних рослин. Вона потребує вологи в три рази більше, ніж просо, і удвічі більше, ніж пшениця. Транспіраційний коефіцієнт гречки становить 500–600. Для створення урожаю зерна 2,0 т/га і соломи 5,0 т/га їй потрібно до 3500 т води. Посіви гречки мають бути достатньо забезпечені вологою протягом усієї вегетації. Найбільшу кількість вологи (50–60 % від загальної потреби) рослини споживають під час масового цвітіння – плодоутворення. Цей період у гречки є критичним і за нестачі вологи відбувається різке зниження врожайності зерна.

Гречка невибаглива до ґрунтів. Підставою для цього є висока фізіологічна здатність кореневої системи гречки, яка за інтенсивністю поглинання поживних речовин з важкорозчинних сполук ґрунту переважає багато інших сільськогосподарських культур. Проте за масою кореневої системи в одиниці об'єму ґрунту гречка поступається іншим культурам. Наприклад пшениці в 2,4, ячменю – в 1,6 рази. Тому гречку слід вирощувати на родючих ґрунтах, які сприяють кращому розвитку її кореневої системи, посиленню засвоювальної здатності і, як наслідок, формуванню високого врожаю. Встановлено, що протягом 45 днів після сівби рослини гречки повинні засвоїти з ґрунту до 60 % від загальної потреби азоту і калію, та 40 % фосфору.

Гречка позитивно реагує на вирощування після тих попередників, які поліпшують азотне та калійне живлення рослин. Враховуючи це, у поліських районах гречку рекомендується в сівозміні вирощувати після люпину на зерно, зелену масу чи зелене добриво, удобрених картоплі та льону-довгунця.

В західних регіонах Лісостепу на чорноземних ґрунтах кращими попередниками гречки є картопля, зернобобові та ярі зернові, буряки цукрові та кукурудза.

О. С. Алексева (2003) рекомендує вирощувати гречку після сої, зернобобових культур (горох, сочевиця, чина, нут), удобреної картоплі.

У степових районах гречку слід розміщувати після пшениці озимої, сої та баштанних культур.



**Рис. 2.8. Фітосанітарний стан поля перед збиранням гречки**

Автор фото: Павлов О. С.

Гречка – добрий попередник озимих та ярих зернових культур, вівса, гороху, картоплі, буряків цукрових, кукурудзи та соняшника. Оскільки, на полях після її вирощування значно зменшується кількість бур'янів унаслідок більшої кратності проведених заходів передпосівного обробітку ґрунту та міжрядних розпушувань (за широкорядного способу сівби) та через відмінну її здатність пригнічувати бур'яни, що чудово видно на рисунку 2.8.

Просо, на відміну від гречки, краще витримує ґрунтовтому та повітряну посуху, відзначається високою жаростійкістю. Рослини проса економно витрачають вологу.

Для проростання насіння достатньо всього 25–30% води від його маси. Просо здатне формувати вузлові корені при мінімальній вологості ґрунту. Транспіраційний коефіцієнт проса низький (130–280). Слід враховувати, що просо відзначається високою посухостійкістю.

Просо вибагливе до поживних речовин. На формування 1 т зерна потребує 30 кг азоту, 14 кг фосфору і 35 кг калію. Коренева система проса відзначається недостатньою здатністю до засвоєння поживних речовин, тому останні мають бути в легкодоступній формі. Кращими ґрунтами для проса є чорноземні та каштанові ґрунти середнього і важкого механічного складу, а за умов достатнього зволоження – легкі ґрунти.

Просо належить до солевитривалих культур, не витримує кислих ґрунтів і найкраще росте за нейтральної реакції ґрунтового розчину (рН 6,5–7,5).

З урахуванням цього найвищі врожаї проса формує у зоні Лісостепу та Степу після буряків цукрових, картоплі, зернобобових (сої, гороху, люпину, чини, сочевиці, нуту), соняшника. У районах недостатнього зволоження Степу просо не варто розміщувати після культур, що дуже висушують ґрунт, а саме після суданської трави, кукурудзи на зерно, сорго, багаторічних бобових трав трьох-чотирьох річного використання. Окрім того, за вирощування проса після кукурудзи можливе значне пошкодження посівів такими шкідниками як кукурудзяний стебловим метеликом, що теж є однією з причин, чому не варто його вирощувати після цієї культури. Значно просо знижує урожай і в повторних посівах.

Небажаними для проса вважаються попередники, які залишають після себе поле з високою засміченістю ґрунту насінням малорічних просовидних бур'янів – курячого проса, мишію сизого тощо.

При оцінці придатності попередників слід враховувати можливість поширення шкідників, небезпечних для проса. Так, в дернині багаторічних трав створюються сприятливі умови для розмноження дротяників і травневого хруща, які під'їдають кореневу систему проса.

Вирішуючи питання про місце проса в сівозміні слід враховувати також вплив його на наступні культури. За інтенсивної технології вирощування просо залишає ґрунт чистим від бур'янів з більшим вмістом вологи і за цими показниками є хорошим попередником для соняшника, пшениці й ячменю озимого та ярого, баштанних тощо.

### 2.8.5. Кукурудза в сівозміні

Кукурудза є однією з найбільш високопродуктивних злакових культур універсального використання, яку вирощують на продовольчі, кормові та технічні цілі. В країнах світу для продовольчих потреб використовують близько 20 % зерна кукурудзи, технічних – 15–20 % і на корм тваринам – 60–65 %.

Кукурудза – однорічна, однодольна, роздільностатева, перехреснозапилна рослина родини злакових. Кукурудза теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння більшості гібридів і сортів 7–8° С, нормально розвинені і дружні сходи з'являються за температури ґрунту на глибині заробки насіння 8–10° С. Насіння кукурудзи висіяне в холодний і перезволожений ґрунт проростає повільно, уражається грибковими хворобами, втрачає польову схожість і сходи часто бувають зрізжені.

Кукурудза найкраще росте і розвивається за середньодобової температури близько 25° С. Високі температури (25–30° С) кукурудза добре витримує до цвітіння. Проте, якщо температура у період викидання волотей і з'явлення стовпчиків качанів перевищує 30–35° С різко порушується процес цвітіння і запліднення рослин. Життєздатність пилку триває 1,5–2,0 години, підсихають стовпчики качанів і внаслідок цього відбувається порушення запилення й запліднення генеративних органів, що веде до утворення череззерниці качанів. Тому затримка зі строками сівби також призводить до зниження продуктивності культури.

Ряд вчених відносять кукурудзу до посухостійких рослин, інші – до вологолюбних. Кукурудза від появи сходів до утворення генеративних органів може перебувати у стані в'янення, а при випаданні опадів відновлювати життєздатність і продовжувати вегетацію. Проте, після утворення волоті потреба кукурудзи у волозі різко зростає, досягаючи максимуму в період від початку цвітіння волоті до початку молочної стиглості. Триває цей період від місяця до півтора (залежно від терміну стиглості) і є найбільш критичним для кукурудзи за її потребою у волозі. В цей період кукурудза використовує близько 70 % вологи від загальної спожитої її кількості. Встановлено, що навіть короточасна (2–3 денна) ґрунтова посуха в період цвітіння та запилення приводить до зниження врожайності понад 20 %. На утворення одиниці сухої речовини кукурудза витрачає близько 250–400 одиниць вологи (транспіраційний коефіцієнт). Звідси впливає необхідність оцінювати попередники для

кукурудзи за залишковими запасами ґрунтової вологи, особливо в умовах нестійкого (Лісостеп України) й недоступного зволоження (Степ України). У зоні Полісся фактор вологозабезпеченості проявляється менше. Визначальним тут вважається фактор поживи через відносну бідність ґрунтів цієї зони на елементи живлення.

Кукурудза на зерно в різних районах країни є найпродуктивнішою культурою. Розширення її площі в сівоzmінах дає можливість збільшувати виробництво зерна без істотного зниження врожайності інших зернових культур. Кукурудза серед зернових найменше уражається кореневими гнилями, що сприяє оздоровленню ґрунтового середовища сівоzmінів.

У сівоzmінах Полісся кукурудзу на зерно та силос слід розміщувати після озимих та ярих колосових, картоплі, люпину на зерно та інших попередників залежно від конкретних умов господарства.

У Лісостепу кукурудзу на зерно та силос доцільно розміщувати після озимих та ярих зернових, картоплі, зернобобових, буряків цукрових і навіть повторно після кукурудзи на зерно. Проте, у повторних посівах кукурудзи слід запроваджувати ефективну систему захисту від бур'янів, шкідників та збудників хвороб, насамперед з кукурудзяним метеликом і сажкою.

У Степу кукурудза добре реагує на попередники, особливо у посушливі роки. Узагальнюючи дані наукових установ та передового досвіду господарств Степу можна зробити висновок, що в північних районах кукурудзу на зерно слід сіяти після пшениці озимої по парах, ярих зернових, ріпаку озимого, багаторічних трав, зернобобових культур і після кукурудзи.

У центральній частині Степу кукурудзу на зерно доцільно висівати після озимих зернових, які передували чисті та зайняті пари, ярих колосових, зернобобових, багаторічних трав не більше двох років використання і після кукурудзи.

У районах критичного півдня кукурудзу краще вирощувати після багаторічних культур і повторно після кукурудзи. Не рекомендується висівати цю культуру після проса через небезпеку ураження посівів кукурудзяним стебловим метеликом. Також несприятливими попередниками в районах із недостатнім зволоженням будуть суданська трава, сорго та соняшник.

#### **2.8.6. Буряки цукрові в сівоzmіні**

Буряки цукрові – одна з основних технічних культур. Вирощують їх як сировину для виробництва цукру. В процесі переробки буряків цукрових одержують побічні продукти – мелясу і жом.

Буряки цукрові – найкраще ростуть на ґрунтах чорноземного типу з глибоким гумусовим горизонтом і добрими агрофізичними властивостями. На сірих опідзолених ґрунтах також вирощують високі врожаї буряків цукрових вносячи підвищені норми органічних і мінеральних добрив. Менш придатні ґрунти з підвищеною кислотністю, солонцюваті, піщані та торфові ґрунти.

Буряки цукрові – вибагливі до вологи, поживних речовин та тепла. В районах вирощування культури сума опадів за рік має становити не менше

500 мм, а за вегетаційний період близько 300–350 мм. Для бубнявіння і проростання насіння потрібно 150–170 % води від його маси. Вибагливість до тепла характеризується сумою температур, вищою 10° С, яка становить 2500–3500° С.

Буряки цукрові потребують великої кількості поживних речовин. На утворенні 1 т коренеплодів і відповідної кількості гички вони виносять з ґрунту 5–6 кг азоту, 1,5–2 кг фосфору і 6–7,5 кг калію, а також значну кількість інших макро- і мікроелементів. На початку вегетації в них особливо велика потреба в азоті й фосфорі.

У зв'язку з цим, переважна більшість дослідників і виробничників відносять зону Лісостепу України до найбільш відповідної біологічним вимогам цієї культури. Тому основні площі вирощування буряків цукрових в Україні розміщують у цій зоні після пшениці озимої. Слід пам'ятати, що буряки цукрові надзвичайно реагують не тільки на попередник, а й передпопередник, тобто, на ланку сівозміни. Кращими ланками сівозміни є: багаторічні бобові трави – пшениця озима – буряки цукрові (за достатнього зволоження); чистий пар – пшениця озима – буряки цукрові (в районах Лісостепу з недостатнім зволоженням); зайнятий пар – пшениця озима – буряки цукрові; горох – пшениця озима – буряки цукрові.

Слід зважати на те, що буряки цукрові вкрай негативно реагують на повторне вирощування, окрім того, повертати на попереднє місце їх бажано не раніше ніж через 3–4 роки, що пов'язано із суттєвим погіршенням фітосанітарного стану (спеціалізовані бур'яни, шкідники та хвороби). За присутності в ґрунті нематоди термін повернення цієї культури на попереднє місце може становити, залежно від рівня зараження, до 5–7 років.

За даними дослідників з Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції за розміщення буряків цукрових у коротко ротаційних сівозмінах кращі умови для росту та розвитку культури створюються тоді, коли площі під буряками в структурі не перевищують 25 %.

### **2.8.7. Соняшник у сівозміні**

Соняшник – основна олійна культура України. Насіння його районованих сортів і гібридів містить 50–52 % олії, а селекційних – до 60 %. Соняшник дає найвищий вихід олії з одиниці площі – 750 кг/га в середньому по Україні.

Побічні продукти насіння соняшнику – макуха при пресуванні й шрот при екстрагуванні, що є цінним концентрованим кормом для тварин.

Насіння соняшнику проростає за температури 3–5° С. Оптимальна температура проростання 20° С. При цій температурі сходи з'являються на 7–8-й день. Сума активних температур від сівби до сходів становить 140–160° С, а ефективних за вегетацію – від 1600 до 1800° С для ранньостиглих і від 2000 до 2300° С для пізньостиглих гібридів.

У фазі цвітіння і в наступний період найсприятливішою є температура 25–27° С. Підвищення температури до 30° С і вище негативно впливає на рослини, особливо в період цвітіння, а при 40° С припиняється фотосинтез. Весняні

заморозки до мінус 5–6° С не завдають істотної шкоди рослинам, проте затримують і послаблюють їх ріст і розвиток. Осінні заморозки до мінус 3° С спричиняють загибель рослин.

Соняшник – посухостійка рослина. Коефіцієнт водоспоживання становить 450–570, а в пізньостиглих гібридів підвищується до 700. Соняшник задовольняє потребу у волозі завдяки розвиненій кореневій системі, яка глибоко проникає в ґрунт. За період вегетації соняшник використовує від 3000 до 6000 т води з 1 гектара. Критичними періодами соняшнику до наявності в ґрунті вологи є фази утворення кошику та цвітіння, коли рослини культури використовують близько 60 % запасів доступної вологи з ґрунту. При нестачі води в цей період різко знижується його врожайність, збільшується пустозерність.

Соняшник вибагливий до родючості ґрунтів. Найбільш придатними для нього є чорноземи звичайні та типові з нейтральною (рН 6,7–7,2) або слаболужною реакцією ґрунтового розчину. На цих ґрунтах, а в лісостепових районах і на сірих лісових, розміщуються основні площі посівів соняшнику в Україні. На важких безструктурних ґрунтах соняшник росте дуже повільно, особливо в перший період росту й розвитку. Малоприсадибні для соняшнику легкі піщані, солонцюваті й кислі ґрунти.

Однією з головних умов, що забезпечують добрі та сталі врожаї соняшника, є дотримання мінімального періоду повернення на місце попереднього вирощування, який в ідеальних умовах повинен становити не менше ніж 7 років. Це зумовлюється фітосанітарним станом, особливо небезпекою поширеності різноманітних шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та хвороб), зокрема, вовчку соняшникового, амброзії полинолистої, соняшникової молі, несправжньої борошнистої роси, білої гнилі та ін. Проте, згідно наших та досліджень інших наукових установ і виробників, у сучасних умовах вдалий підбір гібридів та удосконалення технології вирощування даної культури дозволяє скоротити період повернення її на попереднє місце до 4–5 років (бажано 5) без суттєвої втрати врожайності. Зниження урожайності соняшнику за його повернення на те ж поле в сівоzmіні через рік, порівняно з п'ятирічним терміном, за усередненими даними може становити 50 % і більше.

Соняшник серед інших районованих в Лісостеповій та Степовій зонах технічних культур найслабше реагує на попередники. Багато вчених та виробників пояснюють цю особливість добре розвинутою кореневою системою, яка проникає глибоко (від 1,0 до 2,0 і більше метрів) вниз і добре розгалужується.

Проте, на утворення повноцінного врожаю насіння соняшник використовує багато вологи з глибинних (понад 1 м) шарів ґрунту. Тому для нього небажаним є попередники, які висушують ґрунт на велику глибину. В бурякосійних районах до таких культур відносять буряки цукрові, які залишають після себе найменше ґрунтової вологи, наслідком чого є низькі врожаї насіння соняшника.

Отже, в Лісостепу України до кращих попередників соняшника відносять озимі зернові (пшениця, ячмінь та жито), гречка, просо, картопля, зернобобові, до задовільних – ярі колосові (ячмінь, пшениця, тритикале, овес), повторні посіви озимих зернових та ріпак.

У степовій зоні України кращими попередниками соняшника є пшениця озима, яку сіяли по зайнятому пару, зернобобові та баштанні культури. Дещо менші врожаї соняшник формує після ярих зернових (ячмінь пшениця, тритикале, овес), просо, ріпак та повторних посівів озимих зернових.

Недоцільно в цих зонах вирощувати соняшник після кукурудзи на зерно та буряків цукрових.

### 2.8.8. Картопля в сівозміні

Картопля – один з важливих продуктів харчування людини, сировина для крохмале-патоквої і спиртової промисловості, а також цінний корм для тварин. Рослина світло й вологолюбна, вибаглива до родючості ґрунту, високі температури впливають на неї негативно. Найкращими ґрунтами для картоплі є родючі й достатньо зволожені легкі супіски та суглинки, легкі чорноземи, осушені торфо-болотні та зрошувані землі, а також заплави. Непридатні для неї важкі суглинки та засолені ґрунти. Найкраще формується врожай картоплі за слабокислої реакції ґрунтового розчину (рН 5,0–6,5). За рівня рН нижче 4,5 і вище 8,0 вона росте погано.

Картопля досить вибаглива до вологи, оскільки формує велику надземну масу за недостатньо розвиненої кореневої системи. Тому висока продуктивність її відбувається лише за вологості ґрунту в період вегетації не менше 75–80 % найменшої польової вологоємності. Критичним періодом картоплі до вологи є початок цвітіння-формування бульб. Транспіраційний коефіцієнт картоплі становить 400–550. Тому картопля є типова культура зони Полісся України.

Картопля досить вибаглива до елементів живлення. За урожайності бульб 20 т/га і 8 т/га надземної маси вона виносить з ґрунту 100–110 кг азоту, 40–50 кг  $P_2O_5$  і 110–120 кг/га  $K_2O$ . Тому, бідні ґрунти малоприсадибні для її вирощування. Особливо вибаглива картопля до елементів живлення під час цвітіння й утворення бульб. Тому під картоплю вносять високі норми добрив. Однак не всі форми добрив позитивно впливають на врожай та якість бульб. Найкращі результати при вирощуванні картоплі отримують за внесення органічних добрив (гній, гноєкомпости, сидерати тощо). Мінеральні добрив доцільно вносити із розрахунку запланованого врожаю. Слід пам'ятати, що за надмірного живлення азотом сильно розростається вегетативна маса, затримується утворення бульб, подовжується вегетативний період, спостерігається дуплистість бульб. Встановлено, що на створення одиниці врожаю картопля найбільше потребує калію. Однак не всі форми калійних добрив позитивно впливають на врожай і якість бульб. Добрива, що містять багато хлору, викликають плямистість листя, ослаблення фотосинтезу та зниження врожайності й вмісту крохмалю в бульбах. Під дією хлору погіршуються смакові якості бульб, у них з'являється неприємний запах.

Надмірне внесення фосфору зумовлює передчасне відмирання вегетативної маси, листя, внаслідок чого знижується інтенсивності фотосинтезу.

Науковими дослідженнями і практикою встановлено, що в регулюванні земних факторів життя картоплі (водний, поживний, повітряний режими)

надзвичайна роль належить попередникам. Найкращими попередниками в районах вирощування картоплі є озимі зернові (пшениця, жито, ячмінь), які висівали після багаторічних бобових трав, зернобобових та зайнятих парів. Хороші врожаї картоплі можна отримати за вирощування її після ріпаку та гірчиці на товарні посіви, а також, у разі використання цих культур на сидерати (сидеральні пари), що відбувається за рахунок позитивного впливу цих попередників на фітосанітарний стан поля. Добрими попередниками картоплі є удобрені ярі зернові (ячмінь, пшениця), гречка, льон, баштанні культури. Картопля відноситься до культур, яка порівняно з іншими слабше реагує на повторне вирощування в сівозміні. Проте, в такому разі необхідно ретельно регулювати фітосанітарний стан посівів – шкідників (колорадський жук, дрітляники), хвороб (фітофтора, парша бульб, суха гниль, нематоди) та бур'янів.

Не доцільно вирощувати картоплю після багаторічних бобових трав двох і більше років використання, виникає загроза значного пошкодження бульб ґрунтовими шкідниками, особливо дрітляниками. Не варто розміщувати картоплю після буряків цукрових через можливість ураження культури ризиктоніозом та можливою післядією гербіцидів, внесених під попередник.

Картопля – один з кращих попередників у сівозміні для ярих колосових, зернобобових, круп'яних, льону-довгунця та інших.

### 2.8.9. Льон у сівозміні

Найбільше господарське значення в Україні має льон-довгунець та льон-олійний.

Льон-довгунець – головна прядивна культура, у стеблах якої утворюється 25–30 % волокна з високими технологічними властивостями – гнучкість, тонина і висока міцність. Це провідна культура Полісся.

Льон-довгунець – рослина помірного клімату. Його насіння починає проростати за температури ґрунту 3–5° С, а дружні сходи з'являються, коли ґрунт прогрівається до 7–9° С. У період вегетації краще росте за температури 15–18° С. За жаркої погоди (понад 22° С) гальмується ріст стебел і погіршується якість волокна. Оптимальна сума температур протягом вегетації становить 1800–2000° С.

Льон-довгунець – культура вибаглива до вологи. Насіння проростає при поглинанні води близько 100 % від власної маси. Критичний період у забезпеченні водою настає від висівання насіння до бутонізації й цвітіння рослин.

Льон-довгунець росте на ґрунтах з нейтральною або слабкою реакцією ґрунтового розчину (рН 5,5–6,5), достатньою вологоємністю, які не запливають і не забур'янені. Несприятливими для нього є ґрунти із вмістом гумусу менше 2 %, середні суглинки і суглинкові супіски. Малопридатні для льону легкі піщані й супіщані ґрунти, а також важкі суглинки й глинисті ґрунти. Не слід вирощувати льон-довгунець на ґрунтах з великою кількістю вапна, так як утворюється грубе й крихке волокно.

Виходячи з цього кращими попередниками для льону-довгунця є багаторічні бобові трави не більше дворічного використання, озимі зернові (пшениця, ячмінь, жито), зернобобові (люпин, горох, соя), картопля, ріпак. Малопридатні кукурудза й соняшник. Повертати на попереднє місце його слід не раніше ніж через 6–7 років через ризик ураження посівів збудниками фузаріозу, антракнозу й поліспорозу. Позитивно льон-довгунець реагує на впровадження перед його вирощуванням проміжних сидеральних культур у разі розміщення після зернових.

Льон-олійний є сировиною для виробництва технічної олії. Насіння його містить близько 50 % жиру, який швидко висихає, утворюючи тонку гладеньку блискучу плівку.

Льон-олійний – дуже вимогливий до тепла. Це культура південних регіонів Лісостепу та Степу України. Для повного росту і розвитку рослин, досягання насіння олійного льону потрібно не менше 80–90 безморозних днів.

До вологи олійний льон менш вимогливий, ніж довгунець, проте коефіцієнт транспірації у нього досить високий – 420–700.

Коренева система льону розвинена порівняно слабо, але всмоктувальна її здатність дуже висока. Найбільше води використовує з шару ґрунту 0–50 см. Характерною ознакою розвитку кореневої системи льону є її невинний ріст углиб майже до кінця вегетації. Це дає змогу рослинам застосовувати воду після цвітіння з більш глибоких шарів ґрунту й краще витримувати посуху порівняно з іншими культурами.

Льон-олійний дуже вибагливий до родючості ґрунту. На утворення одиниці сухої речовини він витрачає поживних речовин удвічі більше, ніж зернові колосові хліба. На утворення 1 т насіння з відповідною кількістю побічної продукції льон виносить з ґрунту 76 кг азоту, 24 кг фосфору і 55 кг калію. Елементи мінерального живлення він засвоює не рівномірно: спочатку повільно, а у фазі бутонізації посилено. Наприкінці цвітіння ріст рослин та засвоєння ними поживних речовин уповільнюється, а на початку утворення насіння припиняється. Кращими ґрунтами для нього є чорноземи і каштанові.

До кращих попередників льону-олійного більшість дослідників і виробників відносять пласт багаторічних бобових трав, озимі та ярі зернові, зернобобові, баштанні культури, картоплю. Не рекомендується сіяти льон після соняшника та ріпак, а також повторно після льону. У сівоzmіні льон доцільно повертати на попереднє місце не раніше 5–6 років. Льон-олійний – добрий попередник для озимих та ярих культур.

#### **2.8.10. Ріпак у сівоzmіні**

В Україні, після соняшника, другою олійною культурою є ріпак. Продукти переробки насіння характеризується універсальністю використання в різних галузях народного господарства. Вихід олії з насіння ріпаку становить 38–40 %.

Вона має підвищену біологічну цінність і за смаковими та поживними якостями прирівнюється до соняшnikової і соєвої. Ріпакова макуха за кормовими цінностями, вмістом лізину та інших амінокислот наближається до соєвої та лляної.

Розрізняють дві його форми: ріпак озимий та ріпак ярий.

Ріпак озимий виділяється найнижчою зимостійкістю. Цим пояснюється найбільше поширення посівів цієї культури у районах із м'якими зимами і достатнім сніговим покривом. До таких районів відноситься Лісостеп, особливо Правобережний, та північний Степ України. Озимий ріпак дуже вибагливий до родючості ґрунтів. Високі врожаї насіння він забезпечує на добре окультурених ґрунтах із високим вмістом елементів живлення. Найкращими для нього є чорноземи, темно-сірі та сірі опідзолені ґрунти. Особливо вимоглива ця культура до азотного і калійного живлення.

Кращими попередниками для ріпаку озимого є багаторічні бобові трави (після одного укусу останнього року використання), зернобобові, озимі та ярі зернові, вико-вівсяна та горохово-вівсяна сумішки. Одним з найкращих попередників для ріпаку озимого є горох, який рано звільняє поле та залишає після себе мало рослинних решток, що важливо для якісної сівби цієї дрібнонасінної культури. З цих міркувань картопля ранніх сортів (особливо якщо під неї були внесені органічні добрива) також є добрим попередником ріпаку озимого.

Повторне розміщення ріпаку озимого на тому ж полі можливе лише через 4–5 років, що пов'язано з розвитком хвороб та шкідників, а також через проблему падалиці самого ріпаку. Не варто розміщувати ріпак раніше ніж через 4 роки на полях, де вирощували інші хрестоцвіті культури та соняшник. Не варто розміщувати ріпак після буряків цукрових, і навпаки, через ризик ураження нематодою. За розміщення ріпаку в сівозміні слід враховувати й те, що це перехреснозапилна культура й потребує повної просторової ізоляції від інших капустяних або її сортів чи гібридів з високим вмістом ерукової кислоти. Відстань між ними має становити не менше 500 м.

Слід пам'ятати, що ріпак озимий розвиває потужну кореневу систему, яка глибоко проникає в ґрунт (до 3 м). Завдяки цьому утворюються повітряні проходи і ґрунт розпушується природним шляхом. Ця культура поліпшує структуру ґрунту і фітосанітарний стан поля, підвищує його родючість і очищує від бур'янів. Тому він є добрим попередником для пшениці озимої, ярих колосових, кукурудзи та інших культур.

В центральній та північній частині Лісостепу, в Північному Степу все більшого поширення набувають посіви ярого ріпаку. Ріпак ярий вибагливий до вологи, особливо на початку росту.

Для ріпаку ярого діють ті ж самі обмеження щодо попередників та термінів повернення культури на попереднє місце, що й для озимого. Встановлено, що ріпак ярий високі врожаї формує на чорноземних ґрунтах після озимих та ярих

зернових, зернобобових та кормових культур. Суттєве зниження врожайності відбувається після просапних культур – кукурудзи, соняшника, буряків цукрових. В той же час ріпак ярий є хорошим попередником для озимих та ярих зернових та кормових культур, оскільки його рештки після збирання врожаю краще піддаються деструкції та в подальшому швидше віддають поживні речовини назад в ґрунт. Ярий ріпак залишає після себе більш пухкий ґрунт, ніж озимий.

### 2.8.11. Багаторічні трави в сівоzmіні

Багаторічні трави в різних типах сівоzmінів вирощують зазвичай від одного до чотирирічного терміну використання. За видовим складом це бобові культури верхового типу – конюшина лучна, люцерна і еспарцет.

Окрім високої кормової цінності багаторічні бобові трави відіграють важливу агротехнічну роль, яка є багатогранною. Вони є джерелом надходження органічної речовини в ґрунт за рахунок післязбиральних решток. Якщо горох після себе в товщі ґрунту 0–40 см залишає від 1,0 до 2,0 т/га післязбиральних решток, то після люцерни їх маса буде в межах 5,2–6,0 т/га. Встановлено, що кількість післязбиральних решток зростає при збільшенні строку використання багаторічних трав з одного до трьох-чотирьох років.

Залишаючи після себе багато рослинних решток багаторічні трави позитивно впливає на баланс гумусу в ґрунті. Встановлено, що щорічні втрати гумусу під посівами багаторічних бобових трав складають близько 0,2 т/га, а утворюється за рахунок гуміфікації рослинних решток від 1,0 до 2,0 т/га гумусу. Позитивний баланс гумусу в оброблюваному шарі складає 1,0–1,5 т/га, в той час як у посівах інших культур зерно-просапних сівоzmінів без використання органічних добрив баланс гумусу від’ємний.

За рахунок багатих азотом рослинних решток бобові багаторічні трави позитивно впливають і на баланс азоту в ґрунті. Дослідженнями встановлено, що якщо в Лісостепу України з рослинними рештками гороху в ґрунт потрапляє від 35 до 45 кг/га азоту, то з рослинними рештками люцерни 2-х річного використання цей показник у 2–2,5 рази вищий і складає від 68 до 107 кг/га.

Багаторічні бобові трави відіграють велику роль у захисті ґрунту від ерозії, сприяють поліпшенню структури ґрунту і його фітосанітарного стану. Конюшину, люцерну й еспарцет слід розглядати як фітоценотичний засіб захисту посівів від бур’янів, використовуючи високу конкурентну здатність трав до небажаної рослинності.

Багаторічні бобові трави знижують ураженість хворобами наступних рослин сівоzmіни.

Видовий склад та технологія вирощування багаторічних бобових трав визначаються природно-економічними зонами країни. Так, в зоні Полісся найбільш поширені конюшина та люцерна, в Лісостепу переважає люцерна, а в

його південних районах – еспарцет. В Степу України з багаторічних бобових трав вирощують переважно еспарцет, а в північних районах зони люцерну.

Вирощування багаторічних трав можливе двома способами – в чистому вигляді (безпокровний спосіб) та з підсівом під інші культури (підпокровний спосіб). За умови розміщення багаторічних трав у польових сівоzmінах найчастіше практикують підпокровний спосіб їх вирощування. Проте, в сучасних умовах найбільш доцільним є вирощування багаторічних трав безпокровним способом у кормових сівоzmінах для отримання максимальної їх продуктивності. У польових сівоzmінах багаторічні бобові трави доцільно використовувати протягом двох років на три-чотири укоси. Трирічне і чотирирічне використання багаторічних бобових трав, особливо люцерни й еспарцету, доцільне в ґрунтозахисних та кормових сівоzmінах.

Багаторічні бобові трави найчастіше сіють у сівоzmіні під покрив ярих колосових, зокрема, ячменю та пшениці ярих, вівса, а також, однорічних трав, та кукурудзи на зелений корм. У разі використання ячменю як покривної культури для багаторічних трав необхідно уникати висівання низькостеблих його сортів, оскільки трави часто його переростають (особливо в зволожені роки), що призводить до труднощів зі збиранням покривної культури та зменшення її урожайності. Також не варто підбирати схильні до вилягання сорти покривних культур, оскільки це знижує урожайність багаторічних трав із-за їхнього зрідження. Доброю покривною культурою для люцерни, еспарцету, козлятнику в південних районах є просо.

За даними вчених та виробників, окрім ярих колосових хорошою покривною культурою для багаторічних бобових трав є однорічні трави на корм за умови збирання їх не пізніше початку колосіння злаків і висотою їх не більше 50 см. Ефективним є підсівання конюшини, а також люцерни, еспарцету, галеги (козлятнику східного) лядвенцю і травосумішей під вико-вівсяну суміш, висіану із зниженими нормами висіву вики (80 кг/га) і вівса (40 кг/га), або під кукурудзу на зелений корм.

У разі вирощування багаторічних трав з підсівом під інші культури сівбу їх проводять у кращі агротехнічні строки для покривних культур. Щоб зменшити негативний вплив на трави покривних культур, норму висіву їх знижують на 20–30 % від повної, окрім проса.

Проте, за недостатньої кількості доступної вологи у верхньому шарі ґрунту та підвищенням температурного режиму часто під покривом отримуємо зріджені сходи багаторічних трав та їх пригнічення. Тому, у зв'язку із зміною клімату, конюшину, люцерну і еспарцет доцільно висівати у чистому вигляді без покривних культур. Трави без покриву ростуть набагато краще, своєчасно проходять етапи органогенезу. Так, за даними Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН, люцерна під покривом проходить тільки 3–4 етапи органогенезу. На чистих від бур'янів безпокровних посівах вона сягає фази цвітіння і навіть утворює плоди, тобто досягає VIII–XI етапів органогенезу.

Найчастіше сівба багаторічних бобових трав за безпокровного вирощування відбувається у ранньовесняний період. Проте, за такого способу вирощування багаторічних трав слід пам'ятати про контроль бур'янів, які можуть нанести суттєвої шкоди посівам. Тому, майже завжди при весняній безпокровній сівбі багаторічних трав практикують внесення гербіцидів. Кращими попередниками для багаторічних бобових трав у чистих посівах за умови весняної їх сівби є просапні культури – кукурудза на силос та зерно, соняшник, буряки цукрові та картопля. Проте слід пам'ятати, що із-за великої кількості побічної продукції кукурудзи на зерно не завжди можлива якісна сівба насіння багаторічних бобових трав на оптимальну глибину. Можна їх висівати й після озимих та ярих зернових колосових – пшениці, ячменю та ін. Мінімальний термін повернення багаторічних бобових трав на попереднє місце становить 3–4 роки. Також не доцільно їх вирощувати після інших бобових культур.

За умов наявності достатніх запасів продуктивної вологи в ґрунті можливі післяукісна чи післяжнивна сівба багаторічних трав після збирання озимих проміжних і ярих ранніх сумішей, які добре очищають ґрунт від бур'янів. Сівбу багаторічних трав у цьому випадку можна проводити наприкінці травня – на початку червня в зоні Полісся, середині червня – кінці липня – Лісостепу та першій і другій декадах серпня в зоні Степу. Спостереження показують, що післяукісні посіви люцерни після озимих проміжних не набагато поступаються перед весняними безпокровними, а за загальним збором продукції з урахуванням проміжної культури значно переважають весняні.

Сівба конюшини, люцерни, еспарцету без покровних культур забезпечує якісні й повні сходи, що створює сприятливі умови для росту і розвитку культурних рослин та використання травостою протягом від трьох до п'яти років.

### 2.8.12. Проміжні культури в сівозміні

Сільськогосподарська культура, яка займає поле сівозміні більшу частину вегетаційного періоду називають основною. Після збирання багатьох з них, за наявності вологи та поживних речовин у ґрунті, можна в той же рік вирощувати рослини для одержання додаткової продукції.

Сільськогосподарська культура, яка вирощується на полі сівозміні, коли воно вільне від основної культури, називається проміжною культурою.

Проміжні посіви використовуються для підвищення продуктивності оброблювальних земель. За рахунок проміжних культур з одиниці площі можна зібрати два, а за умов достатнього зволоження або при зрошенні – три врожаї на рік. Коефіцієнт використання оброблювальних земель зростає у півтора-два рази.

Найкращі умови для отримання врожаю проміжних культур складаються в західному Лісостепу України. В цих районах створюються сприятливі умови з водного, теплового та поживного режимів, що за рахунок впровадження

проміжних посівів дозволяє підвищити продуктивність кормових сівозмін на 20–27 %.

Вирощування в проміжних посівах сільськогосподарських культур підвищує коефіцієнт використання сонячної радіації, внаслідок чого продуктивність гектара оброблювальних земель зростає у півтора-два рази. Після збирання проміжних культур близько 30–40 % побічної продукції залишається в ґрунті у вигляді післяжнивних-кореневих решток, за рахунок чого активізуються мікробіологічні процеси, поліпшуються агрофізичні властивості, відновлюється родючість ґрунту, поліпшується його захисна функція, а також екологічний стан навколишнього середовища та підвищується урожайність послідовних сільськогосподарських культур.

В сівозміні з проміжними посівами протягом вегетаційного періоду краще використовується вода опадів, знижується випаровувальна здатність ґрунтового середовища та коефіцієнт водоспоживання культурними рослинами, що в умовах дефіциту ґрунтової вологи має немаловажне екологічне значення.

Під покривом проміжних посівів ґрунт менше піддається ерозійним процесам, захищається від прямих сонячних променів, створюється підвищена вологість у приземному шарі повітря.

Проміжні культури у сівозмінах – надійний захід захисту посівів від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Наявність проміжних посівів у сівозміні сприяє очищенню ґрунту від насіння бур'янів, яке сходить одночасно з висіяною культурою. Проте, за відносно короткий період вегетації повністю закінчити свій життєвий цикл з утворенням насіння рослин не встигають. Крім того, сходи бур'янів у добре розвиненому травостої проміжних посівів розвивається слабко і не в змозі сформувати повноцінне насіння.

Фітосанітарна роль проміжних посівів полягає і в тому, що вони знижують ураженість наступних культур у сівозміні різними хворобами і шкідниками. За вирощування проміжних культур на зелене добриво значно покращується фітосанітарний стан полів, завдячуючи очищенню ґрунтового середовища від насіння бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

Проміжні культури, крім агротехнічного, мають велике господарське значення, їх використовують на зелений корм, для заготівлі сінажу, силосу, трав'яного борошна, на зелене добриво (сидерати). У проміжних посівах вирощують культури з коротким вегетаційним періодом – гречка, просо, зернобобові, ріпак, гірчицю, редьку олійну, кукурудзу та однорічні трави на зелений корм, зеленні овочі тощо.

При вирощуванні двох врожаїв за рік раціональніше використовують техніку, робочу силу, осушені та зрошувані землі, одержують додаткову продукцію при менших затратах праці й коштів. Залежно від біологічних особливостей та технології вирощування проміжні культури поділяють на післяжнивні, післяурожайні та підсівні.

*Післяжнивні культури* – це проміжні культури, які вирощують і збирають на полі сівозміни після вирощування основної в тому самому році (ДСТУ 4691:2006).

Розміщують післяжнивні посіви переважно після озимих та ярих зернових колосових, рідше після зернобобових, ранньої картоплі та інших культур, термін збирання яких припадає приблизно на середину літа (липень місяць). Для одержання зеленої маси на зелене добриво або годівлю тварин кращі наслідки забезпечує ярий ріпак, суріпиця, гірчиця біла та редька олійна. Слід зазначити, що погодні умови для післяжнивних посівів, у більшості випадків, складаються не задовільні. Вегетаційний період короткий і складає від 70 до 100 днів, недостатня кількість опадів і тепла. У зв'язку з цим післяжнивні культури повинні мати короткий період вегетації, бути не вибагливими до вологи, тепла, світла та стійкими до осінніх приморозків, придатними до використання у різні фази розвитку.

Тривалість післяжнивного періоду визначається попередником. Найскоріше звільняють поле ячмінь та ріпак озимі, через 5–7 днів – горох і жито озиме, через 10–15 днів – пшениця озима і ячмінь ярий. Тому післяжнивні культури, такі як кукурудзу на зелений корм, суданську траву, гречку на зерно, просо, сумішки бобових культур на сидерат слід розміщувати після ранніх попередників.

Кращими для розміщення післяжнивних посівів є південні та південно-західні схили, які добре обігріваються, мають родючі й добре забезпечені вологою ґрунти.

*Післяукісні культури* – це проміжні культури, які вирощують на полі сівозміни в тому самому році після того, як основну культуру зібрано на зелений корм, силос чи сіно (ДСТУ 4691:2006).

Післяукісні культури розміщують переважно у польових і кормових сівозмінах на площах звільнених від вико-вівсяних, горохо-вівсяних чи люпино-вівсяних сумішок, люпину, кукурудзи та інших однорічних культур на зелений корм, а також після першого укусу багаторічних трав.

Для післяукісних посівів добирають високоврожайні кормові культури з коротким вегетаційним періодом, стійкі проти ранніх осінніх приморозків.

*Підсівна культура* – це сільськогосподарська культура, яку висівають у полі сівозміни під покрив основної культури (ДСТУ 4691:2006).

Підсівні культури підсівають навесні під покрив зернових колосових та інших культур і збирають восени того самого року (після збирання основних культур) чи наступної весни. Підсів можна проводити по сходах ярих і озимих культур. Одночасне вирощування покривної і підсівної культур може позитивно або негативно відбиватися на їх продуктивності, тому що культури бувають сумісними або несумісними. Біологічним вимогам підсівних культур найкраще відповідають покривні культури які рано звільняють поле. До них належать ранні озимі та ярі зернові колосові культури. Підсівна культура повинна бути тіневитривалою, повільно рости, мало використовувати вологи і поживних

речовин з ґрунту, щоб не пригнічувати покривної. До таких культур найбільш належать багаторічні бобові трави – конюшина, люцерна, еспарцет.

Найкращою покривною культурою є ячмінь озимий, його збирають у ранні строки, завдяки чому посівні культури менш пригнічуються під покривом. Доброю покривною культурою, особливо в Степу є горох, який мало висушує ґрунт, рано звільняє поле. Як правило, чим раніше збирають покривну культуру, тим вищий одержують урожай підсівної.

Гірші наслідки забезпечує підсівання проміжних культур під травостій жита чи пшениці озимих

### 2.8.13. Сидеральні культури у поміжних посівах

Вирощування культури на зелене добриво є агротехнічним заходом з підвищення родючості ґрунту шляхом збагачення його поживними речовинами та гумусом. Досліджено, що заорювання 20–30 т/га зеленої маси з неї утворюється стільки гумусу, як від внесення 8–12 т/га гною.

Сидеральні культури є джерелом поповнення органічних добрив та азоту в ґрунті, зменшення непродуктивних витрат вологи та поживних речовин, уповільнюють ерозійні процеси, знижують забур'яненість посівів, посилюють біологічну активність та покращують будову складення оброблюваного шару ґрунту і його агрофізичні властивості.

Термін «сидерація» запропонував французький вчений Ж. Віль, що у перекладі з латинської означає добриво, яке можна одержати шляхом перетворення світлової енергії.

Сидерація має дві основні форми: самотійну і проміжну. При самотійному вирощуванні зеленого добрива поле протягом вегетації зайняте сидератами і в цей рік не дає основної продукції. Таку форму сидерації застосовують на бідних ґрунтах.

За проміжної форми сидеральна культура використовує лише частину вегетаційного періоду і вирощується в проміжку вільному від основної культури. Ця форма сидерації запроваджується після збирання основної культури і характерна для інтенсивного землеробства. Часто виробничники не враховують, що сидерати не є повним, збалансованим органічним добривом. Ефективність такого добрива визначається наскільки зелене добриво доповнюватиметься іншими технологічними заходами, а саме: внесенням мінеральних добрив (макро- і мікроелементи), гною, гноєкомпостів, вапнуванням, способами обробітку ґрунту, дотриманням оптимальних строків сівби та садіння сільськогосподарських культур.

Сидеральні культури доцільно вирощувати насамперед, на бідних дерново-підзолистих супіщаних та дерново-підзолистих оглеєних поліських ґрунтах, які характеризуються доброю водопроникністю і підвищеною кислотністю. З метою підвищення родючості цих ґрунтів кращими сидеральними культурами є бобові, такі як гіркий однорічний і багаторічний люпин, серадела та бобово-злакові суміші. Основна теоретична передумова успішного вирощування проміжних культур на зелене добриво – це наявність теплого періоду після збирання озимих

та ярих культур протягом 60–80 днів із сумою температур 700–800° С і кількістю опадів понад 100 мм. У Поліссі після збирання зернових колосових культур залишається проміжок у 80–95 днів з температурою повітря вище 5° С, сумою активних температур 800–1100° С і кількістю опадів 170–210 мм. До 20 жовтня (період настання стійкого похолодання) проміжні культури у поліських районах здатні сформувати біомасу (коренева та надземна маса) в розмірі 20–30 т/га або 3,5–4,5 т/га сухої речовини.

В зоні Лісостепу переважають чорноземи типові та звичайні, а також сірі лісові ґрунти. Вміст гумусу у чорноземних ґрунтах знаходиться від 4 % і вище, а в сірих лісових 2,0–2,5 %. Інтенсифікація землеробства привела до суттєвого зниження гумусу в даних ґрунтах, що негативно впливає на показники родючості ґрунтів і на продуктивність сільськогосподарських культур. Тому сидерацію застосовують для поліпшення поживного режиму та фізико-хімічних властивостей ґрунту. На зелене добриво висівають переважно бобові культури, які за допомогою бульбочкових бактерій, що розвиваються на їхньому корінні, засвоюють з повітря молекулярний азот і збагачують ним ґрунт. У лісостепових районах з підвищеною кислотністю ґрунтового розчину висівають люпин різних видів, сераделу, пелюшку, кінські боби, буркун, люцерну та еспарцет.

У Лісостепу висівають проміжні небобові сидеральні культури, одержують високі врожаї зеленої маси, яка за ефективністю наближається до бобового сидерату і гною великої рогатої худоби. Відмічено, що за літніх строків сіви гірчиця біла, ріпак, редька олійна, фацелія відзначаються підвищеним вмістом азоту, що позитивно впливає на удобрювальну здатність їх як післяжнивних сидератів.

Більше поширення в господарствах Лісостепу гірчиці та інших капустяних на зелене добриво, ніж люпину, зумовлене їх високим коефіцієнтом розмноження, коротким вегетаційним періодом (45–60 днів) та невибагливістю до родючості ґрунтів.

У Лісостепу за сприятливого водного режиму на зелене добриво вирощують буркун білий. Він має добре розгалужену кореневу систему, інтенсивно нагромаджує зелену масу і азот. Підсіяний під покрив зелених культур він наступного року дає один-два укоси зеленої маси на силос, а отаву приносять. Буркун придатний як сидерат на засолених ґрунтах, а серадела – на піщаних та супіщаних.

## 2.9. Класифікація сівозмін

Велика різноманітність природно-економічних зон України, різний напрямок розвитку (спеціалізація) господарств зумовили впровадження значної кількості та різного виробничого призначення сівозмін. Це є основою поділу сівозмін на типи і види.

*Тип сівозміни* – сівозміна певного виробничого призначення, яка відрізняється основним видом отриманої рослинницької продукції.

*Вид сівозміни* – сівозміна певного типу, що відрізняється співвідношенням сільськогосподарських культур і парів.

В основу поділу на типи лежить головна продукція, яка вирощується у тій чи іншій сівозміні (зерно, технічні культури, кормові культури, овочеві тощо). Виділяють три типи сівозмін: польові; кормові; спеціальні.

**Польова сівозміна** – це тип сівозміни для виробництва зерна, технічних культур і картоплі. Незначна частина площі польової сівозміни може бути зайнята кормовими культурами (однорічні та багаторічні бобові трави, кукурудза на силос і зелений корм та інші), чистим та зайнятим паром. Під польовими сівозмінами в Україні зайнято близько 80 % оброблюваних (орних) земель.

Для кращого розуміння суті сівозмін за їх призначенням у класифікацію сівозмін варто ввести таку категорію, як підтипи сівозмін, на які поділяються всі три типи. Поділ типів сівозмін на підтипи дозволяє усунути плутанину в сівозмінній термінології, яка висвітлюється в науковій літературі (табл. 2.3).

Залежно від характеру землекористування, структури посівних площ та інших умов польові сівозміни можуть мати різну кількість полів – від одного до 3–5–10 полів. В даний час переваг надають польовим сівозмінам з короткою ротацією – 3–5 полів. Розміри полів залежать від землекористування і можуть становити від кількох до сотень і тисяч гектарів. Великі поля (50 і більше гектарів) раціональні для використання високопродуктивної, широкозахватної техніки.

За другою ознакою визначаються види сівозмін, що різняться структурою посівних площ (співвідношенням основних груп культур). Їх нараховується більше десяти, і вони можуть відноситись до різних типів і підтипів сівозмін (табл. 8)

*Зернова сівозміна* – вид сівозміни, на всій площі якої вирощують зернові культури.

*Зерно-парова сівозміна* – вид сівозміни, в якій переважають зернові культури, що чергуються з чистим паром. Цей вид сівозміни запроваджують в південних і південно-східних дуже посушливих районах Степу. Основна продукція зерно. Схема чергування такої сівозміни може бути: чистий пар – пшениця озима – ячмінь озимий – пшениця яра.

*Зерно-паро-просапна сівозміна* – вид сівозміни, в якій переважають зернові культури, що чергуються з чистим паром і просапними культурами. Цей вид сівозміни запроваджують у степових і південно – східних районах Лісостепу. Основна продукція – зерно, сировина олійних культур (соняшник), частково буряки цукрові і кормові. Схема чергування культур в сівозміні може бути такою: чистий пар – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – горох – пшениця озима – кукурудза на зерно.

*Зерно-просапна сівозміна* – вид сівозміни, в якій більшу площу займають зернові культури, що чергуються з посівами просапних культур. Такий вид сівозміни характерний для більшості регіонів країни, а для Лісостепу схема чергування культур може бути такою: горох – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно або соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза на зерно.

*Просапна сівозміна* – вид сівозміни, в якій просапні культури займають більше половини площі ріллі. Такий вид характерний для польової, кормової або овочевої сівозміни. Приклад польового варіанту сівозміни може бути такий: кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові – кукурудза на зерно – соя – соняшник. Впроваджують просапні сівозміни на землях першої технологічної групи за контурно-меліоративної організації території. Використання таких сівозмін супроводжується внесенням доступних норм органічних та мінеральних добрив з метою уникнення дефіциту поживних речовин та зниження вмісту гумусу в ґрунті.

**Таблиця 2.3. Класифікація сівозмін**

| Типи       | Підтипи                                    | Види                                                                                                                                               |
|------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Польові    | Універсальні                               | Зернові, зерно-парові, зерно-паро-просапні, зерно-просапні, просапні, трав'яно-просапні, зерно-трав'яні, плодозмінні, сидеральні, травопільні тощо |
|            | Спеціалізовані (льонарські, бурякові тощо) | Зерно-парові, зерно-паро-просапні, зерно-трав'яні, плодозмінні, просапні, трав'яно-просапні тощо                                                   |
| Кормові    | Прифермські                                | Плодозмінні, просапні, трав'яно-просапні, трав'яно-зернові тощо                                                                                    |
|            | Лукопасовищні                              | Травопільні, трав'яно-зернові, трав'яно-просапні тощо                                                                                              |
| Спеціальні | Овочеві, овочево-баштанні, баштанні        | Просапні, трав'яно-просапні, паропросапні, зерно-паро-просапні тощо                                                                                |
|            | Рисові                                     | Зерно-трав'яні, зерно-просапні тощо                                                                                                                |
|            | Коноплярські                               | Просапні, плодозмінні зерно-паро-просапні тощо                                                                                                     |
|            | З тютюном і махоркою                       | Просапні, плодозмінні, трав'яно-просапні тощо                                                                                                      |
|            | Суничні та плодово-розсадницькі            | Трав'яно-просапні, паропросапні, сидеральні тощо                                                                                                   |
|            | Лікарські та ефіроолійні                   | Зерно-паро-просапні, плодозмінні, паро-просапні тощо                                                                                               |
|            | Ґрунтозахисні                              | Травопільні, трав'яно-зернові тощо                                                                                                                 |

*Трав'яно-просапна сівозміна* – вид сівозміни, в якій просапні культури займають кілька полів і чергуються з багаторічними травами. Це може бути вид польової, кормової або овочевої сівозмін. Прикладом кормового варіанту може бути така схема трав'яно-просапної сівозміни: вико-овес на зелений корм з підсівом люцерни – люцерна – люцерна – люцерна – кукурудза на силос – буряки кормові.

*Зено-трав'яна сівозміна* – вид сівозміни, в якій переважають зернові культури суцільної сівби та вирощуються багаторічні і однорічні трави. Це може бути польова, спеціальна рисова сівозміна, рідше кормова. Приклад польової зерно-трав'яної сівозміни для зони Лісостепу: горох – пшениця озима – ячмінь ярий – вико-овес на зелений корм з підсівом люцерни – люцерна – пшениця озима – просо, гречка. Такий вид сівозміни доцільно впроваджувати на землях другої технологічної групи як протиерозійний захід за контурно-меліоративної організації території.

*Плодозмінна сівозміна* – вид сівозміни, у структурі якої зернові культури суцільної сівби займають не більше половини площі ріллі та чергуються з просапними й бобовими культурами, які вирощують на решті площі. Це може бути польова, кормова або овочева сівозміна в якій не повторюються близькі за біологічними особливостями і технологією вирощування культури. Кращим варіантом є сівозміна в якій однорічні культури чергуються з багаторічними, бобові – з небобовими, озимі – з ярими, просапні – з культурами звичайної рядкової сівби. В таких сівозмінах будь-якого типу створюється найкращий фітосанітарний стан посівів і ґрунтового середовища. Схема польової плодозмінної сівозміни може бути такою: ячмінь з підсівом люцерни – люцерна – пшениця озима – буряки цукрові – гречка, просо – кукурудза на зерно.

*Сидеральна сівозміна* – вид сівозміни, в якій одне-два поля займають сидеральні культури, а на решті площ вирощують зернові, технічні й кормові культури. У більшості випадків такі сівозміни запроваджують на низькородючих ґрунтах. Прикладом такої сівозміни може бути: горох – пшениця озима + сидеральна культура – буряки цукрові – ячмінь ярий + сидеральна культура – соняшник.

*Травопільна сівозміна* – вид сівозміни, в якій більшу частину площі займають багаторічні трави. Чергування культур у сівозміні може бути таким: вико-овес на зелений корм з підсівом сумішок багаторічних трав – травосумішки – травосумішки. Такі сівозміни доцільно і ефективно використовувати на схилових землях де відбувається водна ерозія, а також на неглибоких або сильно мінералізованих глибоких торф'яниках.

**Кормова сівозміна** – це тип сівозміни для виробництва грубих і зелених кормів. Залежно від групи кормових культур, які переважають у сівозміні їх призначення і просторового розміщення типи кормових сівозмін поділяють на такі підтипи: прифермські та лукопасовищні.

*Прифермська сівозміна* – це кормова сівозміна для вирощування зелених, силосних і соковитих кормів, поля якої розташовано поблизу тваринницьких ферм. Як правило прифермські корми сівозміни не можуть повністю задовольнити потреби тваринництва в зелених і тим більше в силосних та

соковитих кормах, виробництво яких поповнюється за рахунок польових сівозмін, природних кормових угідь, штучних пасовищ тощо.

*Лукопасовищна сівозміна* – це кормова сівозміна для вирощування багаторічних трав на сіно, сінне борошно, сінаж і випасання тварин. Лукопасовищна сівозміна складається з двох періодів: лучний і польовий.

Лучний період триває три-чотири роки для вирощування багаторічних бобових-злакових трав або однорічних трав. Протягом цього періоду багаторічні трави біологічно старіють, відмирають, звільнені місця заростають бур'янами, ґрунт переущільнюється, погіршуються агрохімічні й агрофізичні властивості ґрунту та знижується його родючість. Після цього (лучного періоду) запроваджують польовий період.

Польовий період запроваджується – для відновлення родючості ґрунту, покращення агрофізичних, агрохімічних та біологічних показників, а також фітосанітарного стану.

Польовий період триває два-три роки під час якого вносять органічні та мінеральні добрива, проводять механічний обробіток ґрунту, покращують фітосанітарний стан та інші агротехнічні заходи. У польовому періоді вирощують кормові польові просапні культури для годівлі тварин (кукурудза на силос буряки кормові тощо) та зернові колосові (жито озиме, пшеницю, ячмінь, тритикале). Після польового періоду знову запроваджують лучний період.

**Спеціальні сівозміни** – це тип сівозмін для вирощування культур, які потребують спеціальних умов і технологій вирощування. Залежно від виробничого призначення, що відрізняються видом основної продукції, спеціальні сівозміни поділяються на різні підтипи, наприклад: овочева, рисова, баштанна, коноплярська, з тютюном і махоркою, ґрунтозахисна та ін.

Із спеціальних сівозмін найбільш поширеними в Україні є такий підтип як овочева. Здебільшого овочеву сівозміну розміщують на родючих низинних і поливних землях. У Поліссі й Лісостепу, де добре росте конюшина, запроваджують овочеву сівозміну з таким чергуванням культур: ярі зернові з підсівом конюшини – конюшина – огірки – помідори – збірне поле (зеленні культури, баклажани, перець тощо) – капуста. На піщаних і супіщаних підзолистих ґрунтах, де добре родить люпин, ефективна така сівозміна: люпин на сидерат – капуста – огірок – помідори – цибуля й буряки столові – збірне поле. В Лісостепу й Степу добре зарекомендувала себе овочева сівозміна з люцерною: ярі зернові з підсівом люцерни – люцерна – капуста – огірки – помідори – цибуля і буряки столові – картопля рання – збірне поле. Проте у цих зонах найбільш економічно доцільно овочеві сівозміни запроваджувати на зрошуваних землях. У сівозміні на зрошуваних землях перевагу надають раннім овочам: помідори – огірки – баклажани – перець – цибуля з насіння – рання капуста.

Структура посівних площ в овочевих сівозмінах також залежить від умов ґрунтово-кліматичної зони, де ці сівозміни будуть впроваджуватися. На зрошуваних та осушених землях усіх зон країни багаторічні бобові трави доцільно вирощувати не менше двох років, а без зрошення один – два роки.

Після багаторічних бобових трав насамперед слід розміщувати огірки, а в зоні консервних заводів – і помідори. Висаджувати капусту після багаторічних

бобових трав рекомендується тільки на зрошуваних землях або в зоні достатнього зволоження. Пшениця озима є добрим попередником для дрібнонасінних овочевих культур: помідорів та капусти безрозсадним способом, моркви, цибулі, буряків столових тощо. Цей попередник рано звільняє поле, що дає змогу внести органічні й мінеральні добрива, провести напівпаровий обробіток ґрунту та покращити фітосанітарний стан полів.

У районах нестійкого, а тим більше недостатнього зволоження закономірним буде виключення зі структури посівів вологолюбних культур або зведення їх площ до мінімуму. Такою культурою є капуста. Для профілактики кили та інших хвороб і шкідників капусти в сівозміні слід не допускати надмірного розширення площ під редискою, редькою, кормовою капустою, ріпаком, гірчицею та іншими культурами родини капустяних.

Під час проектування сівозмін з овочевими культурами не слід використовувати попередники із однієї родини. Це суттєво покращить фітосанітарний стан посівів, зменшить розповсюдження збудників хвороб і шкідників. Поряд з цим необхідно враховувати родючість ґрунту для вирощування овочевих культур, їх забезпеченість водою, віддаленість від місць зберігання, переробки та реалізації, забезпеченість робочою силою, під'їзними шляхами тощо.

Одним із важливих підтипів спеціальних сівозмін є ґрунтозахисна. *Ґрунтозахисна сівозміна* – підтип сівозміни склад, чергування та розміщення культур якої призначено для захисту ґрунтів від ерозії.

## 2.10. Проектування, введення та освоєння сівозмін

Основою систем землеробства кожного господарства є науково обґрунтована система сівозмін.

**Система сівозмін** – це сукупність прийнятих у господарстві різних типів і видів сівозмін.

Встановлено, що сівозміна є важливим біологічним фактором поліпшення фітосанітарного стану ґрунту, посівів та забезпечення високих і сталих врожаїв вирощуваних культур. Сівозміна не втратила свого значення й сьогодні, хоча у багатьох господарствах не приділяють належної уваги розробці, впровадженню і освоєнню сівозмін.

Введенням та освоєнням сівозмін займаються у таких випадках:

1. При організації та створенні нових господарств.
2. При об'єднанні кількох господарств в одне або роз'єднанні одного на кілька.
3. При зміні спеціалізації (напрямку розвитку) господарства.

Перед введенням та освоєнням сівозмін встановлюють загальне землекористування господарства, стан ґрунтів, розробляють структуру посівних площ та систему сівозмін, чергування культур у сівозмінах, розміщення сівозмінних масивів і полів на території.

Розробку сівозмін слід починати з визначення основного напрямку розвитку господарства, його спеціалізації. Потім складають організаційно-господарський

план, складовою частиною якого є план організації території, продуктивного використання земель, введення сівозмін. Цей план здійснюється у вигляді проекту внутрішньо господарського землекористування. Такий проект розробляють з метою створення сприятливих організаційно-територіальних і виробничих умов для раціональної організації виробництва, високопродуктивного використання земель і сільськогосподарської техніки, впровадження науково обґрунтованих сівозмін, створення сталої кормової бази тваринництва, одержання високих і сталих врожаїв при одночасному підвищенні родючості ґрунту й рентабельності господарства.

Введенням і освоєнням сівозмін займаються спеціалісти господарства:

1. Агрономічна служба – розробляє агротехнічну основу сівозмін (схему чергування культур у сівозміні, систему обробітку ґрунту, удобрення, систему захисту від шкідливих організмів, систему насінництва тощо).

2. Економічна служба – розробляє економічну основу сівозмін (структуру посівних площ).

3. Фахівці з утримання тварин – розробляють вид та встановлюють поголів'я тварин, розробляють кормову базу.

4. Інженерна служба – розробляє забезпеченість господарства сільськогосподарською технікою.

5. Землевпорядна служба – проводить організацію території, яка передбачає розміщення полів в натурі.

Введення та освоєння сівозмін здійснюють у два етапи:

I-й етап – введення сівозмін

II-й етап – освоєння сівозмін

**Введення сівозмін** – це розроблення та перенесення проекту сівозмін на територію землекористування господарства.

На етапі введення сівозмін визначають:

- основний напрямок розвитку господарства (спеціалізація);
- експлікацію й трансформацію земельних угідь;
- структуру посівних площ;
- систему сівозмін (типи і види сівозмін);
- склад і чергування культур у сівозмінах;
- поля переносяться на територію господарства.

*Основний напрямок розвитку (спеціалізацію)* розробляє економічна служба господарства. Спеціалізація господарства залежить від:

- Ринку продукції, від попиту й пропозицій
- Місця розташування господарства – біля великих промислових міст, у віддалених від населених пунктів місцях тощо;
- Складу та якості оброблюваних земель. Користуючись картою ґрунтів і агрохімічними картографіями, знаннями історії земельних ділянок, їх розміщенням за рельєфом, даними урожайності сільськогосподарських культур за останні три роки всі орні землі поділяють на кілька категорій за їх родючістю, стійкістю проти ерозії та за іншими показниками. Таке групування орних земель дає можливість правильно розмістити різні сівозміни на території господарства.

- Природно-економічних умов – кількість опадів, сума ефективної та активної температури, світловий режим, забезпечення господарства спеціалістами, робочою силою, технікою тощо.

В подальшому проводять експлікацію і, за необхідності, трансформацію земельних угідь. *Експлікація* – слово грецького походження і означає пояснення земельних угідь (сільськогосподарські угіддя, у тому числі орні землі, сіножаті, пасовища, багаторічні плодові насадження, заліж, переліг тощо). *Трансформація* (transformation) – переведення земельних угідь з одного виду в інший. Основна мета трансформації – переведення менш цінних у продуктивні землі. Так, встановлюють об'єми робіт з докорінного і поверхневого поліпшення кормових угідь, освоєння нових земель, осушення і зрошення, захисту ґрунтів від водної й вітрової ерозії та прогноз використання земель. У практиці трапляються випадки, коли в ріллі переводилися малопродуктивні землі (засолені, заболочені, ерозійно небезпечні тощо). Можливі випадки, коли орні землі відводили під забудову, плодові та лісові насадження, під дороги. Малі ділянки ріллі, що вклинюються в лучні землі переводять разом з прилеглими природними луками в штучні луки й пасовища.

Далі відбувається розробка структури посівних площ. *Структура посівних площ* – це співвідношення окремих культур і парів виражене у відсотках до загальної площі в обробітку. Її розробляють безпосередньо в господарстві з участю економічної служби господарства та всіх спеціалістів з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, матеріально-технічної бази господарства, попиту й пропозицій продукції аграрного сектору.

Головним критерієм наукової обґрунтованості структури посівних площ є попит і кількість продукції виробленої на 1 га орних земель при найменших затратах праці й засобів на одиницю продукції.

Найвища продуктивність сільськогосподарської культури буде тоді, коли ґрунтові й кліматичні умови, технологія вирощування відповідатимуть біологічним особливостям вирощуваної культури.

Крім величини врожаю слід враховувати якість продукції та її призначення. Отже, при розробці посівних площ слід встановити співвідношення між різними групами культур (товарні зернові, технічні, кормові, овочеві та інші). Це співвідношення залежить від систем ведення господарства та його спеціалізації.

Площі посіву кожної культури визначають діленням необхідної господарству кількості продукції (валовий збір урожаю) на планову (очікувану) урожайність, яка встановлюється на основі середньої урожайності за останні п'ять років у даному чи сусідньому господарстві з високою культурою землеробства та з урахуванням прогресивних технологій вирощування. Розроблена структура посівних площ завжди повинна забезпечувати рекомендоване в даному регіоні чергування культур.

При визначенні площі посіву кормових культур слід враховувати надходження кормів з інших джерел. Такими джерелами можуть бути природні кормові угіддя (сінокоси і пасовища), корми, які отримані від рільництва й овочівництва (побічна продукція овочевих і бобових культур, однорічні трави,

гичка буряків тощо), відходи промислового виробництва (жом буряків цукрових, меляса, макуха), а також корми отримані від проміжних посівів.

Наступним етапом з введення сівозмін є визначення кількості (системи) сівозмін у господарстві. Під *системою сівозмін* розуміють сукупність прийнятих у господарстві різних типів і видів сівозмін.

Кількість сівозмін у господарстві залежить від природних та економічних умов. Адже встановлено, що набір культур і їх продуктивність залежить від кількості опадів (зона достатнього, нестабільного чи недостатнього зволоження), суми активних чи ефективних температур, тривалості вегетаційного періоду тощо.

Кількість сівозмін в господарстві залежить від наявності земельних масивів та якісного їх складу. На невеликих за розмірами (до 100 га) і однорідних за родючістю земельних масивах обмежуються однією сівозміною. Господарству, яке об'єднує кілька населених пунктів, має окрім рівнинних ще й землі на схилах, а також різні за родючістю ґрунти доцільно мати кілька сівозмін. Земельний масив під окрему сівозміну формується за результатами паспортизації земель та бонітування ґрунтів. Родючість ґрунтів, крутизна схилу, залягання ґрунтових вод, механічний склад, рівень рН тощо, мають бути придатні для вирощування культур, які передбачені структурою посівних площ. В окремий масив виділяють землі на схилах до 3°, де запроваджують польові, кормові або спеціальні сівозміни насичені просапними культурами. На схилах крутизною від 3 до 5° запроваджують ґрунтозахисні сівозміни, а схилів землі крутизною більше 5° відводять під повне залуження.

Після встановлення *кількості сівозмін (системи сівозмін)* для кожної із них розробляється своя структура посівних площ. На основі структури посівних площ проектується *схеми чергування культур* у сівозмінах і визначають кількість полів і їх розміри. Кількість полів у сівозміні може бути від 2 до 10 і навіть більше. Найбільш економічно і агротехнічно обґрунтовані це короткоротаційні п'ятипольні сівозміни. Поля в сівозмінах мають бути рівновеликими, відхилення від середнього розміру не повинно перевищувати 10 %.

Кількість сівозмін, їх розміри, кількість полів у сівозміні також залежать від наявності природних та соціальних перешкод. До природних слід віднести наявність річок, лісів, боліт, а соціальних – автостради, залізної дороги, які можуть бути на території землекористування.

Після розробки проекту введення сівозмін поля переносяться на територію господарства. Після того як проект сівозміни перенесено на територію землекористування господарства вона вважається введеною.

Наступною, важливою та відповідальною роботою є освоєння запровадженої сівозміни.

**Освоєння сівозміни** – це перехід до розміщення сільськогосподарських культур на території згідно схеми сівозміни з дотриманням структури посівних площ і попередників.

Польову, кормову або спеціальну сівозміну освоюють за 2–3 роки на основі плану переходу (плану освоєння сівозміни). Освоєння сівозмін в структурі

посівних площ яких є багаторічні трави 2–3-х річного використання здійснюється протягом 3–4 років.

При освоєнні сівозміни враховують:

1. Якісну оцінку земельних угідь.
2. Технології вирощування сільськогосподарських культур.
3. Попередники за минулі два роки.
4. Карту забур'яненості полів.
5. Забезпечення виконання об'ємів валового виробництва сільськогосподарської продукції
6. Забезпечення дотримання прийнятої структури посівних площ.

Для контролювання переходу до нової запроєктованої сівозміни розробляють спеціальну таблицю – план освоєння.

*План освоєння сівозміни* – це схема розміщення набору культур по полях на період освоєння.

У перший рік освоєння розміщують посіяні в минулому році багаторічні трави й озимі культури, хоча їх видовий склад і площі посіву не відповідають структурі посівних площ запроєктованої сівозміни.

Вимогою другого року освоєння запроєктованої сівозміни є повне дотримання запланованої структури посівних площ і розміщення більшості культур після передбачуваних схемою сівозміни попередників.

На третій рік освоєння усуваються всі відхилення щодо попередників, схеми сівозміни і її структури посівних площ. Третій рік освоєння вважається роком освоєння запроєктованої сівозміни та першим роком її ротації.

*Освоєна сівозміна* – це сівозміна, в якій витримано затверджені межі полів, а розміщення культур по полях і попередниках відповідає запланованій схемі чергування.

*Ротація сівозміни* – це проміжок часу, протягом якого культури і пар проходять через кожне поле в послідовності передбаченій схемою сівозміни. Тривалість ротації визначається кількістю полів у сівозміні.

У таблиці 2.4 наведено приклад плану освоєння п'ятипільної польової сівозміни з наступним чергуванням культур: Соя – Пшениця озима – Соняшник – Ячмінь ярий – Кукурудза на зерно.

План розміщення культур у кожному полі сівозміни заноситься у ротаційну таблицю, у якій в перший рік ротації культури по полях розміщується так, як в рік освоєння сівозміни, а щорічна зміна культур у них здійснюється зліва направо згідно схеми запроєктованої сівозміни (табл. 2.5).

Ротаційна таблиця використовується для контролю за дотриманням сівозміни після її освоєння. Упродовж використання сівозміни за різних причин можуть виникати деякі відхилення від установлених структури посівних площ і чергування культур. Так, за несприятливих погодних умов осінньо-зимового періоду посіви пшениці озимої (й інших озимих культур) та багаторічних трав можуть загинути і їх необхідно пересівати ярими культурами, продукція яких близька до продукції культур, що випали – пшеницею, ячменем чи вівсом ярим замість озимих та однорічними злако-бобовими сумішами замість багаторічних трав. Всі зміни, які відбуваються у сівозміні, записуються у книзі історії полів,

яка ведеться у господарстві незалежно форми власності на землю. Завдячуючи книзі відбувається контроль дотримання сівозміни і здійснюється історія кожного поля упродовж тривалого періоду.

**Таблиця 2.4. План освоєння польової сівозміни**

| № поля<br>і його<br>площа,<br>га | Фактичне розміщення культур у роки       |          |                               |          | Розміщення культур у роки освоєння сівозміни |          |                    |     |                    |     |
|----------------------------------|------------------------------------------|----------|-------------------------------|----------|----------------------------------------------|----------|--------------------|-----|--------------------|-----|
|                                  | Перед попереднє                          |          | попереднє                     |          | перший                                       |          | другий             |     | третій             |     |
|                                  | культура                                 | га       | культура                      | га       | культура                                     | га       | культура           | га  | культура           | га  |
| I, 100                           | Пшениця озима<br>Кукурудза на зерно      | 60<br>40 | Буряки цукрові<br>Ячмінь ярий | 60<br>40 | Соя                                          | 100      | Пшениця озима      | 100 | Соняшник           | 100 |
| II, 95                           | Буряки цукрові                           | 95       | Сочевиця<br>Горох             | 20<br>75 | Пшениця озима                                | 95       | Соняшник           | 95  | Ячмінь ярий        | 95  |
| III, 103                         | Ячмінь ярий+<br>люцерна<br>Пшениця озима | 57<br>46 | Люцерна<br>Кукурудза на зерно | 57<br>46 | Кукурудза на зерно<br>Ячмінь ярий            | 57<br>46 | Соя                | 103 | Пшениця озима      | 103 |
| IV, 93                           | Картопля<br>Соя                          | 30<br>63 | Пшениця яра<br>Пшениця озима  | 30<br>63 | Соняшник                                     | 93       | Ячмінь ярий        | 93  | Кукурудза на зерно | 93  |
| V, 105                           | Люцерна<br>Однорічні трави               | 55<br>50 | Люцерна<br>Пшениця озима      | 55<br>50 | Ячмінь ярий<br>Пшениця озима                 | 55<br>50 | Кукурудза на зерно | 105 | Соя                | 105 |

**Таблиця 2.5. Ротаційна таблиця запроектованої 5-пільної сівозміни**

| Номер поля | Роки ротації і розміщення культур по полях |                    |                    |                    |                    |
|------------|--------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|            | перший                                     | другий             | третій             | четвертий          | п'ятий             |
| I          | Соняшник                                   | Ячмінь ярий        | Кукурудза на зерно | Соя                | Пшениця озима      |
| II         | Ячмінь ярий                                | Кукурудза на зерно | Соя                | Пшениця озима      | Соняшник           |
| III        | Пшениця озима                              | Соняшник           | Ячмінь ярий        | Кукурудза на зерно | Соя                |
| IV         | Кукурудза на зерно                         | Соя                | Пшениця озима      | Соняшник           | Ячмінь ярий        |
| V          | Соя                                        | Пшениця озима      | Соняшник           | Ячмінь ярий        | Кукурудза на зерно |

Книга історії полів – основний документ, який висвітлює всі заходи щодо підвищення родючості ґрунту та урожайності сільськогосподарських культур як

у період освоєння сівозміни, так і в наступні роки. Її ведуть в кожному підрозділі господарства, яке має окрему сівозміну.

Книга історії полів має дві частини: загальна по всій сівозміні, та по кожному полю.

У загальній частині записують схему прийнятої сівозміни і перехідну таблицю, запроектовану систему удобрення й обробітку ґрунту в сівозміні, систему меліоративних заходів. У цій частині слід мати карту ґрунтів і карту забур'яненості полів, поширення шкідників та збудників хвороб. У загальній частині книги історії полів на основі ґрунтових і агрономічних досліджень вказують відомості про основні показники родючості ґрунтів, а саме: потужність гумусового шару ґрунту, гранулометричний склад, агрофізичні показники (щільність ґрунту, агрегатний склад, найменша вологоємність), агрохімічні показники (вміст гумусу, вміст поживних речовин), фізико-хімічні властивості (реакція ґрунтового розчину, склад увібраних катіонів), показники забур'яненості ґрунтів важкими металами і радіонуклідами, ступінь засоленості і кислотності ґрунтів. Агрохімічні дослідження ґрунтів повторюються кожні п'ять років.

У другій частині книги історії полів щороку записують відомості про культури, які висіваються в кожному полі, їх урожайність та в хронологічному порядку відомості про всі технологічні процеси із зазначенням якості й часу проведення кожної роботи.

Важливість книги історії полів зумовлюється причинами з поточного та перспективного планування сільськогосподарського виробництва: розміщення культур після кращих попередників, ефективного планування агрозаходів на окремих полях сівозміни і складання технологічних карт. У даній книзі заноситься виробничий досвід щодо ефективності окремих технологічних процесів, які використовуватимуться при розробці технологічних карт.

Об'єктивні та своєчасні записи в книгу історії полів дають можливість об'єктивно аналізувати весь технологічний процес вирощування культур у сівозміні, оцінювати досягнутий процес у землеробстві, виявляти й не допускати помилок, повніше використовувати наявні резерви з підвищення родючості ґрунтів й продуктивності сільськогосподарських культур. За ведення книги історії полів відповідальність покладається на агрономічну службу господарства.

Проте, основним недоліком книги історії полів є те, що вона паперова, її важко своєчасно заповнювати, також вона може бути пошкоджена або знищена внаслідок об'єктивних чи суб'єктивних причин. Цих недоліків позбавлені електронні додатки для ведення історії полів. Це програмне забезпечення, що допомагає виробникам вести облік, планувати та моніторити стан сільськогосподарських угідь, використовуючи дані про сівозміни, проведені операції та техніку на полях. До таких додатків належать сервіси історія полів від різних розробників, що пропонують функції польових журналів, агронавігаторів, моніторингу врожаю та ін.

Сучасні додатки на кшталт «Smart farming», «Soft.Farm Eye», «Щоденник агронома», «Мобільний агроном» тощо дозволяють вести повну аналітику кожного поля за багатьма показниками, в тому числі сівозміні, попередникам,

плановій і фактичній врожайності, механічному й хімічному складу ґрунтів, фітосанітарному стану, виконаним польовим роботам і т. д. Також можна підключати матриці рельєфу, створювати тематичні карти врожайності, якості ґрунтів і проводити інші операції. В результаті електронна карта полів і база даних господарства містять всю необхідну інформацію для прийняття управлінських рішень з розміщення сільськогосподарських культур, визначення технологій вирощування та ін.

### Висновки

1. Економічна стабільність і конкурентна здатність аграрного сектору залежить від дії закону «Попиту і пропозиції», на основі якого розробляється ефективна структура посівних площ.
2. Порушення науково-обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур у сівозміні призводить до виснаження ґрунту, погіршення його фітосанітарного стану та зниження урожайності і якості вирощеного врожаю.
3. Усі сучасні польові, кормові та спеціальні сівозміни мають бути інтенсивними, ресурсозберігаючими, економічно і екологічно обґрунтованими.
4. Усі сучасні науково-обґрунтовані сівозміни є основою систем землеробства.
5. За допомогою сучасного програмного забезпечення можливо суттєво оптимізувати ведення історії та приймати своєчасні управлінські рішення.

### Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття «сівозміна».
2. Які завдання сівозмін у сучасному землеробстві.
3. Що таке структура посівних площ і чому вона є економічною основою сівозміни?
4. Яка роль закону плодозміни на сучасному етапі розвитку сівозмін?
5. Опишіть агрономічну роль сівозміни.
6. Що таке повторна, беззмінна та монокультура в сівозміні?
7. Опишіть хімічні фактори необхідності чергування сільськогосподарських культур у сівозміні, як вони впливають на їх продуктивність і родючість ґрунту.
8. Опишіть фізичні фактори необхідності чергування сільськогосподарських культур у сівозміні, як вони впливають на їх продуктивність і родючість ґрунту.
9. Опишіть біологічні фактори необхідності чергування сільськогосподарських культур у сівозміні, як вони впливають на їх продуктивність і родючість ґрунту.
10. Опишіть економічні фактори необхідності чергування сільськогосподарських культур у сівозміні, як вони впливають на їх продуктивність і родючість ґрунту.

11. Які наслідки можуть бути у разі порушення науково-обґрунтованого чергування культур у сівозміні?
12. Які види парових полів (парів) застосовують у сучасних сівозмінах, опишіть їхні переваги та недоліки?
13. Яке значення сидеральних парів у сівозміні, їхні переваги та недоліки?
14. Місце озимих зернових колосових культур у сівозміні.
15. Місце ярих зернових колосових і вівса у сівозміні.
16. Місце круп'яних культур у польових сівозмінах.
17. Місце зернобобових культур у сівозмінах та їхня цінність для наступних .
18. Місце буряків, кукурудзи та соняшника у сівозмінах.
19. Місце картоплі у сівозміні.
20. Місце льону у сівозміні.
21. Місце озимого та ярого ріпаку у сівозміні.
22. Місце багаторічних трав у сівозміні.
23. Яке значення проміжних культур у сівозмінах?
24. Що лежить в основі сучасної класифікації сівозмін?
25. Польові сівозміни та їхнє значення в землеробстві.
26. Кормові сівозміни та їхнє значення в землеробстві.
27. Спеціальні сівозміни та їхнє значення в землеробстві.
28. В яких випадках займаються введенням та освоєнням нової сівозміни?
29. Опишіть основні процеси на етапі введення нової сівозміни в господарстві.
30. Які чинники визначають сільськогосподарську спеціалізацію господарства?
31. Опишіть основні процеси на етапі освоєння нової сівозміни в господарстві.
32. Для чого розробляють ротаційну таблицю сівозміни?

## РОЗДІЛ 3

### ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

***У результаті опрацювання даного розділу здобувач освіти:***

*Набуде фундаментальних знань щодо значення та завдань обробітку ґрунту та його впливу на основні показники родючості.*

*Отримає цілісні уявлення про технологічні процеси, які відбуваються під час обробітку ґрунту і його технологічні властивості та їхній вплив на якість обробітку ґрунту.*

*Оволодіє знаннями про заходи обробітку ґрунту загального та спеціального призначення та їх класифікацію за способом і глибиною.*

*Отримає теоретичне та практичне обґрунтування застосування різних заходів у системах обробітку ґрунту під конкретні сільськогосподарські культури.*

#### 3.1. Значення та завдання обробітку ґрунту

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту і продуктивності сільськогосподарських культур, важливе місце займає правильний обробіток ґрунту. За допомогою обробітку створюють необхідні ґрунтові умови для нормального росту й розвитку рослин, до мінімуму зводять негативну дію посухи та інших явищ, які згубно впливають на продуктивність сільськогосподарських культур. Також слід враховувати, що обробіток ґрунту – один з найбільш енергоємних і вартісних процесів у землеробстві. В середньому на нього припадає до 40 % енергетичних і 25 % трудових затрат загального обсягу польових робіт.

Обробіток ґрунту ефективний лише за умов, якщо його проводять з урахуванням властивостей ґрунтів, кліматичних і погодних умов, біологічних особливостей вирощуваних культур та їх вимог до ґрунтового середовища. Ефективний вплив механічної дії на ґрунт посилюється тоді, коли спосіб, захід обробітку й глибина здійснюються в науково обґрунтованій послідовності та тісній взаємодії з усіма іншими ланками системи землеробства. При цьому слід враховувати, що надмірний обробіток може призвести до руйнування ґрунту, втрати ним природної родючості та збільшення непотрібних витрат. У зв'язку з удосконаленням існуючих та розробленням новітніх зональних технологій вирощування сільськогосподарських культур необхідно уточнювати і систему обробітку ґрунту.

Для забезпечення оптимальних ґрунтових умов для вирощуваних культур, одержання високих і сталих врожаїв обробітком ґрунту повинні вирішуватися такі **завдання**:

- створення оптимальних умов для росту, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур;
- створення оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту;

- надання ґрунту дрібно грудочкуватого, добре оструктуреного, водотривкого стану для регулювання (управління) водного, повітряного, теплового та поживного режимів;
- регулювання агрофізичних, біологічних та агрохімічних процесів, що відбувається в ґрунті;
- загортання на потрібну глибину насіння вирощуваних культур, добрив, рослинних решток, меліорантів, стимуляторів росту, пестицидів у ґрунт;
- захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії;
- захист посівів від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб;
- створення сприятливих умов для якісної сівби та посадки сільськогосподарських культур.

Доведено, що науково обґрунтоване поєднання обробітку ґрунту з системою удобрення, системою захисту посівів від шкідливих організмів та запровадження високопродуктивних сортів і гібридів – є одним із дієвих заходів формування високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

Також встановлено, що за широкого використання механізації й хімізації в землеробстві багато положень, які в свій час були висунуті вітчизняною аграрною наукою, на сьогодні втратили своє значення. В останні роки в ґрунт надходить велика кількість сполук промислового виробництва, штучного синтезу (мінеральні добрива, пестициди, меліоранти, побутові стоки тощо), що ставить перед механічним обробітком нові завдання – активізувати діяльність сапрофітних мікроорганізмів щодо руйнування цих сполук.

Особливе завдання перед механічним обробітком ставиться у захисті ґрунту від водної та вітрової ерозії. Дослідженнями й практикою підтверджено, що як при водній, так і вітровій ерозії відбувається руйнація і втрата найбільш цінних мінеральних сполук та активної частини гумусу. В результаті цього відбувається каолінізація і дегуміфікація верхнього родючого шару ґрунту, що зумовлює руйнацію і розпилення агрегатів, зниження водотривкості й водопроникності. Так, втрата 1 % гумусу дорівнює недобору близько 1,0 т/га зерна колосових культур. У захисті ґрунту від ерозії надзвичайну роль відіграє правильний обробіток ґрунту, що запобігає та істотно знижує її руйнівну силу.

Поряд з перевагами і позитивними завданнями обробіток ґрунту має недоліки і застереження. Встановлено, що у технологіях вирощування сільськогосподарських культур різні машини і знаряддя проходять по полю від 5 до 20 разів за вегетаційний період.

Під зерновими колосовими культурами сумарна площа слідів коліс (гусениць) тракторів, ґрунтообробних знарядь і транспортних засобів становить 100–200 %, а під просапними – 150–250 % площі поля. Тільки ходовими системами сільськогосподарських машин і знарядь ґрунт суцільно ущільнюється за вегетаційний період від одного до двох разів і більше, від чого витрати на обробіток ґрунту зростають у 1,5–2,0 рази.

Запровадження не ефективного і не правильного обробітку ґрунту в сівозміні веде до утворення плужної підшви, що утруднює проникнення коріння рослин у глибші шари ґрунту, погіршує агрофізичні властивості,

особливо водний та повітряний режими. Рослини, які зростають на ґрунтах з плужною підшоною, навіть у вологі роки знаходяться в умовах посухи.

Впливаючи на розмір ґрунтових агрегатів, їх складення, співвідношення об'ємів твердої, рідкої та газоподібної фаз ґрунту, у підсумку, механічний обробіток регулює фізико-хімічні, хімічні та біологічні процеси, що відбуваються в ґрунтовому середовищі, забезпечує прискорення або сповільнення процесів синтезу чи руйнування органічної речовини. Наслідком такого процесу є підвищення чи зниження родючості ґрунту.

Обробіток ґрунту – це один із засобів і заходів регулювання водного й повітряного режимів оброблювального шару. Він, з одного боку, сприяє нагромадженню вологи в ґрунті та зменшенню її непродуктивних втрат і створює умови для продуктивного використання рослинами вологи, а з іншого – знижує кількість вологи в цьому шарі за надмірного зволоження. Усунення надлишку вологи сприяє підвищенню загальної аерації і створенню оптимального співвідношення води й повітря в ґрунті.

Отже, обробіток ґрунту в сівозміні має бути комбінованим за способом і диференційованим за глибиною.

### 3.2. Терміни та визначення понять в обробітку ґрунту

Згідно ДСТУ 4691:2006 установлені терміни та визначення, які рекомендовано вживати в усіх видах нормативних документів стосовно землеробства, у тому числі і в розділі обробіток ґрунту, а також у науковій, науково методичній, навчальній та довідковій літературі.

**Обробіток ґрунту** – це механічна дія на ґрунт робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь, щоб оптимізувати ґрунтові умови для вирощування культур.

*Основний обробіток ґрунту* – це найглибший обробіток ґрунту під певну культуру сівозміни.

*Зяблевий обробіток ґрунту* – це основний обробіток ґрунту в літньо-осінній період під сівбу ярих культур у наступному році.

*Поліпшений зяблевий обробіток ґрунту* – це пізній зяблевий обробіток ґрунту після поверхневих та мілких обробітків літньо-осіннього періоду.

*Напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту* – це зяблевий обробіток ґрунту в літньо-осінній період у полі сівозміни після збирання непарових попередників або культур зайнятого пару.

*Передпосівний обробіток ґрунту* – це обробіток ґрунту, який виконують безпосередньо перед сівбою або садінням сільськогосподарських культур.

*Післяпосівний обробіток ґрунту* – це обробіток ґрунту, який виконують після сівби чи садіння сільськогосподарських культур.

*Поверхневий обробіток ґрунту* – це обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину до 8 см.

*Мілкий обробіток ґрунту* – це обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину від 8 до 16 см.

*Звичайний обробіток ґрунту* – це обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину від 16 до 24 см.

*Глибокий обробіток ґрунту* – це обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину понад 24 см.

**Спосіб обробітку ґрунту** – це дія робочих органів агрегатів спрямованих на змінення розташованості окремих шарів або генетичних горизонтів ґрунту у вертикальному напрямі.

У землеробстві встановлено два способи обробітку ґрунту – полицевий та безполицевий.

*Поліцевий спосіб обробітку ґрунту* – це спосіб обробітку ґрунту полицевими знаряддями з повним або частковим обертанням орного (оброблюваного) шару.

*Безполицевий спосіб обробітку ґрунту* – це спосіб обробітку ґрунту без обертання його орного (оброблюваного) шару.

У межах способу обробітку виділяють захід (прийом) обробітку ґрунту.

**Прийом (захід) обробітку ґрунту** – це одноразова дія на ґрунт ґрунтообробними машинами або знаряддями задля виконання однієї чи кількох технологічних операцій.

У землеробстві виділяють такі прийоми (заходи) обробітку ґрунту:

*Оранка* – це полицевий спосіб обробітку ґрунту плугом, що забезпечує кришення, розпушування й обертання шару ґрунту не менше як на 135°.

*Чизельний обробіток ґрунту* – це безполицевий спосіб обробітку ґрунту розпушувальними знаряддями з вертикальними або похилими стояками на глибину, що перевищує максимальну в сівозміні, задля усунення негативної дії ущільнених прошарків ґрунту і запобігання ерозії.

*Плоскорізний обробіток ґрунту* – це безполицевий спосіб обробітку ґрунту плоскорізними знаряддями без його обертання із збереженням на поверхні більшої частини післязбиральних решток.

*Дисковий обробіток ґрунту* – це безполицевий спосіб обробітку ґрунту дисковими знаряддями, що забезпечує кришення, часткове перемішування ґрунту та знищення бур'янів.

*Боронування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту різними типами борін (зубових, голчастих, пружинних), що забезпечує кришення, розпушування, вирівнювання поверхні ґрунту, часткове знищення проростків бур'янів та їх сходів.

*Фрезування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту фрезою, який забезпечує кришення, розпушування, часткове перемішування шару оброблювального ґрунту.

*Шлейфування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту шлейфами, що забезпечує вирівнювання поверхні поля.

*Прикочування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту котками, що забезпечує кришення грудок, ущільнення ґрунту та часткове вирівнювання його поверхні.

*Щілювання ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту щілювачами, що забезпечує утворення щілин для підвищення водопроникності ґрунту та зменшення його змивання.

*Лункування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту, який забезпечує утворення лунок на його поверхні.

*Підгортання ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту, який забезпечує привалювання ґрунту до основи стебла рослин.

*Грядкування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту, який забезпечує утворення грядок на поверхні поля.

*Гребенування ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту, який забезпечує формування гребенів на поверхні поля.

*Культивація ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту культиватором, який забезпечує кришення, розпушування й часткове перемішування ґрунту, а також цілковите підрізання бур'янів і вирівнювання поверхні поля.

*Міжрядний обробіток ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту в міжряддях просапних культур за певних умов у поєднанні з поверхневим розпушуванням захисної зони та присипання сходів бур'янів у рядах.

*Комбінований обробіток ґрунту* – це прийом (захід) обробітку ґрунту складними ґрунтообробними машинами, які виконують за один прохід агрегату декілька технологічних операцій.

*Луцення ґрунту* – це поверхневий або мілкий прийом (захід) обробітку ґрунту після збирання сільськогосподарських культур, який забезпечує розпушування, часткове обертання, перемішування ґрунту, підрізання і провокацію сходів бур'янів.

*Система обробітку ґрунту* – це комплекс прийомів (заходів) і способів обробітку ґрунту під культури сівозмін.

*Диференційована система обробітку ґрунту* – це система обробітку ґрунту в сівозміні, яка передбачає різні за глибиною обробітки під окремі культури.

*Комбінована система обробітку ґрунту* – це система обробітку в сівозміні, яка передбачає різні способи обробітку під окремі культури.

*Мінімальна система обробітку ґрунту* – це система обробітку, що забезпечує зменшення витрат енергії та часу через зменшення кількості та глибини обробітку і поєднання кількох операцій в одному процесі.

*Ґрунтозахисна система обробітку ґрунту* – це система обробітку, що спрямована на захист ґрунту від руйнівної дії вітру, води та знарядь обробітку.

*Кришення ґрунту* – це технологічна операція, яка забезпечує зменшення розмірів структурних агрегатів ґрунту.

*Розпушування ґрунту* – це технологічна операція, яка забезпечує зміну взаємного розташування агрегатів ґрунту із збільшенням його об'єму.

*Ущільнення ґрунту* – це технологічна операція, яка забезпечує зміну взаємного розташування агрегатів із зменшенням його об'єму.

*Перемішування ґрунту* – це технологічна операція, яка змінює взаємне розташування ґрунтових часток і забезпечує однорідність оброблюваного шару.

*Вирівнювання ґрунту* – це технологічна операція, яка забезпечує зменшення розмірів нерівностей поверхні ґрунту.

### 3.3. Технологічні процеси під час обробітку ґрунту

Під час механічного обробітку ґрунту під дією робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь відбуваються такі технологічні процеси: перевертання, кришення, розпушування, перемішування, ущільнення і вирівнювання поверхні поля, підрізання бур'янів, створення мікрорельєфу ґрунту, а також фізико-хімічні процеси.

**Перевертання** – це взаємне переміщення верхнього і нижнього шарів ґрунту у вертикальному напрямку. За цієї технологічної операції верхня частина оброблюваного шару переміщується вниз, а нижня – на поверхню.

Як відомо, оброблювальний шар є частиною кореневмісної товщі ґрунту. В ньому розміщується, росте й розвивається основна маса кореневої системи сільськогосподарських культур, звідки рослини отримують всі земні фактори життя – вологу, поживні речовини та ґрунтове повітря. Під впливом агротехнічних заходів (обробіток, удобрення, зрошення, гіпсування, вапнування тощо) та природніх кліматичних факторів (атмосферні опади, тепло та повітря) оброблюваний шар набуває ряду властивостей, які відрізняють його від глибших шарів. У верхньому шарі накопичується більше перегною (гумусу), поживних речовин, він має кращу будову складення ґрунту, вищу біологічну активність, більшу кількість насіння бур'янів. Поряд з цим, під дією ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин, інтенсивного обробітку ґрунту, зливових дощів відбувається руйнація цінних агрономічних часток ґрунту (структури), що приводить до розпилення і погіршення агрофізичних властивостей (водопроникність, вологоємність, капілярність, щільність, повітроємність, повітропроникність тощо).

Разом з тим, у нижніх шарах ґрунту під дією мікробіологічних процесів, дощових черв'яків, підвищеної вологості ґрунту, більш низької температури в літній період та недостатньої кількості кисню в ґрунтовому повітрі відбувається природнє відмирання шкідливих організмів – насіння бур'янів, збудників хвороб та шкідників, відновлюється агрономічно цінна структура ґрунту, покращується його пористість. Отже, оброблюваний шар ґрунту набуває гетерогенності (диференціації) кореневмісного шару. Доведено, що найбільш оптимальні умови для росту, розвитку й продуктивності сільськогосподарських культур складаються за гомогенного (однорідного) кореневмісного шару ґрунту. Це відбувається за такого технологічного процесу як перевертання. Водночас перевертання ґрунту виконує такі важливі агротехнічні завдання як, загортання в ґрунт на відповідну глибину рослинних решток, органічних і мінеральних добрив, дернини, насіння бур'янів та їх проростків і сходів, збудників хвороб і шкідників сільськогосподарських культур. Перевертання також проводять для зниження і усунення шкідливої дії на рослини закисних сполук на важких і надмірно зволжених ґрунтах.

Проте, перевертання ґрунту має суттєві недоліки і застереження. За посушливих умов у весняно-літній період при переміщенні більш вологого шару на поверхню ґрунт швидко висихає. В районах вітрової ерозії при повному загортанні післяжнивних решток та побічної продукції рослинництва

втрачається не тільки волога, але і верхній родючий шар ґрунту внаслідок його видування. Питання про доцільність застосування цієї технологічної операції слід вирішувати з урахуванням погодних і ґрунтових умов, ступеня забур'яненості поля та властивостей вирощуваних культур.

Поряд з цим, при обертанні ґрунту посилюється аерація (обмін між ґрунтовим і атмосферним повітрям), ґрунтове повітря насичується киснем, що посилює роботу аеробних мікроорганізмів. Це прискорює розклад поживних решток та побічної продукції рослинництва – посилюється мінералізація органічної речовини. Встановлено, що, наприклад, під час розкладання соломи, в зв'язку з відносно низьким умістом у ній азоту, процеси мінералізації істотно переважають над процесами гуміфікації. Із наявної у ґрунті свіжої органічної речовини в середньому 80–90 % мінералізується до кінцевих продуктів (вуглекислота, вода, елементи живлення) і лише 10–20% бере участь у синтезі гумусних сполук. Звідси, при перевертанні необхідно вносити органічні добрива, вид і норма яких залежить від біологічних особливостей вирощуваних культур у сівозміні, зволоженості ґрунту, ґрунтово-кліматичних умов, технології вирощування тощо.

**Кришення (подрібнення)** – технологічна операція, яка забезпечує зменшення розмірів структурних агрегатів ґрунту. Кришення завжди супроводжується розпушуванням і тому здійснюється одними й тими ж знаряддями. Якість його залежить від гранулометричного складу, вологості, ступеня окультуреності ґрунту, конструкції і швидкості руху знарядь обробітку.

**Розпушування** – технологічна операція, яка забезпечує зміну взаємного розташування агрегатів ґрунту із збільшенням об'єму ґрунту. При розпушуванні та кришенні грудочки ґрунту стають дрібними, розміщуються нещільно, збільшують його некапілярну щільність (пористість), поліпшують аерацію, водопроникність і повітроємність, посилюють біологічну активність, стабілізують тепловий режим. Все це поліпшує мікробіологічну діяльність, створює умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин, особливо на важких ґрунтах, при достатньому й недостатньому зволоженні. Розпушування необхідне для знищення на поверхні ґрунту твердої кірки, яка затримує ріст рослин і посилює втрату ґрунтової вологи.

Дослідженнями встановлено і практикою підтверджено, що розпушування сприяє глибокому проникненню кореневої системи рослин, коріння заглиблюється не тільки в розпушені шари, але й у материнську породу, що особливо помітно в посушливих районах.

Періодичне випадання опадів, власна маса ґрунтів, рух агрегатів при проведенні технологічних процесів тощо, призводять до самоущільнення. Тому розпушування переущільнених ґрунтів необхідне. Кількість і глибина розпушувань залежить від кліматичних умов, типу ґрунту, його гумусованості, ступеня й характеру забур'яненості полів, біологічних особливостей вирощуваних культур тощо. Менш структурні дерново-підзолисті ґрунти осідають та ущільнюються швидше, ніж структурні чорноземи. Глинисті й важкосуглинкові ґрунти ущільнюються швидше і сильніше, ніж піщані та супіщані. Більш розпушених ґрунтів вимагають корене- та бульбоплідні

культури, щільніших – багаторічні трави, зернові колосові, просо, кукурудза. Доведено, що найоптимальніший водно-повітряний режим ґрунту для більшості сільськогосподарських культур створюється при загальній його щільності (пористості) в межах 50–60 % за об'ємної маси 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>.

Крім того, розпушуванням ґрунту можна регулювати діяльність ґрунтових мікроорганізмів, адже їх розвиток проходить неоднаково за різного ущільнення ґрунту. Торопкіна А. А. в своїх роботах зазначала, що за величини об'ємної маси ґрунту в 1,42 г/см<sup>3</sup> на чорноземі типовому чисельність клітин бактерій становила 4,9 млн. в 1 г сухого ґрунту. Подальше ущільнення ґрунту призводило до зменшення чисельності мікроорганізмів, а щільність в 1,62 г/см<sup>3</sup> повністю пригнічує такі процеси, як розклад целюлози та фіксація азоту з атмосфери. Найбільш інтенсивно мікробіологічна діяльність проходить при наявності в ґрунті не менше 20 % щілин аерації та співвідношенні вологи й повітря як 1:1 або 1:1,5.

Для глибокого розпушення застосовують знаряддя як з полицевими, так і безполицевими робочими органами. Найкраще цю технологічну операцію забезпечують знаряддя, що перевертають та перемішують ґрунт – плуги з різними формами полиць та фрези. Такі знаряддя здійснюють розпушування на 30–35 см. Оброблюваний та підорний шар без перевертання можна розпушувати чизельними знаряддями, глибокорозпушувачами, плоскорізами, культиваторами, ротаційними та іншими боронами тощо.

**Ущільнення** – технологічна операція, яка забезпечує зміну взаємного розташування агрегатів із зменшенням об'єму ґрунту. Ущільнення ґрунту послаблює дифузний механізм пересування вологи в ґрунті за посилення капілярного. Вода капілярними щілинами із нижніх шарів рухається до верхніх. У посівному шарі підвищується вологість ґрунту, що поліпшує контакт насіння з твердою фазою ґрунту, внаслідок чого воно швидше проростає і більш дружно з'являються сходи рослин. Для дрібнонасінних культур цю операцію проводять перед сівбою з метою запобігання глибокому загортанню насіння.

Ущільнений ґрунт швидше прогрівається, що має особливе значення для північних та північно-західних районів країни, де через нестачу тепла може затримуватися проростання насіння та розвиток сходів сільськогосподарських культур. Ущільненням руйнуються брили й частково вирівнюється поверхня поля. Його також проводять для пришвидшення осідання ґрунту після проведення основного обробітку й сівби озимих культур.

Ущільнення найчастіше слід проводити на легких та щойно оброблених ґрунтах, перед сівбою більшості культур, особливо в зоні недостатнього зволоження. При цьому створюються сприятливі умови для проростання насіння, що забезпечується ущільненням всієї товщі оброблюваного шару з наступним розпушуванням посівного шару. Поєднання розпушеного верхнього та більш ущільненого нижнього прошарків у профілі оброблюваного шару призводить до зменшення втрат вологи ґрунтом. Ущільнення поверхні поля запобігає прояву негативної дії вітрової ерозії. Для ущільнення ґрунту застосовують котки з різною робочою поверхнею. Проте, перевагу надають кільчасто-шпоровим, кільчасто-зубчастим та борончастим коткам, які

забезпечують якісне руйнування брил та після яких не утворюється ґрунтова кірка у разі випадання опадів.

**Перемішування** – технологічна операція, яка змінює розташування ґрунтових часток і забезпечує однорідність оброблюваного шару. Воно необхідне для рівномірного розподілу в ґрунті добрив, продуктів мінералізації органічних речовин, пестицидів, стимуляторів росту тощо. Перемішування усуває диференціацію оброблюваного шару ґрунту за родючістю, забезпечує його однорідність та кращі умови для мінералізації органічних речовин, більш повне використання поживних речовин, особливо важкодоступних елементів живлення, за рахунок активізації діяльності мікроорганізмів в оброблюваному шарі. Перемішування ґрунту не доцільно проводити на ерозійно небезпечних землях, при залишенні після обробітку ґрунту рослинних решток, особливо стерні зернових колосових культур, а також при пошаровому та локальному внесенні добрив.

Ґрунт добре перемішуються за допомогою робочих органів фрез, дискових борін, культиваторів, частково плугів та інших розпушувальних знарядь. Небажане перемішування ґрунту за коренепаросткового типу забур'яненості.

**Вирівнювання** – технологічна операція, яка забезпечує зменшення розмірів нерівномірностей поверхні ґрунту. Воно забезпечує зменшення втрат вологи, рівномірне загортання насіння, пестицидів, меліорантів, якісне виконання робіт по догляду за посівами і збирання врожаю. В умовах зрошення вирівнювання поверхні поля забезпечує рівномірний розподіл води.

Для вирівнювання поверхні поля використовують зубові борони, шлейф-борони, голчасті борони, дискові борони, роторні борони, кільчасто-шпорові та кільчасто-зубові котки, культиватори тощо.

**Підрізання бур'янів** – технологічна операція, яка забезпечує знищення бур'янів, насамперед їх сходів. Для цього використовують зубові та голчасті борони з метою знищення бур'янів у фазі «білої ниточки». У фазі сходів та повного росту і розвитку бур'янів застосовують культиватори з одnobічними плоскорізними лапами, стрілчастими плоскорізними та стрілчастими універсальними лапами тощо.

Для контролю багаторічних кореневищних бур'янів застосовують дискові знаряддя для розрізання на малі (до 10 см) відрізки підземні органи, які після появи сходів знищуються основним обробітком, переважно глибокою оранкою.

**Створення мікрорельєфу** – технологічна операція з нарізання борозен, утворення лунок, гребенів і гряд з метою регулювання водного, повітряного, теплового й поживного режимів ґрунту та захисту його від водної ерозії. Ця технологічна операція передбачає збільшення глибини оброблюваного шару, покращення аерації, а також сприяння прогріванню ґрунту. За даними І. Б. Ревута (1972), температура в гребенях дерново-підзолистого ґрунту підвищується в 0–10 см шарі в середньому на 2–3° С. Поряд з цим, гребені дають можливість утримувати ґрунт у розпушеному стані протягом вегетаційного періоду, що дуже важливо на важких ґрунтах для вимогливих до щільності складення культур – коренеплодів, овочевих та бульбоплодів. Для виконання цієї операції

використовують підгортачі, борозноутворювачі, гребенеутворювачі, спеціальні плуги тощо.

### 3.4. Технологічні (фізико-механічні) властивості ґрунту

На якість обробітку ґрунту істотно впливають його технологічні властивості, оскільки вони визначають ступінь його перевертання, кришення, розпушування і ущільнення. До технологічних властивостей ґрунту належать зв'язність, пластичність, липкість і фізична стиглість.

**Зв'язність ґрунту** – це здатність ґрунту чинити опір знаряддям обробітку на розрив, роздавлювання і подрібнення грудок. Тобто, це властивість ґрунтових частинок чинити опір переміщенню одна відносно іншої і стримуватись одна біля другої завдяки дії сил молекулярного притягання (склеювання), сил електричного походження, сил тертя та ін. Зв'язність ґрунту залежить від гранулометричного складу, солонцюватості та вологості. Найбільшу зв'язність мають важкі глинисті, погано оструктурені, насичені одновалентними іонами (солонцюваті) ґрунти.

Зв'язність вимірюється в  $\text{кг/см}^2$  або Па при випробуванні зразків на зсув, розрив, вигин, розчавлювання. Оскільки ця технологічна властивість суттєво залежить від гранулометричного складу, то на легких ґрунтах за збільшення вмісту органічної речовини і, до певної межі вологості, зв'язність також збільшується, а в суглинистих, навпаки, зменшується. Найменшою зв'язністю характеризуються легкі ґрунти: піщані, супіщані, легкосуглинкові, опір яких під час оранки плугами з передплужниками коливається від 0,2 до 0,35  $\text{кг/см}^2$ . Вищу зв'язність мають важкі суглинисті й глинисті ґрунти (0,55–0,8  $\text{кг/см}^2$ ), а найвищу – солончаки і солонці (0,8–2,0  $\text{кг/см}^2$  і більше). У глинистих ґрунтів у сухому стані зв'язність досягає найбільшого значення, під час обробітку вони погано кришаться. В міру зволоження глинистих і суглинкових ґрунтів зв'язність зменшується і досягає найменшого значення за вологості, яка характеризує їх фізичну сплість. Подальше зволоження таких ґрунтів призводить до збільшення пластичності й липкості, але при цьому вони погано кришаться і прилипають до знарядь. Піщані ґрунти в сухому стані незв'язні. При їх зволоженні зв'язність дещо збільшується внаслідок виникнення на поверхні ґрунтових часточок водяних плівок. Подальше збільшення вологості знову знижує зв'язність ґрунту. Ось чому на піщаних ґрунтах, що мають низьку зв'язність, механічний обробіток можна вести у досить широкому інтервалі вологості.

**Пластичність ґрунту** – це здатність ґрунту у зволоженому стані змінювати і зберігати набуту при обробітку знаряддями форму без розпадання на дрібні грудочки. Пластичність характерна для частинок ґрунту діаметром менше 0,002 мм, тому вона властива лише глинистим та суглинковим ґрунтам і частково супіщаним. Зовсім відсутня пластичність у піщаних ґрунтів. Залежно від вологості розрізняють верхню і нижню межі пластичності ґрунту. Верхньою межею пластичності є вологість ґрунту за якої він буде текти, а нижньою – за вологості, за якої ґрунт ще можна розкачати в шнур діаметром 3,0 мм, без утворення на ньому тріщин. Пластичність ґрунту виражають у відсотках,

визначають за різницею рівня вологості при верхній і нижній межі пластичності. Цей показник найвищий в солончакових, глинистих і суглинних ґрунтах (7–17 %), нижче – в супісках (7 %), відсутній – в піщаних ґрунтах.

**Липкість ґрунту** – це здатність ґрунту у вологому стані прилипати до робочих органів ґрунтообробних знарядь. Проявляється прилипання тоді, коли зчеплення між ґрунтовими частками менше, ніж між ґрунтом і робочими органами знарядь. Прилипання залежить від гранулометричного і хімічного складу, структурного стану і вологості ґрунту. Глинисті й безструктурні ґрунти прилипають сильніше, ніж легкі за гранулометричним складом або структурні глинисті. З підвищенням до певної межі вологості прилипання збільшується, а потім зменшується, оскільки порушується зчеплення між частками ґрунту. Вологість ґрунту, за якої ґрунт вже не прилипає до знарядь, називають межею липкості. Прилипання вимірюється зусиллям (г), що припадає на одиницю площі ( $\text{см}^2$ ), необхідним для вертикального відриву від ґрунту або горизонтального зсуву (з площі) прилиплого ґрунту. М. Качинський запропонував 5-бальну шкалу для оцінки липкості: гранично липкий – не менше  $15 \text{ г/см}^2$ , сильно липкий – 5–15; середньо липкий – 2–4; слабо липкий – 0,5–1,5; розсипчастий – 0,1–0,4  $\text{г/см}^2$ . В структурних ґрунтах, наприклад у чорноземах, прилипання починає проявлятися при 60–80 % повної вологоємності (ПВ). Безструктурні ґрунти починають прилипати при нижній вологості (40–50 % ПВ). Під час обробітку ґрунту прилипання відіграє негативну роль, призводячи до залипання робочих органів, збільшуючи тяговий опір і знижуючи якість використання технологічних операцій. При обробітку сухих і перезволожених ґрунтів важкого гранулометричного складу (глинистих і суглинкових) руйнується їх структура. Тому дуже важливо вибрати оптимальний строк обробітку, оскільки ці ґрунти можна обробляти при вузькому інтервалі оптимальної вологості одночасно при нижчих показниках зв'язності і пластичності.

Зовсім інші властивості, мають ґрунти легкого гранулометричного складу (піщані й супіщані). У сухому стані в них відсутня зв'язність. Їх зволоження призводить до деякого збільшення зв'язності за рахунок водних плівок на поверхні часток, але при подальшому збільшенні вологості зв'язності знижується. В легких ґрунтах пластичність майже відсутня, тому їх можна обробляти в більш широкому діапазоні вологості.

**Спілість (стиглість) ґрунту** – це певний інтервал його вологості, за якого під час обробітку він без великих зусиль, добре кришиться і не прилипає до знарядь. Обробіток спілого ґрунту дає можливість одержати найкращу якість обробітку при найменших тягових зусиллях. Можна виділити фізичну та біологічну спілість ґрунту).

*Фізична спілість* визначається його вологістю та вказує на можливість розпочинати механічний обробіток ґрунту. Встановлено, що агротехнічно допустимий інтервал вологості фізично спілого середньо-суглинкового дерново-підзолистого ґрунту становить 12–21 % маси абсолютно сухого ґрунту, сіро лісового – 15–23, каштанового – 13–23 і чорноземів – 15–24 %, а високоякісного обробітку цих ґрунтів при найменших тягових зусиллях досягають, відповідно, при інтервалі вологості 15–18, 17–18, 14–16 і 15–18 %.

При оранці неспілого (перезволоженого) важкого ґрунту доброго кришіння добитися не можливо, бо скиба змазується і швидко висихає. Підготовка такого ґрунту до сівби вимагає багаторазового обробітку, щоб розпушити верхній шар. Ґрунт при цьому розпилюється, а при випаданні опадів утворюється ґрунтова кірка.

Зменшення вологості нижче оптимальної призводить до погіршення кришіння і збільшення виходу крупної фракції ґрунту. На відміну від чорноземів сірі лісові й дерново-підзолисті ґрунти мають вужчий інтервал оптимальної вологості для якісного обробітку внаслідок невисокого вмісту гумусу і незадовільного структурного стану. Тому весняний обробіток їх необхідно проводити до різкого погіршення технологічних властивостей ґрунту.

Добре оструктурені ґрунти з високим вмістом гумусу і катіонів кальцію в ґрунтово-вбирному комплексі мають значно ширший інтервал оптимальної вологості для якісного обробітку (табл. 3.1). Але найшвидше поспівають піщані та супіщані ґрунти, в них цей процес відбувається на 5–7 днів раніше, ніж у суглинкових і на 7–10 днів, ніж у глинистих.

Фізичну стиглість ґрунту можна визначити візуально: стиглий ґрунт при стисненні в руці не виділяє воду та розсипається, якщо його кинути з висоти близько 1,5 м на тверду поверхню.

**Таблиця 3.1. Нижня і верхня межа вологості основних типів суглинкових ґрунтів для обробітку (за А. Пупоніним)**

| Тип ґрунту            | Межа вологості            |                        | Інтервал вологості для обробітку |                |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|----------------------------------|----------------|
|                       | Нижня<br>(утворення брил) | Верхня<br>(прилипання) | Допустимого                      | Високоякісного |
| Дерново-підзолисті    | 11                        | 22                     | 12–21                            | 15–18          |
| Сірі лісові           | 14                        | 24                     | 15–23                            | 17–18          |
| Чорноземи             | 13                        | 25                     | 15–24                            | 15–18          |
| Каштанові             | 12                        | 24                     | 13–23                            | 14–16          |
| Каштанові солонцюваті | 12                        | 21                     | 13–20                            | 16–17          |
| Сірозем               | 14                        | 21                     | 13–24                            | -              |

У глинистих ґрунтах фізична стиглість знаходиться у досить вузькому інтервалі вологості – 50–60 % ПВ, у легких ґрунтах (суглинкових і супіщаних) цей інтервал значно ширший – 40–70 % ПВ. Широкий інтервал оптимальної вологості мають окультурені ґрунти, що зумовлено високим вмістом органічної речовини і добрим структурним станом.

Від вологості ґрунту залежать вибір знарядь для його обробітку та швидкість їх руху. Так, для пружинного культиватора інтервал фізичної стиглості ширший ніж, наприклад, для культиваторів обладнаних екстирпаторними лапами і дискових знарядь. Із збільшенням швидкості руху ґрунтообробного агрегату інтервал оптимальної вологості зростає.

Залежно від обраного знаряддя змінюється й глибина ґрунту, на яку він повинен бути стиглим: для зубової борони – 3–4 см, культиватора – 6–10 см,

плуга на глибину оранки. Від вологості ґрунту, при якій проводять обробіток, залежить його структурний стан. Коли обробляють стиглий ґрунт, то в ньому буде найбільше агрегатів діаметром від 0,5 до 10 мм і найменше пилу та брил.

Неоднаковою має бути стиглість ґрунту при виборі швидкості руху знаряддя. Підвищення швидкості руху агрегату призводить до зростання продуктивності праці, зменшення потреб у машинах і знаряддях, а також до поліпшення якості кришення ґрунту. Чим вища швидкість обробітку ґрунту, тим при більшій вологості можна його обробляти. А отже, це дає можливість раніше розпочинати польові роботи навесні та при випаданні опадів у літньо-осінній період.

*Біологічна сплість* настає дещо пізніше фізичної, коли ґрунт прогріється до 10–15° С. При цьому він стає пишніше, набуває характерного запаху і в результаті життєдіяльності мікроорганізмів збільшується його обсяг і накопичуються легкодоступні елементи живлення, тому біологічно стиглий ґрунт краще забезпечує потреби рослин повітрям і поживними речовинами.

### 3.5. Заходи, способи і системи обробітку ґрунту

Усі технологічні процеси здійснюються шляхом проведення відповідних заходів механічного обробітку ґрунту.

*Захід* – це одноразова дія на ґрунт ґрунтообробними машинами або знаряддями задля виконання однієї чи кількох технологічних операцій.

У землеробстві виділяють такі заходи (прийоми) обробітку ґрунту: оранка, чизельний обробіток, плоскорізний обробіток, дисковий обробіток, боронування, фрезування, шлейфування, коткування, щілювання, лункування, підгортання, грядкування, гребенування, культивуація, лущення та ін.

Перераховані вище заходи (прийоми) обробітку ґрунту поділяють на дві групи: загального призначення і спеціального призначення.

*Заходи загального призначення* – це ті заходи (прийоми), які застосовуються для виконання основних і найбільш поширених технологічних процесів. Більшість назв цих заходів визначається назвою знаряддя, яким він виконується. Наприклад, борона – боронування, культиватор – культивуація, коток – коткування, чизель – чизелювання тощо.

*Заходи спеціального призначення* – це ті заходи (прийоми), які використовуються лише за певних умов. Наприклад, на схилах – лункування чи гребенування, на перезволожений ґрунтах – кротування тощо.

*Згідно глибини виділяють такі обробітки ґрунту:*

- поверхневий – обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину до 8 см;
- мілкий – обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину від 8 см до 16 см;
- середній (звичайний) – обробіток ґрунту різними знаряддями на глибину від 16 см до 24 см;
- глибокий – обробіток ґрунту на глибину понад 24 см;
- плантажна оранка – оранка плантажним плугом на глибину понад 40 см.

До заходів поверхневого обробітку ґрунту відносять боронування, коткування, шлейфування, малування, дискування, культивацію. Заходи мілкового обробітку ґрунту включають дискування, культивацію, оранку, плоскорізне і чизельне розпушування. Середній (звичайний) і глибокий обробіток ґрунту здійснюють плугом (оранка), плоскорізними і чизельними знаряддями (розпушування). Плантажна оранка виконується спеціальними плантажними плугами.

У сучасному землеробстві також виділяють *спосіб обробітку ґрунту* – це дія робочих органів спрямована на змінення розташованості окремих шарів або генетичних горизонтів ґрунту у вертикальному напрямі. Згідно ДСТУ 4691:2006 виділяють два способи обробітку ґрунту: полицевий та безполицевий.

*Поліцевий спосіб обробітку ґрунту* – це обробіток ґрунту полицевими знаряддями з повним або частковим перевертанням орного (оброблюваного) шару. Цей спосіб обробітку здійснюють полицевими плугами.

*Безполицевий спосіб обробітку ґрунту* – це обробіток ґрунту без перевертання його орного (оброблюваного) шару. Цей обробіток здійснюють культиваторами-плоскорізами, плоскорізами, плоскорізами-глибокорозпушувачами, чизельними плугами, чизельними культиваторами, дисковими боронами та іншими знаряддями.

Спосіб і глибина обробітку ґрунту залежить від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей вирощуваних культур, забур'яненості поля, агрофізичних властивостей ґрунту (механічного складу, щільності ґрунту, твердості ґрунту, водопроникності тощо), попередника.

Науковими установами і практикою доведено, що в сівозміні обробіток ґрунту має бути комбінованим за способом і диференційованим за глибиною.

### 3.6. Заходи обробітку ґрунту загального призначення

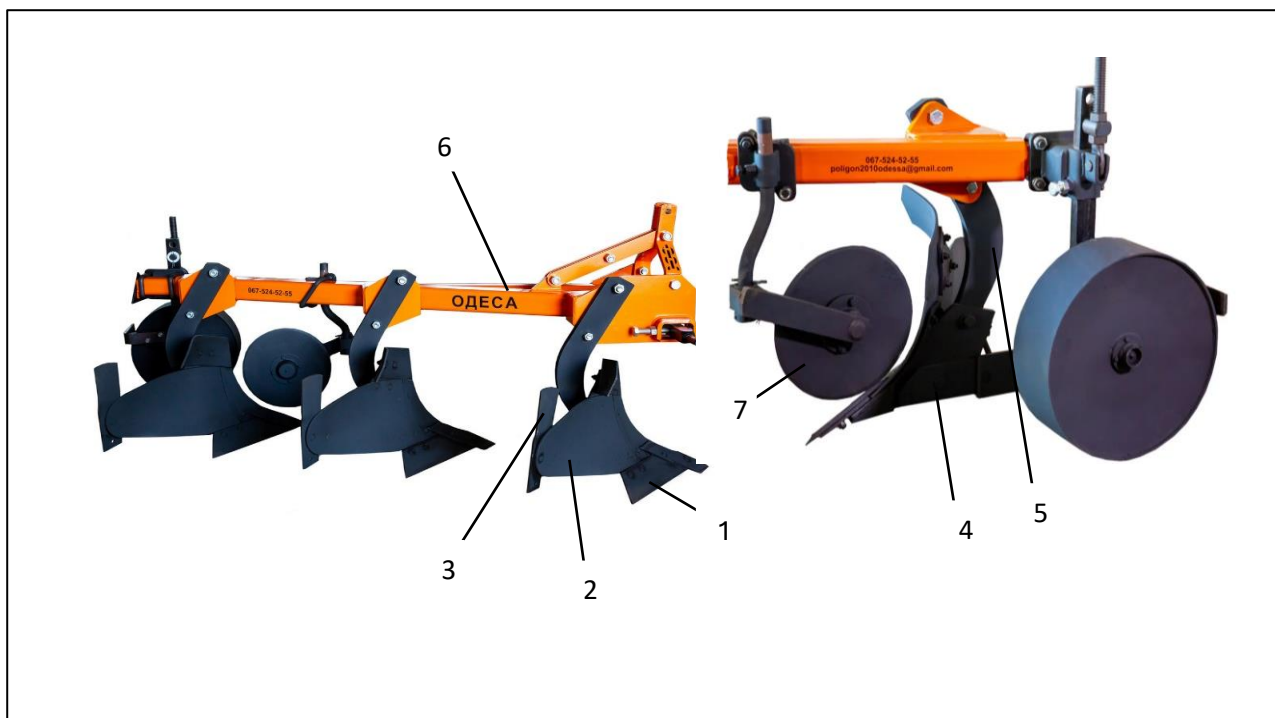
#### 3.6.1. Оранка

**Оранка** – це полицевий спосіб обробітку ґрунту плугом, що забезпечує кришення, розпушування й перевертання шару ґрунту не менше як на  $135^\circ$ .

Оранка – єдиний захід і плуг – єдине знаряддя під час якого відбуваються всі технологічні процеси – перевертання, кришення, розпушування, перемішування, часткове вирівнювання, за винятком ущільнення.

Будова плуга наведена на рисунку 3.2. Основними робочими органами плуга є: леміш, полиця і дисковий вертикальний ніж або чересло. Також плуг може комплектуватися й передплужником.

Леміш підрізає скибу в горизонтальному напрямі, а дисковий вертикальний ніж або чересло – у вертикальному. Дискові ножі застосовують на звичайних плугах, а чересла – здебільшого на плугах спеціального призначення (чагарникових тощо).

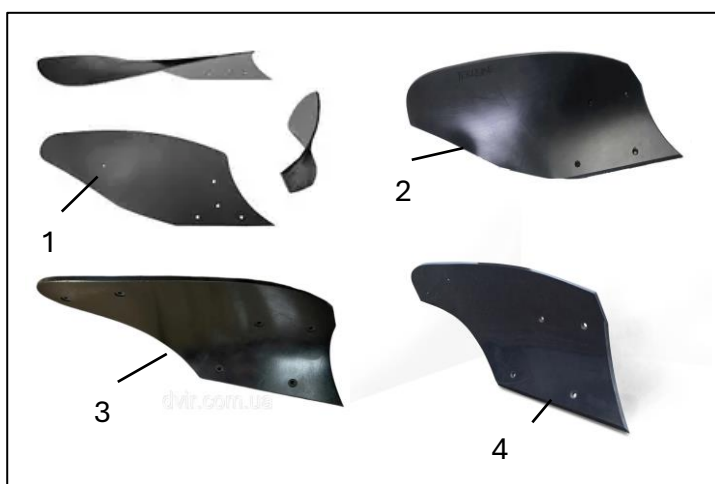


**Рис. 3.2. Будова плуга:**

1,2,3,4, 5 – корпус плуга (1 – леміш, 2 – полиця (відвал), 3 – перо полиці,  
4 – польова дошка з п'яткою, 5 – стійка), 6 – рама, 7 – дисковий ніж

Джерело фото: <https://bit.ly/4nC3l6F>

Технічні операції і якість проведення оранки залежить від форми полиць, які бувають гвинтові, циліндричні, напівгвинтові та культурні (рис. 3.3).



**Рис. 3.3. Форми полиць:**

1 – гвинтова; 2 – циліндрична;  
3 – напівгвинтова; 4 – культурна

Джерело фото: <https://bit.ly/4nC3l6F>

Плуги з гвинтовою полицею добре обертають скибу, але недостатньо її кришать і розпушують. Застосовують такі плуги на сильнозадернілих ґрунтах (цілина, пласт багаторічних трав, перелоги, сіножаті й пасовища, після вирубки лісу, чагарників тощо). Під дією таких плугів перевертання відбувається на  $180^\circ$ . Застосовують їх обов'язково з дисковими вертикальними ножами.

Спосіб оранки, за якого скиба обертається на  $180^\circ$ , називається перевертанням скиби. Якщо скиби лягають одна

до одної під кутом  $45^\circ$ , а перевертання відбувається тільки на  $135^\circ$ , то таку оранку називають підняттям скиби. Через неповне перевертання життєздатність багаторічної рослинності (на перелогах) не втрачається.

Плуги з циліндричною полицею відразу круто піднімають і відкривають скибу в бік борозни. Циліндрична полиця являє собою внутрішню поверхню круто зігнутого циліндра. Вона добре кришить і перемішує ґрунт, але недостатньо обертає. Плуги з такою формою полиці застосовують на окультурених легких ґрунтах, незадернілих.

У напівгвинтової полиці поверхня передньої частини циліндрична, а задня наближається до гвинтової. Леміш у таких плугів ставлять крутіше. Плуг з напівгвинтовою полицею добре обертає скибу, задовільно кришить і розпушує. Такі полиці обертають на  $160^\circ$  і встановлюють їх на чагарниково-болотних плугах для обробітку осушених торфових і болотних мінеральних ґрунтів, а також на плугах загального призначення для обороту задернілих староорних ґрунтів.

Культурна (еліптична) полиця за формою поверхні (круто зігнута) наближається до циліндричної й відрізняється від неї тим, що задня її частина має гвинтоподібну поверхню. Культурна полиця достатньо обертає, кришить і розпушує, навіть краще ніж при оранці плугом з напівгвинтовою полицею. Проте, ця полиця придатна для роботи на легких і окультурених ґрунтах, на задернілих і важкосуглинкових вона працює гірше, ніж гвинтова і напівгвинтова.

Недоліками усіх цих полиць є задовільне здійснення лише однієї операції – перевертання, кришення або розпушування. Потрібно, щоб ці технологічні процеси якісно використовувалися одночасно, особливо на задернілих ґрунтах. Виконати ці операції одночасно жодна із вище вказаних полиць неспроможна.

Важливою частиною плуга є передплужник (рис. 3.4). Це зменшена копія корпусу. Під час роботи він зрізає верхній (10–12 см) задернілий, засмічений насінням бур'янів шар ґрунту і скидає його на дно борозни, а основний корпус плуга накриває його нижнім незадернілим і очищеним від насіння бур'янів шаром ґрунту, здатним добре кришитися. Ширина передплужника дорівнює двом третинам захвату основного корпусу, що забезпечує краще укладання верхнього шару ґрунту на дно борозни. Внаслідок цього верхній шар ґрунту набуває культурного, тобто добре розпушеного стану, звідси й сам обробіток плугами з передплужниками отримав назву культурної оранки. Після такої оранки відпадає потреба в багаторазовому поверхневому обробітку. Крім того, застосування передплужника створює сприятливі умови для мінералізації (розкладу) побічної продукції рослинництва, свіжого гною, решток багаторічних трав, оскільки відрізана верхня частина скиби потрапляє на дно борозни і рівномірно проорюється рихлим і розпушеним ґрунтом. Це забезпечує добрий доступ до рослинних решток, вологи і повітря, що створює аеробні умови розкладу органічної речовини.

Поряд з цим, передплужники використовують і на староорних землях, оскільки при оранці плугом без передплужника нижній шар незадовільно розпушується. Цьому перешкоджає верхній ущільнений шар, де зосереджується основна маса коріння рослин. Якщо ж обробляти верхній і нижній шари роздільно, як при культурній оранці, нижній шар розпушується добре.

За сучасними науковими поглядами культурна оранка проводиться в польових сівозмінах один раз на три-чотири роки. Встановлено, що у верхньому шарі ґрунту зосереджується більше поживних речовин, в ньому більше аеробних мікроорганізмів, що посилює біологічну активність, енергійніше розкладаються рослинні рештки і більше виділяється вуглекислого газу. Нижній шар ґрунту при оранці виноситься на верх і з часом підвищується його біологічна активність, завдяки чому посилюється активність всього оброблюваного (орного) шару, а це



**Рис. 3.4. Вигляд плуга з передплужником**

Джерело фото: <https://bit.ly/4nC3l6F>

дуже важливо для поліпшення умов живлення рослин і посилення процесу фотосинтезу.

За будовою передплужник нагадує основний корпус і складається з леміша, полиці та стійки. Леміш передплужника трапецієподібної форми, виготовлений з лемішної сталі та, термічно оброблений як і леміш основного корпусу. Полиця передплужника має робочу поверхню культурного типу, виготовляється із сталі, як і полиця основного корпусу, термічно оброблена.

На стійці є кілька отворів у які вставляють фіксатор під час регулювання висоти встановлення передплужника. Кріпиться передплужник до рами тримачем і хомутом перед основним корпусом.

Передплужник встановлюють перед основним корпусом (рис. 3.4) так, щоб скиба вільно проходила між ними, а відстань від носка передплужника до носка основного корпусу була в межах від 25 до 30 або від 30 до 35 см, відповідно для корпусів з шириною захвату 30 або 35 см. Лезо передплужника повинне заглиблюватися у ґрунт на 7–10 см під основну масу коріння дернини (на запирієних полях на 10–12 см), а польовий обріз передплужника мусить виступати у бік поля відносно польового обрізу основного корпусу на 1–2 см. Проте, така конструкція передплужника не дає при оранці повного перемішування вниз верхньої частини оброблюваного шару через малу ширину захвату й укорочений леміш та полицю, порівняно з основним корпусом плуга. Тому це не забезпечує високоякісного обробітку ґрунту, особливо на підвищених швидкостях.

Дисковий ніж розміщують відносно передплужника так, щоб його вісь перевертання (коли дивитися зверху), було над носком передплужника або виходила вперед на 1–2 см. Площину диска зміщують від польового обрізу передплужника у бік поля на 1–2 см. Щодо глибини дисковий ніж встановлюють так, або нижня точка різальної кромки диска була нижче леза лемеша передплужника на 2–3 см.

Слід зазначити, що крім поліпшення водного й повітряного режимів, посилення біологічних процесів і нагромадження розчинних поживних речовин, зменшення бриластості та гребенястості ґрунту, культурна оранка відіграє важливу роль у знищенні бур'янів, шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських культур.

Культурною оранкою краще загортаються в ґрунт побічна продукція рослинництва, органічні добрива та бур'яни, що важливо для якісної сівби, догляду за посівами (особливо просапними) та збиранні врожаю. Встановлено, що при заорюванні плугами з передплужниками підвищується ефективність органічних та мінеральних добрив на 25–40 %.

Проводити оранку без передплужників доцільно на ґрунтах з оброблюваним шаром менше 20 см, на природних задернілих цілинних землях (особливо купинистих ґрунтах), коли верхній шар перевищує 10 см, а також на свіжих розкорчованих землях, де залишилося багато пеньків, та осушених болотах з товстим шаром торфу.

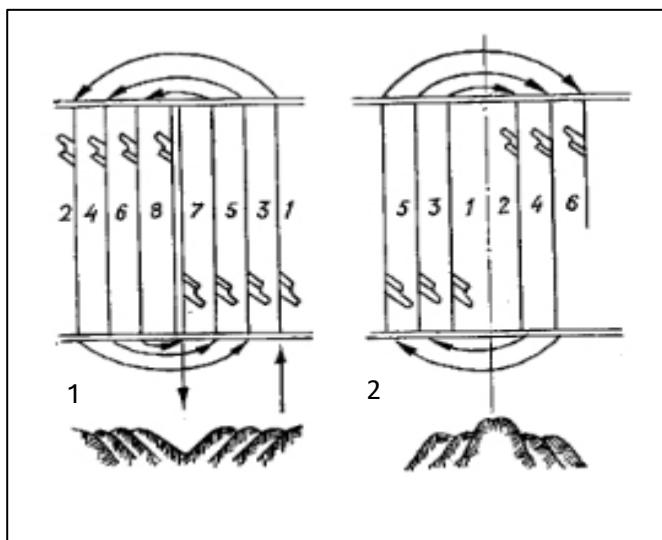
Глибина оранки з передплужником повинна бути не менше 20–22 см. При меншій глибині вона не ефективна. За такої глибини недостатньо прикриваються верхній шар ґрунту, зрізаний передплужником. Якщо передплужник встановлюють глибше 10 см, потрібно відповідно збільшити й глибину оранки основним корпусом, що не завжди є доцільним. На опідзолених та інших ґрунтах, де глибина оброблюваного шару менша 20 см, необхідно запроваджувати спеціальні заходи спрямовані на його поглиблення (внесення органічних добрив з поступовим збільшенням глибини) і тільки після цього переходити до оранки плугами з передплужниками.

Належна якість оранки забезпечується лише добре відрегульованим плугом. Плуги регулюють на відповідних майданчиках, які мають рівну поверхню і накреслено розмішування корпусів. Плуг має відповідати таким основним властивостям:

1. Нижня частина корпусів плуга має бути в одній горизонтальній площині.
2. Носки лемешів мають бути заточеними і розмішуватися в одній площині.
3. Польові обрізи лемешів і полиць мають бути в одній вертикальній площині і виступати за поверхню стояка на 5–8 см.
4. Передплужники по ходу плуга виносять від основних корпусів на 30–35 см, а глибина їх ходу повинна дорівнювати 10–12 см.
5. При оранці плугами з передплужниками ножі встановлюють так, щоб вісь їх перевертання була розташована (по висоті) проти носка лемеша передплужника, нижній край диска був на 2–3 см нижчий його носка. Площина перевертання диска зміщується від обрізу передплужника в бік поля на 1–3 см.
6. Кожен корпус плуга повинен відрізати однаковий шар ґрунту за шириною й глибиною.
7. Лезо лемеша передплужника має бути вищим від леза лемеша основного корпусу на 10, 12, 15 і 17 см за оранки глибиною, відповідно, 20, 22, 25 і 27 см.

**Способи і техніка проведення оранки.** У землеробстві України запроваджують два способи оранки – загінна і беззагінна (гладка).

*Загінна оранка* – це оранка поля по загінках (ДСТУ 4691:2006). Кожне поле попередньо розбивають на загінки, ширина яких залежить від довжини поля (чим більша довжина поля, тим ширша загінка), потужності трактора і ширини захвату плуга. Ширина загінки повинна бути кратною подвійній ширині захвату



**Рис. 3.5. Схема загінної оранки:**

1 – врозгін, 2 – всклад

плуга. При збільшенні довжини загінки менше витрачаються часу і енергетичних ресурсів на холості приходи агрегату на поворотах, але одночасно ускладнюється його обслуговування (рис. 3.5).

Поле на загінки розбивають так, щоб основні загінки були правильної прямокутної форми, а площі клинів і смуг для розорювання була найменшою. По лінії першого робочого ходу агрегату розставляють віхи. Не парні загінки орють всклад, а парні врозгін. Це зменшує кількість гребнів і борозен під час оранки у два рази. При цьому, в середині загінки утворюється звальний гребінь, а по

краях залишаються відкриті борозни. За оранки врозгін агрегат рухається від боків до середини загінки. При цьому за першого проходу агрегату при оранці сусідньої непарної загінки, а в середині після останнього проходу агрегату залишається розгінна борозна.

*Беззагінна (гладка) оранка* – це оранка поля плугами спеціальних конструкцій, які обертають пласт в один бік через змінення напрямку руху агрегату на протилежний. Після такої оранки на полі не залишається звальних гребнів і роз'ємних борозен. Для такої оранки потрібні спеціальні балансирні плуги з двома секціями корпусів – правою та лівою, або оборотні. Робочими органами оборотних плугів є лемішно-полицеві корпуси лівого та правого перевертання (рис. 3.6).

Оранку, за напрямом руху агрегату, розрізняють на прямолінійну і контурну; за станом поверхні ріллі – злитну (із западинами) і гребенисту; за профілем дна борозен – з однаковим заглибленням всіх корпусів і ступінчасту. За перемішуванням окремих шарів оранка буває дво- і триярусна.

Ярусна оранка виконується дво- або триярусними плугами. При цьому ґрунтовий профіль ділиться на горизонти, які окремо обробляються і перемішуються в потрібній послідовності. Триярусну оранку проводять перед закладанням садів, виноградників, для поліпшення дерново-підзолистих і солонцюватих ґрунтів, а двоярусну – під просапні культури на чорноземах і сірих лісових ґрунтах.

Різноглибинна оранка в сівозміні сприяє покращенню агрофізичних властивостей ґрунту: щільності, пористості, водопроникності, повітроємності, аерації тощо.



**Рис. 3.6. Оборотний плуг**

Джерело фото: <https://bit.ly/3K7Tqav>

Під дією оранки в ґрунт заробляються органічні та мінеральні добрива, побічна продукція рослинництва (стебла та солома сільськогосподарських культур, коренева система), сидерати, меліоранти для вапнування кислих і гіпсування засолених ґрунтів тощо. Це поліпшує використання поживних речовин не лише з ґрунту, а й з добрив.

Оранка покращує фітосанітарний стан, особливо в захисті сільськогосподарських культур від бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Особливо ефективна глибока оранка в

контролюванні багаторічних кореневищних та коренепаросткових бур'янів, оскільки глибоко заорані відрізки кореневищ та коренепаростків з проростками зі сплячих бруньок гинуть ще до виходу на поверхню поля.

Глибока оранка є одним з ефективних заходів боротьби з шкідниками і збудниками хвороб сільськогосподарських культур. Шкідники з верхніх шарів ґрунту потрапляють у глибші, де й гинуть від нестачі повітря, а ті, що живуть в глибших шарах ґрунту при переміщенні на поверхню здебільшого знищуються птахами. Дуже ефективна глибока оранка у контролюванні чисельності шведської та гессенської мухи, хлібного трача, озимої совки, лучного метелика та інших шкідників.

Оранка – один з радикальних заходів контролювання пухирчастої сажки, фузаріозу, бурї іржі, борошнистої роси, кореневої гнилі тощо.

Різні сільськогосподарські культури, районовані в Україні, по різному реагують на товщину орного шару і глибину основного обробітку. Найбільше реагують на глибокий основний обробіток ґрунту буряки, кукурудза, картопля, соняшник, люцерна, еспарцет, кормові боби, баштанні, бобові з глибокою стрижневою кореневою системою. Найбільш оптимальною глибиною оранки під ці культури є 25–27 або 27–30 см.

До другої групи культур, які менше реагують на глибокий обробіток, належать озимі (жито, пшениця, ячмінь, тритикале) та ярі (ячмінь, овес) колосові, а також зернобобові (горох, соя, сочевиця, нут тощо) і кормові культури. Оптимальна глибина оранки під ці культури з глибоким гумусовим горизонтом становить 20–22 см.

Багаторічними дослідженнями і практикою доведено, що в сівозміні оранка має бути різноглибинною. Це запобігає утворенню плужної підшви, причиною утворення якої є погіршення структурного стану ґрунту, тиск плуга, а також ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин на ґрунт.

***Недоліки і застереження оранки:***

1. Систематична та інтенсивна оранка в сівозміні приводить до руйнування структури ґрунту. Розглядаючи структуру, як морфологічну ознаку ґрунту, перш за все беруть до уваги форму, розмір та якісний стан агрегатів у окремих типах ґрунтів. Залежно від розміру структурних окремоностей виділяють такі групи структури: брилиста – понад 10 мм; макроструктура (найбільш агрономічно цінна) – 10–0,25 мм; мікроструктура – менше 0,25 мм. Агрономічна цінність структури визначається не лише її розміром, але й водотривкістю та механічною міцністю. Якщо структура має ці властивості вона здатна тривалий час зберігатися, не розпливатися від першого дощу чи поливу, не руйнуватися під впливом механічного обробітку ґрунту.

2. Систематична оранка посилює процеси дегуміфікації оброблюваного шару ґрунту, посилює втрати органічної речовини під впливом тривалого надмірного аеробного стану ґрунту. Під дією дегуміфікації чорноземні ґрунти щорічно втрачають від 0,6 до 1,0 т/га гумусу (перегною) за останні 20 років по Україні втрачено від 1,0 до 2,0 % гумусу.

3. Під дією важких енергонасичених плугів і колісних тракторів відбувається переущільнення підорного шару ґрунту, особливо за оптимальної та підвищеної вологості.

4. Під час оранки відбувається перевертання, розпушування, кришення і часткове перемішування, що посилює втрату вологи з оброблюваного шару ґрунту.

5. Систематична оранка на схилових землях сприяє прояву водної ерозії. За умов прояву сильних вітрів відбувається вітрова ерозія.

6. Оранка сприяє перевитраті пального, збільшує енергетичні і трудові витрати на обробіток у 2–3 рази.

***Показники якості оранки:***

1. Своєчасність проведення даного заходу, особливо під озимі культури.
2. Відсутність огріхів.
3. Дотримання заданої глибини (відхилення 1–2 см).
4. Гребенястість (гребені не повинні перевищувати 3–4 см).
5. Брилястість (брили не повинні перевищувати в діаметрі більше 10 мм).
6. Глибина загортання органічних добрив і рослинних решток (не менше 10–15 см від поверхні ґрунту).
7. Повне розорювання поверхневих смуг і країв полів.

### 3.6.2. Заходи безполицевого обробітку ґрунту

Заходи безполицевого обробітку ґрунту виконуються без перевертання його оброблюваного шару. Такий обробіток проводять плугами без полиць, а частіше плоскорізами-глибокорозпушувачами, культиваторами-плоскорізами, чизелями, чизель-культиваторами, глибокорозпушувачами, дисковими боронами й луцильниками та іншими знаряддями. Особливо ефективні вони насамперед у районах поширення водної та вітрової ерозії. Головна особливість такого обробітку полягає у збереженні на поверхні поля більше половини післяжнивних решток, що є основним джерелом захисту ґрунту від ерозійних процесів, зменшення негативної механічної дії ходових систем сільськогосподарських машин і тракторів на ґрунт. Встановлено, що кожне безполицеве знаряддя залишає різну кількість післяжнивних решток попередника на поверхні ґрунту. Так, дискові луцильники і дискові борони (ЛДД-3000; БДТ-7) залишають 40–60 % рослинних решток на поверхні, культиватори-плоскорізи типу КПШ-5 – 85–95 та Cobra AMAZONE, плоскорізи глибокорозпушувачі типу ПГ-3-5 – 80–90, глибокорозпушувачі типу АГР-1,7 – 75–90 %, чизельні плуги типу ПЧ-2,5 – 60–70 %, протиерозійні культиватори типу КПЕ-6П – 60–75, чизельні культиватори типу FARMET TRIOLINT TX 300 N – 35–65 %, голчасті борони типу БРЗ-5.8М, БНР-6 – 80–85, стерньові сівалки типу СІЧ-3 no-till, MUSTANG PRO 3.6 no-till – 65–70 %.

Вважають, що основоположником безполицевого обробітку ґрунту в Україні був І. Є. Овсинський, який розробив систему поверхневого обробітку ґрунту і назвав її «Новою системою землеробства». За твердженнями І. Є. Овсинського глибокою оранкою порушують ґрунтові капілярні і некапілярні щілини, створені відмерлими коренями рослин і дощовими черв'яками, якими проникають у ґрунт волога й повітря. Верхній шар ґрунту повинен знаходитися на поверхні, оскільки за цієї умови відбувається збагачення ґрунту перегноем поліпшується водний, повітряний, поживний та біологічний режими й покращується агрофізичні властивості ґрунту, особливо його вбирна здатність.

Значного розвитку цей спосіб обробітку набув після опублікованих праць Т. С. Мальцева (1954). Суть запропонованого ним у Заураллі способу безполицевого обробітку полягає в тому, що на кожному полі один раз в 4–5 років проводять обробіток на глибину 35–40 см безполицевими плугами, а в період між глибокими обробітками – щорічний обробіток дисковими луцильниками на 10–12 см.

Безполицевий плуг має круто поставлений леміш, що дає можливість добре кришити ґрунт без перевертання скиби. Він являє собою звичайний плуг із знятими полицями та передплужниками з деякою зміною стояків та лемеша для розпушування нижньої частини оброблюваного шару. Плуг Т. С. Мальцева забезпечував за дворазового проходу (вдовж і поперек) поля добре кришіння чорнозему на значну (до 50 см) глибину. В поєднанні з дисковими луцильниками за відповідної системи обробітку ґрунту можна домогтися за певних природних умов підвищення врожайності й забезпечити достатню

чистоту полів від бур'янів. За такого обробітку більшість насіння бур'янів залишається у верхній частині оброблюваного шару ґрунту. На поверхні та в верхній частині орного шару ґрунту залишається значна маса стерні разом з підрізаними бур'янами, яйцями й личинками шкідників та збудниками хвороб культурних рослин. Безполицевий обробіток ґрунту з широким застосуванням хімічних засобів захисту посівів від бур'янів, шкідників і хвороб може бути особливо ефективним у зонах, де розвинута вітрова ерозія, а також у районах із змитими ґрунтами на схилах. У першому випадку залишення стерні на поверхні поля зменшує видування ґрунту, а в другому – різко зменшує його змив і дає змогу поглиблювати оброблюваний шар без вивертання малородючих підорних шарів.

Прихильниками безполицевого обробітку в США був Г. В. Кемпбелл, у Франції – Жан, а в Німеччині – Ф. Ахенбах. Так, Г. В. Кемпбел висловлював думку про неможливість описати всі технологічні процеси з безполицевого обробітку ґрунту, що зустрічається на практиці. Він рекомендував давати тільки основні принципи, виходячи з яких кожен, хто займається обробітком, повинен зрозуміти те, що йому потрібно робити в даному випадку. Адже в землеробстві щорічно постають нові завдання і відповідно до зміни умов необхідно змінювати й способи обробітку ґрунту.

Жан у Франції (1913 р.) застосував метод послідовного обробітку ґрунту пружинним чизель-культиватором (пастерівський обробіток ґрунту). Кожну культивацію він проводив з поглибленням на 3–5 см і доводив глибину обробітку до 20 см, при цьому загальна кількість культивацій сягає восьми. Гній вносили по поверхні ґрунту під третю культивацію, а його загортання та боротьбі з бур'янами надавав великого значення.

З 1921 року Ф. Ахенбах (Німеччина) розвинув ідею непотрібності оранки. Він стверджував, що оранка порушує природний стан ґрунту з його численними щілинами, які залишаються після проходів дощових черв'яків і коренів рослин. Окрім цього, порушується життєдіяльність мікроорганізмів, які адаптувалися до нижніх шарів і при обороті пласта гинуть від дії світла, а аеробні мікроорганізми розташовані зверху, при заорюванні їх на глибину, страждають від нестачі кисню.

На підтримку безполицевого обробітку в США виступив Е. Фолкнер. У книзі «Plowman's Folly» (з англ. «Безумство орача») оранку він назвав помилкою, а полицевий плуг – злодієм і запропонував мілкий обробіток ґрунту дисковими знаряддями із залишенням на поверхні поля післяжнивні рештки. Ця праця мала значний вплив на громадську думку щодо проблем обробітку не лише в Сполучених Штатах, але й у всьому світі.

Слід зазначити, що безполицевий обробіток, як захід основного обробітку ґрунту, широко застосовують не тільки в посушливих районах, але і в районах з недостатнім зволоженням у поєднанні із заходами полицевого обробітку та застосуванням гербіцидів. Більш ефективною стала заміна у полі чистого раннього пару оранки чизельними безполицевим обробітком, а також при вирощуванні просапних культур – соняшника, кукурудзи, буряків цукрових тощо.

В останні роки все активніше впроваджуються безполицеві заходи основного обробітку ґрунту, які здійснюються різноманітними знаряддями. Розглянемо найпоширеніші заходи безполицевого обробітку ґрунту.

**Чизельний обробіток ґрунту (чизелювання)** – це безполицевий спосіб обробітку ґрунту розпушувальними знаряддями з вертикальними або похилими стояками на глибину, що перевищує максимальну в сівозміні, задля усунення негативної дії ущільнених прошарків ґрунту і запобігання ерозії.

Чизелі у виробництві умовно розділяють на чизельні культиватори (обробіток ґрунту здійснюють до глибини 25 см), чизельні плуги (25–35 см), чизельні глибокорозпушувачі (25–40 см і глибше), комбіновані чизельні агрегати з широким діапазоном глибини обробітку. Чизелювання ґрунту супроводжується такими технологічними процесами: розпушування, часткове кришення, часткове перемішування, вирівнювання. Під час чизелювання відсутнє перевертання і ущільнення. Глибина чизелювання залежить від біологічних особливостей вирощування культур і ґрунтово-кліматичних умов. Чизельний обробіток особливо ефективний на полях, що зазнають сумісної дії водної і вітрової ерозії. Чизельні глибокорозпушувачі типу АГР-1,7, АГР-4,0, ЧГ-40, ЧГ-4В, Lemken Labrador 160, Great Plains SS 1300, глибокорозпушувач стрілоподібний GRS 4 та ін. використовують для руйнування плужної підшви один раз на 3–5 років у сівозміні (рис. 3.7).



**Рис. 3.7. Моделі чизельних глибокорозпушувачів з різними варіантами робочих органів: 1 – АГР-1,7; 2 – Lemken Labrador 160; 3 – GRS 4; 4 – Great Plains SS 1300**

Джерела фото: <https://bit.ly/3K7TOpo>; <https://bit.ly/46FCJMe>; <https://bit.ly/4mjD7og>; <https://bit.ly/4ppYiHZ>

Комбіновані чизельні агрегати типу БДВП-4,2-01, АКГР-2,8, ЧД-30, Horsch Tiger MT, Quivogne TINEMASTER, Bednar ACTROS RO та інші, які виконують

декілька завдань за один прохід, застосовуються для основного обробітку ґрунту (рис. 3.8).



**Рис. 3.8. Моделі комбінованих чизельних агрегатів:** 1 – АКГР-2,8; 2 – Horsch Tiger MT; 3 – ДИЧ-5,2; 4 – Bednar ACTROS RO

Джерела фото: <https://bit.ly/47SzvGx>; <https://bit.ly/4mmsu46>; <https://bit.ly/4nyx0NZ>; <https://bit.ly/3VSrGsZ>

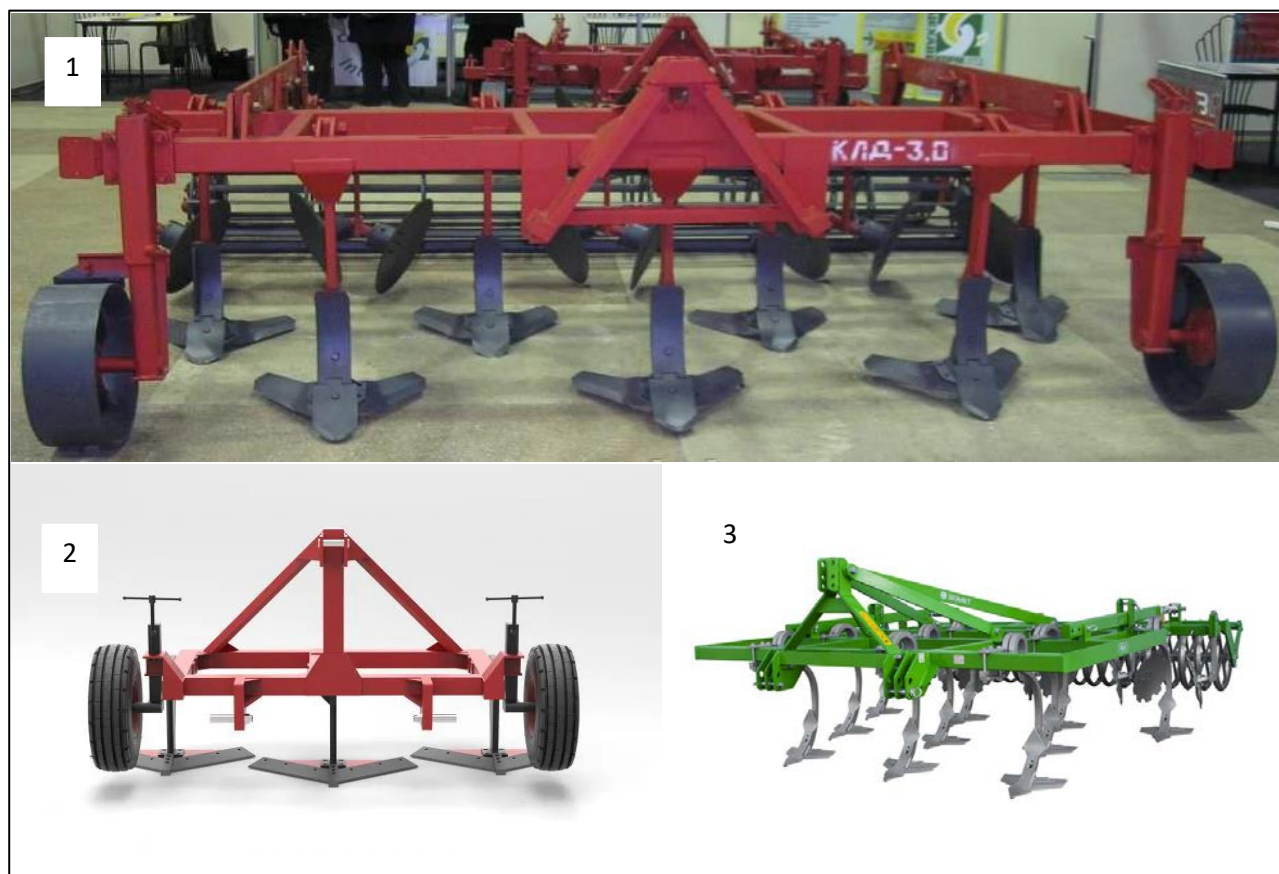
Обробіток ґрунту чизельними знаряддями дає змогу суттєво збільшити ширину захвату машин, порівняно з оранкою, знизити витрати пального в системі основного обробітку на 40–50 %, оскільки кришення ґрунту є менш енергоємним на відміну від перевертання скиби. При цьому можна зруйнувати ущільнену плужну підшову й покращити структуру ґрунту та ін. Глибкорозпушувачі, залежно від поставлених завдань, можуть виконувати функції локального й суцільного безполицевого обробітку ґрунту. Крім того, різноманітні моделі глибкорозпушувачів українського та закордонного виробництва можуть мати різні конструкції робочих органів, що дозволяє, наприклад, створювати ефект хвильового підривання ґрунту, зсув скиби у вертикальній та горизонтальній площинах, створюючи розгалужену мережу тріщин у міжлаповому просторі та ін.

Проте, можна відмітити й певні недоліки чизелювання, зокрема, неповне підрізання бур'янів, неможливість отримання в результаті обробітку суцільного дна борозни, можливе утворення на поверхні поля великих брил тощо.

**Плоскорізний обробіток ґрунту** – це безполицевий спосіб обробітку ґрунту плоскорізними знаряддями без його обертання із збереженням на поверхні більшої частини післязбиральних решток.

Найвищу ефективність плоскорізний обробіток має в районах вітрової ерозії, де для основного глибокого обробітку ґрунту використовують плоскорізні культиватори-глибкорозпушувачі, а також культиватори-плоскорізи, що використовуються і для мілкої обробітку під час догляду за паровими полями

(рис. 3.9). Після обробітку ґрунту плоскорізами на його поверхні залишається до 80–85 % стерні. Завдяки цьому швидкість вітру на висоті зрізу зменшується в 1,5–2 рази, тому видування ґрунту зводиться до мінімуму або зовсім відсутнє залежно від ступеня його оструктуреності й розпиленості. В зимовий період стерня сприяє рівномірному розподілу снігу на полі й такому ж сніготаненню, запобігає глибокому промерзанню ґрунту, що забезпечує краще його зволоження, збереження структури та підвищує стійкість до вітрової ерозії. Окрім вищезазначених переваг, плоскорізний обробіток є приблизно в 3 рази менш енергоємним порівняно з оранкою.



**Рис. 3.9. Моделі знарядь з плоскорізальними робочими органами:** 1 – стерньовий культиватор-плоскоріз КЛД-3,0; 2 – плоскоріз-глибокорозпушувач ПГ-3; 3 – стерньовий культиватор Bomet Apus U865/3

Джерела фото: <https://bit.ly/3K09Vpb>; <https://bit.ly/4pttwxZ>; <https://bit.ly/4gwN1Sm>

Для повнішого знищення бур'янів плоскорізний обробіток слід проводити неглибоко і виконувати в спеку, коли ґрунт сухий. Плоскоріз піднімає з ґрунту дрібні бур'яни, вириваючи їх з корінням, і вони висихають. Більші бур'яни плоскоріз підрізає. Перевищення оптимальної глибини плоскорізного обробітку часто залишає коріння в ґрунті, завдяки чому бур'яни відростають. Покращує контроль бур'янів встановлення за плоскорізами ротаційних борін або котків.

До недоліків даного заходу обробітку ґрунту слід віднести збільшення забур'яненості посівів у вологі роки із-за накопичення насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту та ризик поширення хвороб, збудники яких залишаються на рослинних рештках.

**Показники якості чизельного та плоскорізного обробітків ґрунту:**

1. Своєчасність проведення даного заходу, особливо під озимі культури.
2. Відсутність огріхів.
3. Задана кількість післяжнивних решток попередника на поверхні ґрунту
4. Задана глибина чизельного обробітку ґрунту (відхилення 1–2 см).
5. Гребенястість (гребені не повинні перевищувати 2–3 см).
6. Брилястість (брили не повинні перевищувати в діаметрі більше 10 мм і займати не більше 20 % від загальної кількості ґрунтових агрегатів).
7. Повне розроблення поворотних смуг і країв полів.

Згідно ДСТУ 4691:2006 «Терміни та визначення понять» в землеробстві України виділяють лушення ґрунту і дискування ґрунту.

**Лушення ґрунту** – поверхневий або мілкий обробіток ґрунту після збирання сільськогосподарських культур, який забезпечує розпушення, часткове обертання, перемішування ґрунту, підрізання і провокацію сходів бур'янів.

Цей захід обробітку ґрунту можна проводити різними типами знарядь, зокрема, дисковими та лемішними луцильниками, дисковими боронами та плоскорізними знаряддями. Найчастіше цей захід проводять знаряддями з дисковими робочими органами (рис. 3.10).

**Дисковий обробіток ґрунту (дискування)** – це безполицевий захід обробітку ґрунту дисковими знаряддями, що забезпечує кришення, часткове перемішування ґрунту та знищення бур'янів.



**Рис. 3.10. Моделі дискових борін:** 1 – БДП-4,2; 2 – БДД-2400;

3 – дискова борона Avers Agro; 4 – General 2.5

Джерела фото: <https://bit.ly/46pk1HE>; <https://bit.ly/4pr2yHr>; <https://bit.ly/41WaaaM>; <https://bit.ly/469tbsX>

Лущення (дискування) проводять перед зяблевим основним обробітком та обробітком під озимі, які розміщують після культур суцільного способу сівби, а також в системі обробітку ґрунту чистого пару. Перше завдання лущення – нагромадження і збереження вологи в ґрунті створюючи мульчуючий верхній шар із рослинних решток та ґрунту. Це перший захід у системі зяблевого обробітку, який здійснюють після збирання врожаю. Лущення обов'язкове на полях після зернових колосових та інших культур суцільного способу сівби. Під час роботи посівних та збиральних агрегатів, сільськогосподарських машин по догляду за посівами, а також інтенсивних зливових дощів і власної маси ґрунту оброблюваний (орний) шар ущільнюється. У післязбиральний період на цих площах волога підіймається по капілярних щілинах і випаровується. Крім того, ущільнений ґрунт погано вбирає літньо-осінні опади. Лущенням стерні ми покращуємо водні властивості ґрунту – вбирну здатність, водопроникність, вологоємність, що сприяє накопиченню й збереженню вологи.

Невчасно проведене лущення призводить до колосальних втрат вологи з ґрунту, які за добу можуть становити 54–68 т/га. Кількість втраченої вологи незлущеного ґрунту буде залежати від:

- погодних умов – висока температура, низька атмосферна вологість та вітер збільшують швидкість втрат вологи;
- типу ґрунту – важкі ґрунти зі значною часткою глини та мулу матимуть більше капілярних пор та вищу швидкість втрати ґрунтової вологи;
- обмолоченої культури – стерня злакових культур має сильнішу здатність підіймати вологу, ніж, наприклад, ріпаку;
- кількості пожнивних решток та рівномірності їх розподілу на поверхні поля – нерівномірно розподілені рослинні рештки попередника призводять до надмірних втрат вологи з ґрунту в зонах, де їх не достатньо та «недружнього» проростання падалиці й бур'янів, а також сидератів, що чітко видно на рис. 3.11.

Друге завдання лущення – це очищення ґрунту від бур'янів, шкідників і збудників хвороб, тобто, ми покращуємо фітосанітарний стан ґрунту та посівів с.-г. культур. На незлущеному полі можуть продовжувати вегетацію бур'яни, а їхнє дозріле (стигле) насіння осипається, підвищуючи потенційну забур'яненість ґрунту. Також розвиваються підземні органи багаторічних бур'янів, нагромаджуючи поживні речовини, що надалі ускладнює очищення ґрунту від органів вегетативного розмноження. У післязбиральних рештках розмножуються шкідники й збудники хвороб сільськогосподарських рослин.

Перераховані небажані фітосанітарні явища значною мірою ліквідовуються, своєчасним проведенням лущення стерні. При цьому створюються сприятливі умови для проростання насіння й органів вегетативного розмноження бур'янів та падалиці с.-г. культури, що знаходяться у ґрунті, а їх сходи знищуються під час наступного обробітку.

Третє завдання лушення – це покращення поживного режиму ґрунту. Встановлено, що після збирання зернових колосових (пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале), просапних (буряки цукрові, кукурудза на зерно, соняшник) та кормових культур (люцерна, еспарцет, конюшина, однорічні трави, кукурудза на силос) на поверхні ґрунту лишаються побічні рослинні рештки від 2,0 до 10–12 т/га. Родючість ґрунту формується під впливом складних природних і антропогенних факторів, провідна роль серед яких належить біохімічній діяльності мікроорганізмів. Ґрунтова мікрофлора приймає участь у формуванні й управлінні всіх агрономічних властивостей ґрунту. Проте, в умовах сучасного інтенсивного землеробства стратегія ґрунтової родючості залежить від мікробної трансформації свіжої органічної речовини і, перш за все, синтезу й мінералізації гумусу. Добре гумусовані ґрунти характеризуються оптимальним, екологічно збалансованим складом мікробних асоціацій, високою буферністю, вологоємністю, сприятливим співвідношенням повітряного, теплового і поживного режимів. Завдання лушення – ефективно управляти ґрунтовими режимами, створюючи оптимальні аеробні умови для роботи мікробних асоціацій.



**Рис. 3.11. Нерівномірні сходи сидератів унаслідок неякісного розподілу рослинних решток**

Автор фото: Павлов О. С.

Четверте завдання лушення – подрібнення коренових решток та побічної продукції рослинництва. Інтенсифікація галузі землеробства привела до насичення сівозмін високопродуктивними, високостебельними просапними культурами – кукурудза на зерно, соняшник, ріпак тощо. Після цих культур та зернових колосових на поверхні ґрунту лишається від 4 до 10–12–15 т/га побічної продукції рослинництва. Для проведення якісного послідовного основного

обробітку ґрунту необхідно подрібнити рослинні рештки. Це здійснюється під дією робочих органів дискових борін.

Лущення слід проводити в день збирання основної культури. Проведення лущення через п'ять днів після збирання попередника втрачає свою актуальність.

Глибина лущення визначається типом забур'яненості, попередником та станом ґрунту. За малорічного типу забур'яненості глибина лущення (дискування) коливається від 4–6 см на піщаних і легких суглинкових ґрунтах до 6–8 см на середніх та важких суглинках. За багаторічного кореневищного типу забур'яненості дискування проводять на 12–14 або 14–16 см. За багаторічного коренепаросткового типу забур'яненості лущення проводять лемішними або плоскорізними робочими органами на глибину 12–14 см. Слід пам'ятати, що дискові робочі органи підрізають вегетуючі бур'яни на 50–70 %, а лемішні й плоскорізальні – на 100 %. Якщо під час лущення ґрунт достатньо зволожений, то його проводять на 4–6 см, а за посушливих умов – глибину збільшують до 6–8–10 см для уникнення утворення тріщин.

#### ***Показники якості лущення (дискування):***

1. Своєчасність проведення даного заходу. Проведення лущення (дискування) через п'ять днів після збирання попередника рахується не задовільним.

2. Глибина й рівномірність лущення. Ці показники регулюються кутом атаки від 15 до 35°.

3. Повнота підрізання бур'янів.

4. Відсутність огріхів.

**Культивація ґрунту** – це захід обробітку ґрунту культиватором, який забезпечує кришення, розпушування й часткове перемішування ґрунту, а також цілковите підрізання поверхні поля.

Культивацію проводять з метою:

1. Створення сприятливих умов для сівби, з'явлення повних і дружніх сходів сільськогосподарських культур, їх росту і розвитку.

2. Покращення водного, повітряного та поживного режимів ґрунту.

3. Оптимізації мікробіологічної діяльності ґрунту.

4. Внесення мінеральних добрив (підживлення) під час вегетації рослин та засобів захисту рослин від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

5. Контролювання бур'янів у полях чистого пару, передпосівний період сільськогосподарських культур, по догляду за посівами, садами, виноградниками, ягідниками тощо.

За призначенням розрізняють культиватори парові (для суцільного обробітку ґрунту), просапні (для міжрядного обробітку ґрунту просапних культур) та універсальні (для суцільного обробітку ґрунту й міжрядного обробітку просапних культур). Також є спеціальні культиватори, які мають вузьке призначення. До них відносять садові культиватори, протиерозійні, фрезерні та інші.

Робочими органами культиваторів є лапи, ножі, диски, пружинні пальці, вирівнювальні бруси, підгортальні та борознонарізувальні корпуси, котки,

ротори тощо. Найпоширенішими робочими органами культиваторів є лапи, які бувають розпушувальні, підрізувальні та підгортальні.

**Розпушувальні лапи** призначені для рихлення, вирівнювання й розпушування переуцільнених ґрунтів і бувають:

- долотоподібні – застосовують для розпушування міжрядь зв'язних і щільних ґрунтів на глибину до 16 см. Нижня частина лапи загнута вперед і має загострений носок у вигляді долота шириною 20 мм. Така лапа досить добре заглиблюється у ґрунт і під час обробітку деформує й розпушує його на всю глибину без винесення вологого шару на поверхню поля

- оборотні та односторонні розпушувальні лапи – встановлюють на культиваторах для суцільного обробітку ґрунту. Вони бувають на пружинних стояках і на жорстких. Оборотна лапа загострена з обох кінців. При затупленні одного кінця лапу повертають на інший. Товщина леза не повинна бути більше 1 мм. Ширина захвату лап – 30–60 мм. Глибина обробітку лап на жорстких стояках – до 22–25 см., а на пружинних – 10–12 см.

- долотоподібна з пружинною стійкою – S-подібна форма стійки забезпечує оптимальний баланс між жорсткістю та гнучкістю, що робить стійку стійкою до пошкоджень та вібрацій, а також ефективно гасить удари під час роботи культиватора (рис. 3.12).



**Рис. 3.12. Розпушувальні лапи культиваторів:** 1 – долотоподібна; 2, 3 – оборотна та одностороння розпушувальні лапи; 4 – долотоподібна з пружинною стійкою

Джерело фото: <https://bit.ly/3VTz47n>

За роботи розпушувальних лап культиватора поверхня поля має бути рівною, дрібногрудкуватою, без гребенів і борозен. Вологі шари ґрунту не повинні виноситися робочими органами культиватора на поверхню поля. Відхилення від заданої глибини обробітку ґрунту може бути не більше  $\pm 1$  см.

Суцільну культивуацію проводять в поперек або під кутом до попереднього напрямку обробітку ґрунту.

**Підрізувальні лапи** в першу чергу повинні забезпечувати повне підрізання бур'янів, не виносити вологий шар ґрунту на поверхню поля, не пошкоджувати понад 1–2 % рослин (за умови міжрядного обробітку), не відхилятися від заданої глибини більше як  $\pm 1-2$  см. Підрізувальні лапи бувають:

- однобічна плоскорізальна (бритва) – призначена для підрізання бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6 см. Ці лапи бувають ліві та праві. Лезо лапи заточують зверху під кутом  $8-10^\circ$ ;

- стрілчаста плоскорізальна – призначені для обробітку ґрунту на глибину до 6 см і незначного його розпушування. Використовують лапи з шириною захвату 145, 150 та 260 мм. Лезо лапи заточують знизу під кутом  $8-10^\circ$ ;

- універсальна – поєднують роботу підрізувальних і розпушувальних лап. Вони одночасно з підрізанням бур'янів добре розпушують ґрунт. Стрілчасті універсальні лапи застосовують для передпосівного обробітку ґрунту і міжрядного обробітку просапних культур на глибину до 12 см. Ширина захвату лап 220–330 мм. Лезо лапи заточують знизу під кутом  $10-12^\circ$ .

**Підгортальна** – призначена для підгортання рослин, підрізання бур'янів у міжряддях та присипання бур'янів у захисних зонах рядка (рис. 3.13).



**Рис. 3.13. Підрізувальні та підгортальні лапи культиваторів:** 1 – однобічна плоскорізальна (бритва); 2 – стрілчаста плоскорізальна, 3 – універсальна; 4, 5, 6 – підпідгортальні лапи

Джерело фото: <https://bit.ly/3VTz47n>

Розрізняють культивуацію суцільну (обробіток всієї площі) та міжрядну (в міжряддях сільськогосподарських культур).

Суцільну культивуацію проводять у системі зяблевого напівпарового обробітку ґрунту, догляді за чистими парами та перед сівбою

сільськогосподарських культур (передпосівна культивуація). Суцільну культивуацію проводять у поперек або під кутом до попереднього напрямку обробітку ґрунту.

Завдання суцільної культивуації:

1. Нагромадити та зберегти доступну вологу в ґрунті.
2. Підготувати ґрунт для проведення якісної сівби сільськогосподарських культур.

3. Отримати дружні та повні сходи сільськогосподарських культур.

4. Очистити оброблюваний шар ґрунту від проростків бур'янів.

Глибина культивуації й підбір лап залежить від біологічних особливостей культури, забур'яненості поля та стану ґрунту (оструктуреності ґрунту, його щільності та вологості).

Культиватори, які використовують для передпосівного обробітку і обробітку парів, мають два типи робочих органів – стрілчасті універсальні та розпушувальні лапи. Під ярі ранні культури (овес, ячмінь, тритикале, горох тощо), як правило, проводять одну передпосівну культивуацію на глибину заробки насіння. Під ярі культури середнього строку сівби (буряки цукрові, соняшник, картоплю тощо) проводять залежно від стану ґрунту одну-дві культивуації. Під ярі культури пізнього строку сівби (за температури ґрунту на глибині заробки насіння 8–10–12° С – кукурудза, соя, просо, гречка тощо) зазвичай проводять дві культивуації. Першу культивуацію проводять за фізично стиглого ґрунту (ґрунт добре кришиться, розпушується, вміст вологи на рівні найменшої польової вологоємності) створюючи сприятливі умови для масового проростання насіння бур'янів. Другу культивуацію проводять в день сівби на глибину заробки насіння для проведення якісної сівби та знищення пророслих бур'янів.

Міжрядний обробіток просапних культур проводять з метою:

1. Оптимізації складення будови оброблюваного шару ґрунту.
2. Покращення повітряного, поживного та водного режимів.
3. Контролювання бур'янів нижче біологічного та економічного порогів шкідливості.

4. Внесення добрив (підживлення вирощуваних рослин).

5. Активізація життєздатності ґрунтових організмів.

Глибина й кількість міжрядних обробітків залежить від біологічних особливостей вирощуваних культур, забур'яненості посівів, агрофізичних та водних властивостей ґрунту, меліоративних умов тощо.

**Показники якості культивуації:**

1. Своєчасність проведення даного заходу (в оптимальні терміни).

2. Глибина й рівномірність розпушування (відхилення  $\pm 1-2$  см).

3. Вирівняність поверхні поля (висота гребенів до 2–3 см).

4. Повне підрізання бур'янів (допускається на більше 1 бур'яну на 10 м<sup>2</sup>).

5. Відсутність огріхів.

6. Краї поля мають бути обробленими.

**Боронування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту різними типами борін (зубових, голчастих або ротаційних, пружинних), що забезпечує кришення,

розпушування, вирівнювання поверхні ґрунту, часткове знищення проростків бур'янів та їх сходів (рис. 3.14).

Боронування проводять з метою:

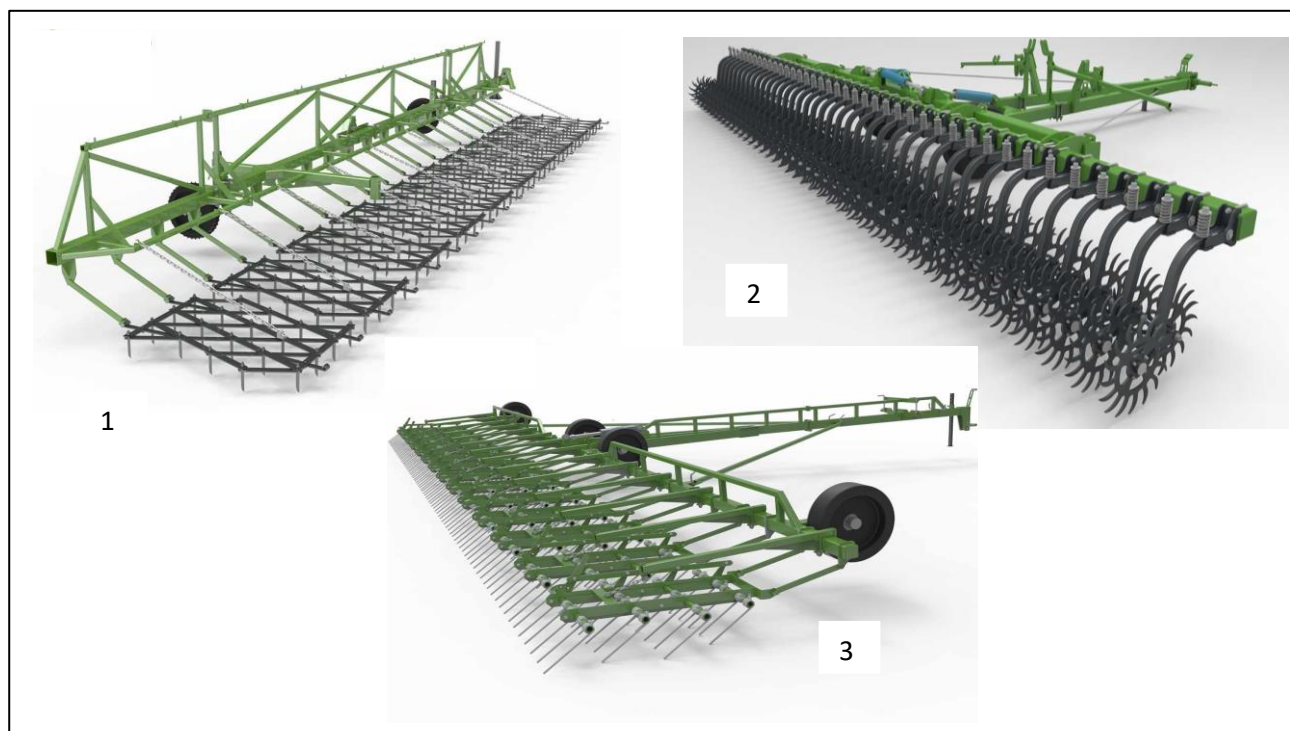
1. Збереження вологи. Запізнення з ранньовесняним боронуванням зяблевого обробітку ґрунту на 1 добу веде до втрати 80–100 т/га вологи.

2. Вирівнювання поверхні поля

3. Знищення проростків та сходів бур'янів.

Робочі органи борін – зуби квадратного, круглого, ромбовидного перерізу, а також ножеподібні й лапчасті.

Прямокутні зуби використовують у важких та середніх, а круглі – легких борін. Ножеподібні зуби легко заглиблюються у ґрунт і майже його не перемішують.



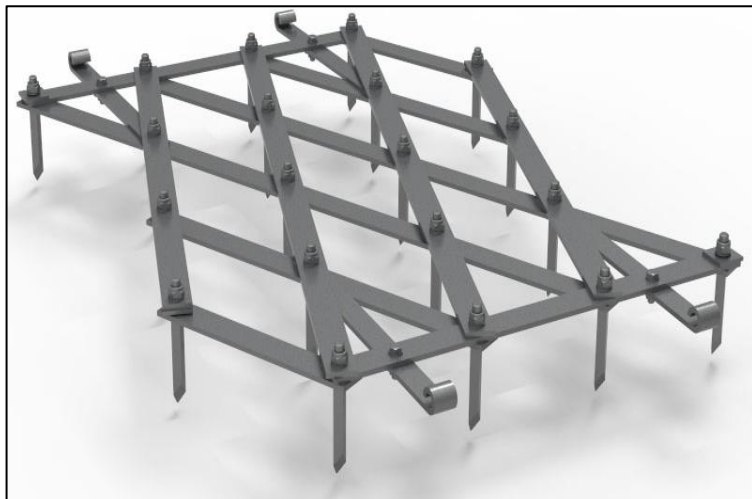
**Рис. 3.14. Види борін:** 1 – зубова (ЗБН-10); 2 – ротаційна (Green Star 9),  
3 – пружинна (БПС-18)

Джерело фото: <https://avers-agro.com.ua/ukr>

Зуби, які мають квадратну форму перерізу, заточують несиметрично – одне ребро пряме, а решта скошені. На рамі їх встановлюють прямим ребром в орному напрямку, а борона може працювати в двох протилежних напрямках. Якщо борону встановлюють так, щоб працювали прямі ребра, вона розпушує ґрунт на всю глибину ходу зуба, якщо ж працюють скошені ребра, ґрунт розпушується тільки верхньою частиною зуба до скошеної частини, а шар, який лежить нижче скосу, ущільнюється скосом зубів на глибину 3–4 см.

Робочим органом звичайної зубової борони є нерухомий короткий сталевий зуб, який заглиблюється в ґрунт і розпушує його. Дія зуба визначається глибиною, на яку він проникає у ґрунт, а також щільністю ґрунту. Кожний зуб розпушує поблизу від себе таку площу, яка в розрізі являє собою рівнобедрений

трикутник. Зуби повинні бути розставлені так, щоб трикутники лише сходилися,



**Рис. 3.15. Схема встановлення зубів борін**

Джерело фото: <https://avers-agro.com.ua/ukr>

щоб між трикутниками не залишалося вільного місця і щоб вони один одного не перекривали (рис. 3.15). На рамах зуби кріплять так, щоб кожний із них робив свій слід і між ними була однакова відстань. Якість боронування залежить від маси борін, форми зубів, кута їх проникнення в ґрунт, вологості ґрунту, довжини тяг та швидкості руху агрегату.

Залежно від маси, яка припадає на один зуб, борони поділяють на важкі, середні й

легкі. Важкі борони (тиск на один зуб – 1,5–2,0 кг) розпушують ґрунт на 6–8 см середні (тиск на один зуб – 1,0–1,5 кг) – розпушують ґрунт на глибину 4–6 см. Для завершального вирівнювання ґрунту перед сівбою і після сівби, а також для знищення кірки на посівах використовують легкі борони (тиск на один зуб – 0,5–1,0 кг), які розпушують ґрунт на глибину 2–3 см. Тиск на зуби борін можна збільшувати додатковим вантажем.

Велике значення має довжина зубів і кут, під яким вони входять у ґрунт. Якщо вони занадто довгі, глибина боронування буде надмірною, а поверхня ґрунту недостатньо вирівняною. Прямо поставлені зуби краще розбиває грудки, а нахилені вперед – більше заглиблюються в ґрунт і добре вичісують кореневища пирію. Нахил зубів уперед потрібний тоді, коли обробляють боронами важкі задернілі ґрунти. Якщо нахил зубів спрямований назад, то глибина обробітку ґрунту зменшується. У звичайних борін кут нахилу зубів постійний, але є і спеціальні важільні борони, у яких кут входження зубів у ґрунт можна змінювати.

Ґрунт слід боронувати у спілому стані, коли його вологість становить 70–75 % від найменшої або польової вологоємності. При вищій вологості можна боронувати тільки піщані ґрунти. Якщо боронують сухий ґрунт, особливо важкий за гранулометричним складом, грудки його не подрібнюються, а лише переміщуються по поверхні поля. Якщо такий пересохлий ґрунт боронувати в кілька слідів інтенсивно руйнуються структура ґрунту, на поверхні нагромаджується більші частки (грудки в діаметрі більше 10 мм), а на повній глибині – менші, що може стати причиною утворення шкідливої глибокої (внутрішньо ґрунтової) кірки. Не можна боронувати дуже вологий ґрунт, бо він не розпушується, а мажеться й ущільнюється, а пізніше – з настанням сухої погоди твердіє і пересихає.

Боронування дає найкращі результати, коли його проводять під кутом до напрямку основного обробітку ґрунту (оранка або безполицевий обробіток). При

боронуванні в напрямку оранки ґрунт надмірно кришиться і розпушується, недостатньо вирівнюється, борони горнуть його вперед. Якщо боронують перпендикулярно напрямку оранки, то внаслідок нерівного й неспокійного руху борін ґрунт у більшій мірі руйнується і розпилюється.

Важливе значення має техніка причеплення борін до трактора. Не доцільно боронувати при коротких поводках прикріплення борін. Адже при цьому зуби менше заглиблюються в ґрунт і якість боронування значно погіршується. Довжина поводків має бути такою, щоб зуби заглиблювалися на однакову глибину і борони рухалися плавно і рівномірно по поверхні поля.

*Боронування застосовують:*

1. У системі напівпарового зяблевого обробітку ґрунту.
2. У системі передпосівного обробітку ґрунту (закриття вологи).
3. У системі післяпосівного обробітку ґрунту – досходові й післясходові боронування.
4. У системі підготовки ґрунту під озимі зернові культури.
5. У системі догляду за чистими парами, озимими зерновими, просапними та іншими культурами.

У землеробстві використовують три способи боронування – загінний, фігурний і поперечно-діагональний.

При загінному боронуванні борони кожного разу виходять на край поля. Коли боронують у два сліди, то перший раз площу обробляють уздовж, а другий – упоперек основного обробітку ґрунту. Загінки повинні мати форму видовжених прямокутників. Такий обробіток застосовують, насамперед, на забур'яненних полях, коли бур'яни мають бути виволочені на край поля. Для зменшення кількості проходів агрегату на 50 %, при боронуванні у два сліди, агрегати із борін формують у два ряди. Перший ряд борін прикріплюють на короткому поводку, а другий ряд – на більш довгому, борони розміщують так, щоб борона другого ряду перекривала робочий прохід борін першого ряду.

При фігурному боронуванні загінка за своєю формою наближається до квадрата. Поле при цьому боронують вкругову, без холостих проходів. При боронуванні у два сліди вдруге його проводять по діагоналі до першого обробітку. Фігурний спосіб можна застосовувати на площах відносно чистих від бур'янів.

Недоліком цих обох способів (загінного і фігурного) є те, що при боронуванні у два сліди один слід збігається з напрямком оранки (основного обробітку), внаслідок чого ґрунт нерівномірно розпушується і гірше вирівнюється. Крім того, при загінному боронуванні мають місце холості проходи.

Кращим є поперечно-діагональне боронування. За такого способу напрям руху зубів борони не збігається з напрямом основного обробітку (напрямом оранки), що поліпшує якість розпушування ґрунту і забезпечує краще вирівнювання поверхні поля.

Для весняного боронування озимих культур, поверхневого розпушування полів покритих стернею та іншими рослинними рештками вирівнювання незначних нерівностей, загортання насіння бур'янів та падалиці культурних

рослин, передпосівного обробітку ґрунту, руйнування ґрунтової кірки застосовують голчасті борони (рис. 3.16). Робочим органом голчастих борін є диски із криволінійними або прямолінійними голками (зубами). Глибину обробітку ротаційної мотики регулюють спеціальними важелями. На 1 м<sup>2</sup> мотика робить 150 уколів. При цьому кірка знищується без перемішування часток ґрунту, що і є цінним у роботі ротаційних (голчастих) борін, які значно менше пошкоджують молоді культурні рослини. Недоліком таких борін є те, що вони не знищують сходи бур'янів.



**Рис. 3.16.** Ранньовесняне боронування сходів пшениці озимої ротаційною бороною та стан поля: 1 – до боронування; 2 – після боронування

Автор фото: Павлов О. С.

У системі догляду за сільськогосподарськими культурами, сівба або посадка насіння яких здійснена з використанням гребенів, запроваджують сітчасті борони. Робочі органи таких борін виготовляють із сталевго дроту діаметром 7–10 мм і кожний зуб рухається незалежно один від одного, тому вони добре копіюють поверхню поля. Сітчастими боровами знищують сходи бур'янів і розпушують ґрунт, не пошкоджуючи сходи культурних рослин. Маса цих борін значно менша від мас звичайних борін, тому вони обробляють ґрунт неглибоко, що зменшує ступінь пошкодження сходів культурних рослин.

Для обробітку запирієних і кам'янистих ґрунтів, ділянок після вирубування лісу запроваджують пружинні борони. Робочим органом такого типу борін є зігнута пружиною сталева пластинка. За своєю конструкцією пружинні борони подібні до пружинних культиваторів. Такі борони використовують у разі необхідності.

Задернілі ґрунти обробляють дисковими боровами з метою подрібнення дернини і проведення якісного основного обробітку – оранки.

*Показники якості боронування:*

1. Своєчасність.
2. Рівномірність глибини –  $\pm 1,0$  см
3. Повне знищення пророслих бур'янів у фазі білої ниточки.

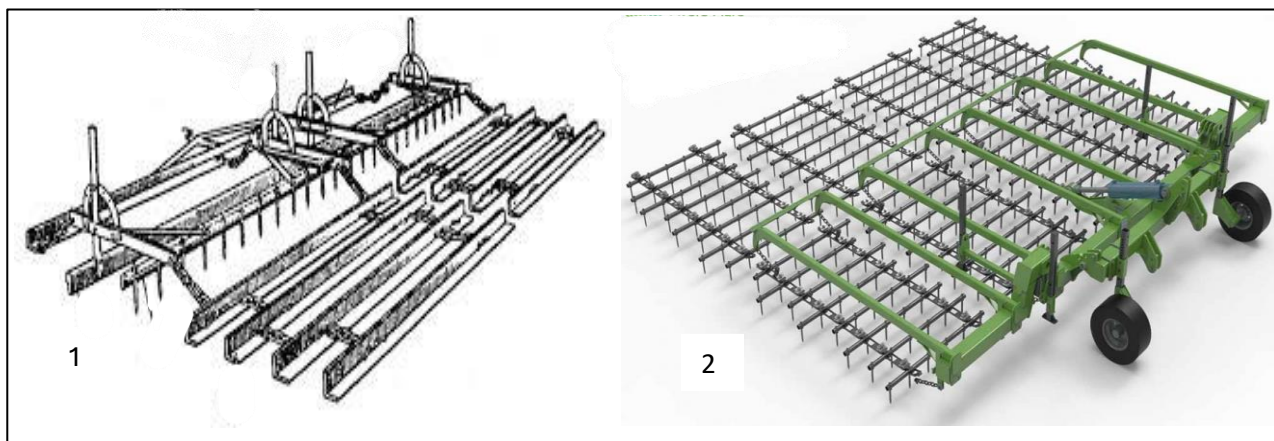
4. Вирівнювання ґрунту – гребені не вищі 2–3 см.

5. Відсутні огріхи.

**Шлейфування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту шлейфами, що забезпечує вирівнювання поверхні поля.

Шлейфування забезпечують рано навесні для вирівнювання поверхні поля та зменшення випаровування вологи з ґрунту. Цей захід проводять шлейфами, які складаються з ножа (струга), зубового бруса та кількох рядів сталевих кутників або дерев'яних брусів (рис. 3.17-1). Шлейфування сприяє збереженню вологи ґрунту та рівномірному загортанню насіння культурних рослин, що створює сприятливі умови для проростання насіння і появи дружніх сходів вирощуваних культур. Дуже важливо, що на вирівняному після шлейфування полі інтенсивно проростає насіння бур'янів, підвищується якість сівби, полегшується догляд за посівами і збирання врожаю. Ефективність роботи шлейфів за ранньовесняного боронування залежить від гранулометричного і структурного стану, гребенястості, вологості та засміченості ґрунту.

Шлейфи краще працюють на легких, середніх та структурних ґрунтах, гірше – на важких і розпилених. Ефективність шлейфування підвищується за гребенястості ріллі з висотою гребенів 2–4 см. Якщо ґрунт упродовж зими заплив і гребенястість відсутня – тоді шлейфування малоефективне, в таких випадках доцільно провести боронування важкими зубовими боронами. Не доцільно проводити шлейфування на перезволожених і пересушених ґрунтах.



**Рис. 3.17. Шлейфові борони:** 1 – ШБ-2,5; 2 – Green Way 6,2 м

Джерело фото: <https://bit.ly/46rnJAe>; <https://avers-agro.com.ua/ukr>

Останнім часом усе частіше використовуються шлейф-борони, які поєднують у собі переваги водночас зубових і пружинних знарядь, а відтак мають значно ширшу сферу використання порівняно з останніми (рис. 3.17-2). Боронами такого типу можливо працювати на полях з різними технологіями основного обробітку ґрунту, зокрема, й за наявності великої кількості рослинних решток на поверхні. Цей вид сільськогосподарського знаряддя відмінно працює і за традиційної, і за мінімальної технології обробітку. Крім того такі шлейф-борони добре вирівнюють поверхню поля, що запобігає втратам вологи з ґрунту, дозволяє рівномірно загорнути насіння, добрива і гербіциди та значно підвищує якість і продуктивність виконання наступних технологічних операцій із догляду

за посівами та збирання врожаю. Такими знаряддями іноді цілком можливо замінити передпосівну культивуацію, особливо перед сівбою ярих ранніх культур (горох, овес, ячмінь і т. д.).

**Коткування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту котками, що забезпечує кришення грудок, ущільнення ґрунту та часткове вирівнювання його поверхні.

Головне завдання коткування: надати поверхні поля вирівняний характер; забезпечити рівномірне загортання і хороший контакт висіяного насіння з твердою фазою ґрунту для швидкого його набухання, проростання і дружного з'явлення сходів рослин; сприяти водопідймальній здатності ґрунту; поліпшити тепловий режим ґрунту і зменшити втрати вологи конвекційно-дифузним механізмом.

Дослідження показали, що за вологості ґрунту нижче 60–70 % найменшої вологості (НВ) рух вологи по капілярах в рідкій формі практично відсутній і за цих умов відбувається дуже повільний плівчато-менісковий рух води. Втрата вологи у такому інтервалі вологості відбувається, головним чином, у результаті конвекційно-дифузного потоку – у пароподібному стані, інтенсивність якого визначається ступенем розпушеності ґрунту. Зі збільшенням розпушеності конвекційно-дифузний потік вологи підвищується значно більше, ніж за умов ущільнення ґрунту. Тому ущільнений прошарок, створений коткуванням, слід розглядати як фільтр, який знижує потік пароподібної вологи і певною мірою затримує її у цьому прошарку.

Робочими органами котка є гладенька не ребриста циліндрична поверхня або диски із шпоровими чи зубцями, складені в батареї (рис. 3.18). Коткування проводять за посушливої погоди, коли ґрунт розпушений і сухий одночасно або відразу після сівби, що дає змогу прискорити з'явлення сходів культурних рослин. В оптимально ущільненому ґрунті молоде коріння краще вступає в контакт з твердою фазою ґрунту і забезпечує рослину водою та елементами живлення, а також швидше набуває опорної функції для рослини. Проте слід зауважити, що в занадто щільному ґрунті проникнення коріння в ґрунт утруднюється, і воно деформується. За підвищеної вологості посівного шару, особливо на важких ґрунтах, коткування може завдати шкоди, оскільки після нього утворюється ґрунтова кірка, яка утруднює появу сходів культурних рослин, особливо тих, насіння яких виносить сім'ядолі на поверхню.

За масою котки бувають легкі (0,05–0,2 кг/см<sup>2</sup>), середні (0,3–0,4) і важкі (понад 0,5 кг/см<sup>2</sup>). Кращі результати здебільшого досягаються за роботи середніми котками. На посівах зернових частіше застосовують середні, а на посівах зернобобових – легкі котки.

Встановлено, що для надання обробленому (орному) шару оптимальної щільності будови (1,2–1,3 г/см<sup>3</sup>) необхідно після передпосівного розпушування ґрунту ущільнювати. Якщо верхній шар має вологість 25 % від маси абсолютно сухого ґрунту, коткування слід проводити котками з тиском 0,4–0,5 кг/см<sup>2</sup>, при більшій вологості – 0,2 кг/см<sup>2</sup>.

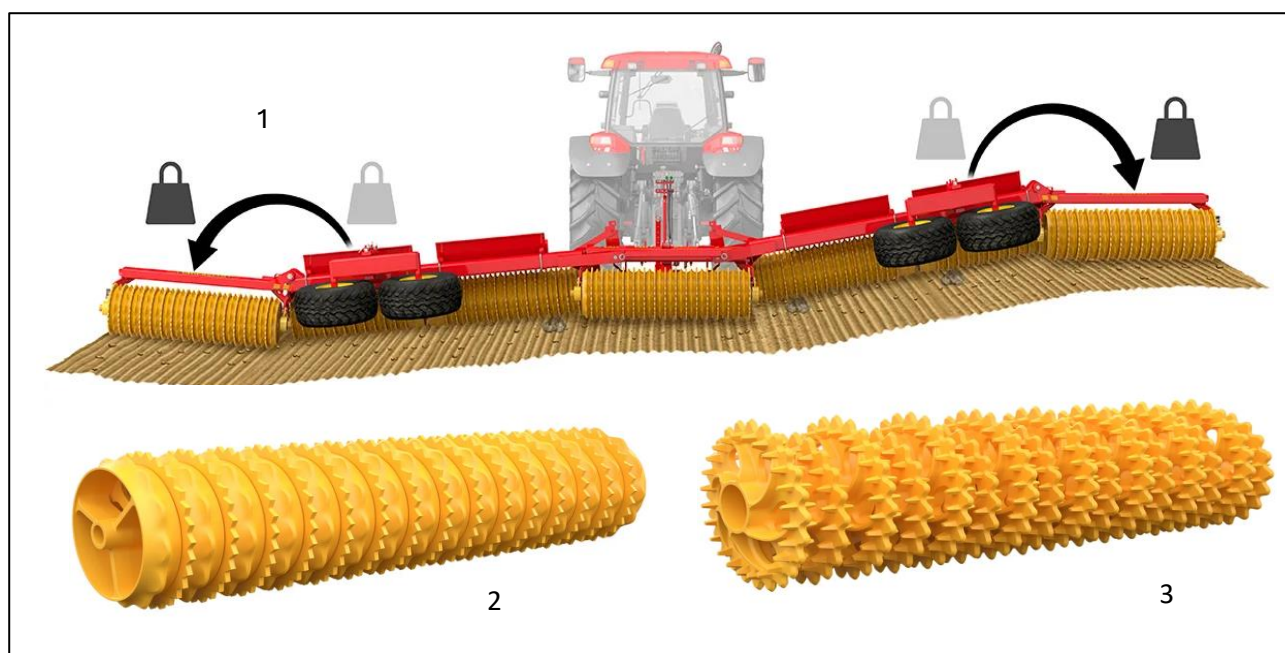
Для визначення тиску котка на 1 см захвату потрібно масу котка в кілограмах розділити на захват котка в сантиметрах. Для визначення тиску котка на 1 см<sup>2</sup> площі необхідно знати масу котка, його довжину і площу опори. Для

одержання показника тиску котка на  $1 \text{ см}^2$  площі необхідно масу котка в кілограмах розділити на добуток довжини котка в сантиметрах і половини ширини площі опори котка в сантиметрах.

Найкраще зарекомендували себе кільчасто-шпорові і кільчасто-зубові котки. Такі робочі органи забезпечують підповерхнєве ущільнення, поверхнєве розпушування і кришення.

*Кільчасто-шпорові котки*, наприклад ЗККШ-6 та ін. краще ущільнюють ґрунт і подрібнюють брили, ніж звичайні кільчасті одночасно розпушуючи поверхнєвий шар ґрунту. Робочими органами є відлиті сталеві чи чугунні диски, по колу обода яких з обох боків рівномірно розміщені клиноподібні шпори. Тиск робочих органів котка на ґрунт регулюють зміною маси баласту в ящиках.

*Кільчасто-зубові котки* також складаються із набору кілець двох видів: із клиноподібним кільцем та із зубцями. Ці котки подрібнюють грудки ефективніше гладких, але гірше кільчасто-шпорових. Суттєвою перевагою їх є покращене самоочищення за рахунок різних колових швидкостей кілець.



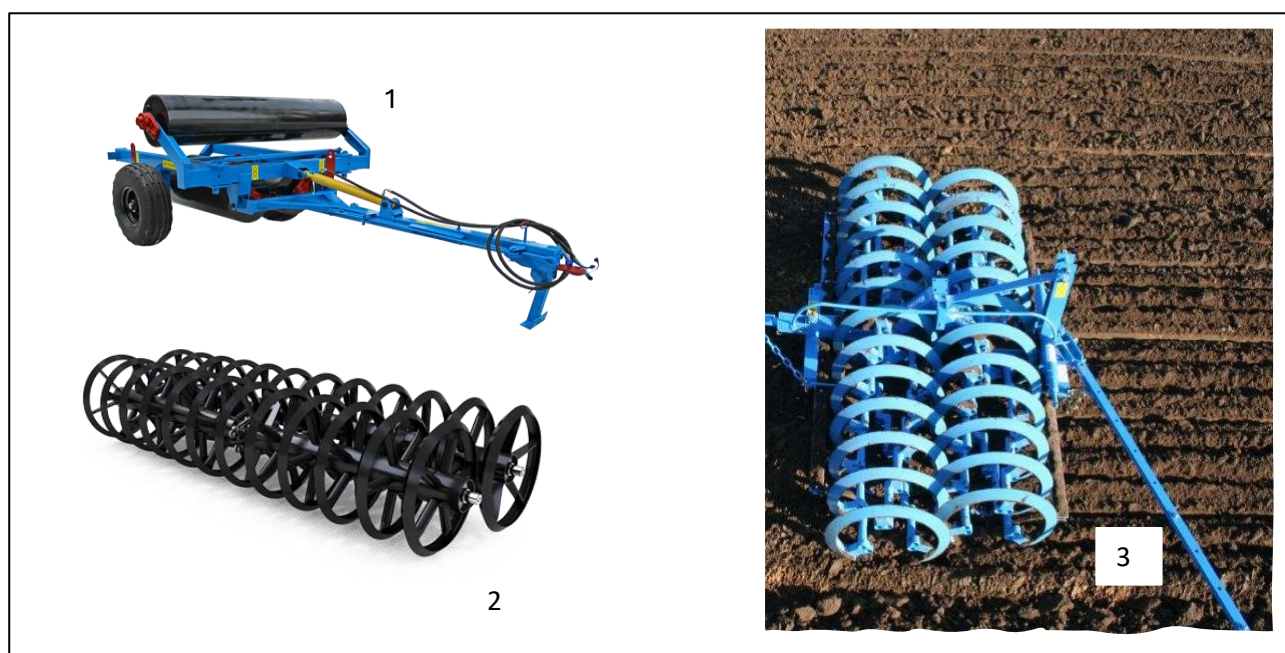
**Рис. 3.18. Котки:** 1 – загальний вигляд батареї котків; 2 – кільчасто-зубовий; 3 – кільчасто-шпоровий

Джерело фото: <https://www.vaderstad.com/ua/obrobitok-gruntu/kotku>

*Водоналивні котки* з гладкою циліндричною поверхнею ущільнюють верхній шар сухого ґрунту і слабо діють на глибші шари. Кращими вважають трисекційні котки – вони більш придатні для роботи на полях з нерівною поверхнею. Ширина захвату секції такого котка має становити 1,25–1,5 м, а діаметр – 40–50 см. Маса котка сягає 300–400 кг на 1 м його довжини при коткуванні сухого ґрунту і 100–150 кг, якщо верхні шари достатньо зволожені. У виробництві поширені трисекційні водоналивні котки КН-6Г, КН-9,2Г, КН-6У, КН-10У та ін. з діаметром циліндра 50–70 см. Залежно від кількості води тиск водоналивного котка на ґрунт можна змінювати від 2,3 до 6 кг на 1 см ширини захвату. Недоліком таких котків є утворення гладенької поверхні поля на якому,

після інтенсивних дощів, утворюється ґрунтова кірка, яку доцільно знищити боронами.

*Кільчасті котки* складаються з металевих кілець, насаджених незалежно одне від одного на одну вісь. Поверхня їх ребриста, яка не сприяє утворенню ґрунтової кірки. Ці котки можуть мати декілька секцій. Діаметр кілець варіює залежно від виробника і становить 70–90 см. Ширина захвату таких котків може бути до 6 м. Тиск на 1 см захвату коливається від 2,4 до 4,2 кг. Для очищення кілець від налиплого ґрунту встановлюють спеціальні чистики (рис. 3.19). При однаковій масі кільчасті котки ущільнюють ґрунт на більшу глибину, порівняно з котками гладенької поверхні. Найчастіше кільчастими котками агрегують інші ґрунтообробні знаряддя – плуги, дискові борони та ін. для зворотного ущільнення ґрунту одночасно з його обробитком. Це дає змогу сіяти відразу після такого обробитку ґрунту без остраху його осідання вже в процесі з'явлення сходів культури, що особливо важливо для перезимівлі ріпаку та пшениці озимих.



**Рис. 3.19. Котки:** 1 – гладкий водоналивний КН-6Г; 2 – кільчастий до дискатора SWIFTERDISC XO\_F; 3 – кільчастий lemken VARIOPACK

Джерело фото: <https://bit.ly/46siYXu>; <https://bit.ly/3VSrGsZ>;  
[http://lemken.com.ua/ua/kotok\\_variopack](http://lemken.com.ua/ua/kotok_variopack)

*Рублячі котки (подрібнювачі рослинних решток)* призначені для подрібнення рослинних залишків соняшнику, кукурудзи, ріпаку та інших культур. Подрібнюють стерню на фракцію довжиною 10–15 см та частково розпушують верхній шар ґрунту змішуючи його з рослинними рештками та створюючи мульчувальний шар, знищують бур'яни (рис. 3.20).

*Пруткові або решітчасті котки* виготовляють із плоских, фігурних або трубчастих прутків закріплених на барабані із зазорами між ними, вдвічі більшими діаметра прутка, або із кутиків, прикріплених до диска. Призначені для подрібнення грудок та ущільнення поверхні ґрунту. Прямокутні пластини бувають з вирізами і зубчасті. Розташування прутків на барабані може бути косим або прямим.

Слід пам'ятати, що коткування сухого ґрунту призводить до його розпилення внаслідок роздавлювання брил і грудок. При цьому деяка частина неподрібнених брил буде вдавнена в ґрунт. Коткування перезволоженого ґрунту значно ущільнює його, призводить до утворення на поверхні кірки. Тільки коткування за оптимальної вологості дає найвищу ефективність цього заходу.



**Рис. 3.20. Котки:** 1 – рублячий КР-6П-01; 2 – прутковий

Джерело фото: <https://bit.ly/3In8yjM>; <https://bit.ly/4guNQes>

У виробничій практиці котки застосовують: для знищення ґрунтової кірки, яка утворюється на посівах до з'явлення сходів (рубчасті або кільчасті котки); за недоброякісного обробітку ґрунту, коли коткування застосовують для подрібнення брил; після сівби буряків, кукурудзи, проса, гречки, озимих зернових, багаторічних трав, рідше – ранніх ярих зернових; перед сівбою дрібного насіння багаторічних трав, льону, маку, а також буряків та інших культур; перед сівбою для ущільнення ґрунту, коли оранка проведена незадовго до сівби, що має велике значення при сівбі озимих після зайнятих парів і після непарових попередників; під час весняного догляду за озимими при їх випиранні (рубчасті котки); для руйнування весняної льодової кірки на посівах озимих чи багаторічних трав (кільчасті котки).

*Показники якості коткування:*

1. Своєчасність;
2. Об'ємна маса (щільність ґрунту) має становити 1,2–1,4 г/см<sup>3</sup>;
3. Відсутня бриластість.

**Підгортання ґрунту** – це захід обробітку ґрунту, який забезпечує привалювання ґрунту до основи стебла рослин.

Підгортання забезпечує присипання ґрунту до основи стебел картоплі, кукурудзи, соняшника, капусти та інших просапних культур, а також нарізування поливних борозен і формування гребенів висотою до 25 см (рис. 3.21). Для підгортання картоплі та інших просапних культур використовують культиватори, робочими органами яких є лапи-полиці.

Підгортання картоплі, кукурудзи, соняшника збільшує об'єм розпушеного ґрунту біля стебел рослин, поліпшує його аерацію та поживний режим, відбувається присипання сходів та молодих рослин бур'янів, значна кількість

яких гине під товщею присипаного ґрунту. Проте, високий агротехнологічний ефект від підгортання отримуємо в районах достатнього зволоження та за умов зрошення. За таких умов рослини картоплі утворюють додаткові бульби, а в кукурудзи, соняшника та інших просапних – додатковий ярус кореневої системи. За умов недостатнього зволоження та в суху погоду цей захід не рекомендується. Підгортання, як і культивацію у міжряддях, припиняють при змиканні рослин просапних культур у міжряддях.



**Рис. 3.21. Стан рослин після проведення підгортання**

Автори фото: Танчик С. П., Павлов О. С., Бабенко А. І.

**Фрезування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту фрезою, який забезпечує кришення, розпушування, часткове перемішування шару оброблюваного ґрунту.

Завдання фрезування: проведення первинного основного обробітку торфоболотних і мінеральних ґрунтів покритих купинами та міцною дерниною; поліпшення агрофізичних, агрохімічних та біологічних властивостей природних кормових угідь (лук і пасовищ); знищення у сівозмінах та староорних торфових ґрунтах дернини багаторічних трав; проведення основного обробітку важких оглеєних ґрунтів для вирощування овочевих культур та картоплі.

Робочими органами фрези є металеві, зігнуті на кінцях ножі, що зрізають та подрібнюють ґрунт і дернину. Чим більше ножів у секції, вища частота перевертання барабана і менша швидкість руху агрегату, тим краще подрібнюються дернина і ґрунт (рис. 3.22). Товста дернина і ґрунт повністю подрібнюється після двох-трьох проходів фрези.



**Рис. 3.22. Фреза ґрунтообробна Soilking 2.1**

Джерело фото: <https://bit.ly/4mqvFrN>

обробітку в полях просапних культур, у садах і ягідниках, для обробітку під післяукісні та післяжнивні посіви.

Проте, для зменшення негативної дії фрези на ґрунт фрезування як захід основного обробітку слід чергувати з оранкою.

### 3.7. Заходи обробітку ґрунту спеціального призначення

**Щілювання ґрунту** – це захід обробітку ґрунту щілювачами, що забезпечують утворення щілин для підвищення водопроникності ґрунту та зменшення його змивання.

Щілювання проводять на рівнинних та схилових землях для нагромадження та збереження в ґрунті достатньої кількості доступної вологи та поживних речовин, покращити аерацію ґрунту, створити сприятливі умови для росту, розвитку та продуктивності сільськогосподарських культур.



**Рис. 3.23. Щілювач навісний ЩН-4**

Джерело фото: <https://bit.ly/4ptrOgb>

Фрезування можна застосовувати і на мінеральних ґрунтах, зокрема важких за гранулометричним складом. Фрезування, як захід основного обробітку ґрунту, має суттєві недоліки. За інтенсивного перевертання барабана з ножами відбувається надлишкове кришення і розпушування ґрунту, що веде до руйнації його структури і розпилення оброблюваного шару. Такі оброблювані ґрунти мають низьку водопроникність, повітроємність та повітропроникність, що посилює ерозійні процеси. Фрези ефективні і для передпосівного та міжрядного

обробітку в полях просапних культур, у садах і ягідниках, для обробітку під післяукісні та післяжнивні посіви. Проте, для зменшення негативної дії фрези на ґрунт фрезування як захід основного обробітку слід чергувати з оранкою.

також проводять на землях відведених під вологозарядкові й вегетаційні поливи, під посадки овочевих, технічних культур і винограду, після зяблевого обробітку, на посівах озимих зернових та багаторічних трав, у міжряддях просапних культур.

Технологічний процес щілювання зябу, площ озимих зернових багаторічних трав та інших культур проводять пізно восени на глибину 50–60 см щілювачами ЩН-2-140, ЩН-4 та ін. з відстанню між щілинами від одного до трьох-п'яти метрів залежно від рельєфу поля (рис. 3.23). На

поливних землях борозни-щілини глибиною 40–60 см і шириною 5–7 см нарізають на відстані 1–2 м. щілювання на схилових землях проводять упоперек схилу в напрямку горизонталей.

**Кротування ґрунту** – меліоративний захід обробітку ґрунту, який забезпечує утворення горизонтальних дрен-кротовин.



**Рис. 3.24. Кротувач СТЕП КР-1,4**

Джерело фото: <https://stepagro.com>

Кротування проводять на перезволожених важко-суглинкових і глинистих ґрунтах, де на глибині кротування вміст мулуватих часток перевищує 30–35 %, для відведення зайвої води з підорного шару і акумуляції її в дренажні канали. Навесні та в інші перезволожені періоди року кротовинами відводять зайву воду з кореневмісного шару в осушувальну систему.

Цей захід обробітку ґрунту полягає у нарізуванні густої (паралельно через 1,0–2,0 м) мережі кротовин на глибині 35–40 см

перпендикулярно (впоперек) розміщенню дренажних каналів на осушуваних землях. Кротування, як правило, проводять на 20 см глибше оброблюваного (орного) шару. При кротуванні одночасно з оранкою глибина повинна становити 40–50 см, а при самостійному його проведенні – 50–60 см. Діаметр кротовин має бути від 50 до 200 мм (рис. 3.24).

Окремо від оранки кротування проводять кротувачами СТЕП КР-1,4, який може нарізати кротовини на глибину від 35 до 80 см або ж щілинувачем-кротувачем ЩН-2-140.

**Лункування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту, який забезпечує утворення лунок на його поверхні.

Лункування застосовують у районах недостатнього зволоження після проведення зяблевого обробітку або на парових полях для зменшення збігання дощової й талої води. Лункування ґрунту передбачає збільшення запасів доступної вологи, захист ґрунту від водної ерозії та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур на схилових землях. Лунки (заглибини) роблять лункоутворювачами в кількості до 10 тис. шт. на гектар місткістю 20–25 літрів води. Лункування проводять одночасно із зяблевим обробітку ґрунту, для чого на звичайному плугу кріплять секцію батарей дискових лушпильників з ексцентричним валом для дисків. Коли ж зяблевий обробіток виконують за типом напівпару, то лункування проводять перед замерзанням ґрунту з використанням лункоутворювача.

**Валкування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту впоперек схилів для створення тимчасових земельних валів на оброблюваному (виораному) полі висотою 20–25 см. Формуються вали за допомогою встановлення на одному з корпусів звичайного плуга подовженої полиці, яка переміщує (накидає) скибу на

уже закрити попереднім корпусом борозну. На складних схилах валкування плугом поєднують з роботою валкоутворювача, які роблять перемички в борознах, залишених корпусом із видовженою полицею. Такі вали і перемички в борознах на ріллі затримують сніг, талу воду весною і потоки води під час зливових дощів. Це запобігає прояву водної ерозії сприяє накопиченню доступної вологи рослинами.

**Борознування ґрунту** – це захід обробітку ґрунту впоперек схилу звичайним плугом із знятими через один корпус полицями для утворення борозен.

### 3.8. Система обробітку ґрунту під культури сівозміни

На зорі землеробства людина обробляла ґрунт, намагаючись створити умови для загортання в нього насіння вирощуваних культур і знищення бур'янів, тому історія розвитку обробітку ґрунту бере початок у глибині віків і відображає розвиток культури, продуктивних сил і виробничих відносин. К. Тімірязєв писав, що по мірі накопичення практичного досвіду й наукових знань культура поля завжди йшла поруч із культурою людини. Проте, скільки існує землеробство, стільки ж стоїть питання оптимальної глибини та оптимального способу обробітку ґрунту. Дослідженнями встановлено й практикою підтверджено, що запроваджуючи той чи інший захід обробітку (боронування, лущення, культивування, оранка, чизелювання тощо) ґрунту товаровиробник може створити сприятливі умови для росту, розвитку та продуктивності вирощуваних культур. Узагальнення тривалих наукових досліджень і практичних результатів в Україні й світовому землеробстві щодо різних заходів, способів і глибини обробітку ґрунту, дає можливість зробити наступні теоретичні й практичні висновки:

1. Систематичний різноглибинний полицевий обробіток (оранка) створює гомогенний (однорідний) оброблюваний шар ґрунту, який забезпечує відносно оптимальні умови для росту, розвитку та продуктивності більшості вирощуваних сільськогосподарських культур, нормативну віддачу тривалої післядії добрив, особливо органічних. Достатньо висока ефективність оранки відбувається за достатнього та підвищеного зволоження ґрунту за умов вирівняного ерозійно незагрозливого рельєфу. Проте, за беззмінного полицевого обробітку погіршуються агрофізичні та агрохімічні показники ґрунту – будова складення та структура, підвищується щільність, знижується ерозійна стійкість, посилюється дегуміфікація та надмірна втрата доступної вологи в ґрунті тощо.

2. Систематичний різноглибинний безполицевий обробіток ґрунту створює гетерогенний (неоднорідний), диференційований за родючістю оброблюваний шар. Безполицевий обробіток поліпшує водний режим і запаси доступної вологи в ґрунті, особливо в посушливі роки та зоні Степу. Наближаються до оптимальних величин агрофізичні (будова складення та щільність ґрунту, загальна пористість і повітроємність, структура) та агрохімічні (підвищується вміст елементів живлення та органічної речовини) показники ґрунту. За безполицевого обробітку в поверхневому та мілкому шарах ґрунту зосереджується основна маса коренів, побічна продукція рослинництва та

добрив, що призводить до збільшення кількості мікроорганізмів з автотрофним типом живлення і, як наслідок, посилюється біологічна активність ґрунту.

Тривале застосування безполицевого обробітку ґрунту, особливо мілкового – до 16 см, призводить до ущільнення нижніх шарів ґрунту, що погіршує аерацію і знижує повітроємність. Погіршення повітрообміну веде до посилення анаеробних процесів, утворенню важкорозчинних сполук, що негативно впливає на поживний режим ґрунту. Одночасно за такого обробітку ґрунту на четвертий-п'ятий рік різко посилюється диференціація оброблюваного шару за родючістю, зменшується глибина активної частини кореневмісного шару, що супроводжується зменшенням продуктивності шарів нижче 20 см, з'являються фітотоксини. За тривалого безполицевого обробітку погіршується фітосанітарний стан ґрунту й посівів. Насіння бур'янів, збудників хвороб і джерело розмноження шкідників зосереджуються в верхньому шарі ґрунту, що сприяє їх інтенсивному розмноженню і високій шкідливості. За тривалого безполицевого обробітку обов'язковим є запровадження хімічних речовин (пестицидів) у контролюванні шкідливих організмів, що часто веде до забруднення довкілля і вирощеної продукції.

Дослідженнями встановлено і практикою підтверджено, що найбільш сприятливі показники родючості ґрунтів створюються за впровадження систем обробітку ґрунту.

**Система обробітку ґрунту** – це комплекс прийомів (заходів) і способів обробітку ґрунту під культури сівозміни. У землеробстві виділяють такі системи обробітку ґрунту:

- система зяблевого обробітку ґрунту;
- система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури;
- система обробітку ґрунту під озимі культури;
- системи післяпосівного обробітку ґрунту;
- система обробітку ґрунту в умовах ерозії;
- система обробітку ґрунту в умовах зрошення;
- система обробітку осушених земель;
- система обробітку ґрунту під післяукісних та післяжнивні культури;
- мінімізація механічного обробітку ґрунту.

При впровадженні тієї чи іншої системи обробітку ґрунту слід враховувати:

- ґрунтово-кліматичні умови вирощування сільськогосподарських культур;
- біологічні особливості вирощування сільськогосподарських культур;
- попередник вирощуваної культури;
- тип і рівень забур'яненості полів.

### **3.8.1. Система зяблевого обробітку ґрунту**

Зяблевий обробіток – це основний обробіток ґрунту в літньо-осінній період під посів ярих культур в наступному році.

Зяблевий – походить від слова «зябнути», тобто мерзнути.

Проведений в літньо-осінній період обробіток обов'язково має Perezимувати.

Основний обробіток – це найбільш глибокий обробіток ґрунту під певну культуру сівоzmіни, який суттєво змінює його будову складення.

Яра культура – це сільськогосподарська культура яка формує урожай у рік її сівби.

Завдання зяблевого обробітку ґрунту:

- створення оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту;
- нагромадження та збереження ґрунтової вологи;
- покращення поживного режиму ґрунту;
- захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії;
- захист посівів від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб;
- організаційно-господарське значення.

Зяблевий обробіток, проведений восени під посів ярих культур, має значну перевагу перед весняним обробітком ґрунту при їх вирощуванні. Перевага зяблевого обробітку порівняно з весняним особлива при підготовці ґрунту після багаторічних трав, кукурудзи на зерно, а також за підвищеної забур'яненості полів, особливо багаторічними бур'янами.

Зяблевий обробіток краще нагромаджує і зберігає вологу атмосферних опадів та весняних талих вод в ґрунті. Зяблевий обробіток створює більш оптимальні агрофізичні та агрохімічні властивості, забезпечуючи тим самим сприятливі умови мікробіологічної діяльності ґрунту. Він підвищує ефективність контролю бур'янів, особливо багаторічних, шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських культур, забезпечуючи оптимальний фітосанітарний стан ґрунту. Зяблевий обробіток, порівняно із весняним, зменшує напруженість робіт у весняний період, сприяє ефективному використанню машино-транспортного парку.

У господарствах нерідко зустрічаються поля з різними за гранулометричним складом ґрунтами, ступенем забур'яненості ріллі й розміщенням ярих культур після різних попередників. З урахуванням цього зяблевий обробіток виділяють після:

- зернових колосових та зернобобових культур;
- просапних культур;
- задернілих ґрунтів.

**Зяблевий обробіток ґрунту після зернових колосових та зернобобових культур.** До зернових колосових культур відносять озимі та ярі зернові (пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале та ін.), зернобобові (горох, соя, люпин, сочевиця, нут та ін.). Сівба їх, зазвичай, відбувається звичайним рядковим чи вузькорядним способом. Після збирання цих культур на поверхні поля залишається стерня. Всі ці культури є добрими попередниками для просапних – буряків цукрових та кормових, соняшника, кукурудзи тощо.

Протягом тривалого періоду (від трьох місяців під ярими зерновими та зернобобовими культурами і до 10 місяців – під озимими) ґрунт під дією природних процесів і сільськогосподарських машин ущільнюється, після

збирання врожаю не захищений від сонячного проміння та вітру і швидко втрачає вологу. Ґрунтова волога по капілярах з глибших шарів рухається до поверхні й випаровується (дифузний механізм втрати вологи). Від висихання ґрунт розтріскується, утворюються некапілярні щілини і випаровування стає ще інтенсивнішим.

Після збирання культур звичайної рядкової сівби та недостатньої окультуреності ґрунт буває різного рівня засміченості насінням та вегетативними органами розмноження бур'янів, а рослинні рештки містять вогнища шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських культур. За ступенем забур'яненості виділяють поля слабо забур'янені (на одному гектарі міститься до 10 мільйонів штук насіння бур'янів), середньо забур'янені (на одному гектарі міститься від 10 до 50 мільйонів штук насінин бур'янів) та сильно забур'янені (на одному гектарі міститься більше 50 мільйонів штук насінин бур'янів).

Ці та інші особливості враховують при здійсненні зяблевого обробітку ґрунту. Виділяють такі системи зяблевого обробітку після зернових колосових та зернобобових культур:

- класичний або звичайний зяблевий обробіток ґрунту;
- напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту;
- поліпшений або пошаровий зяблевий обробіток ґрунту.

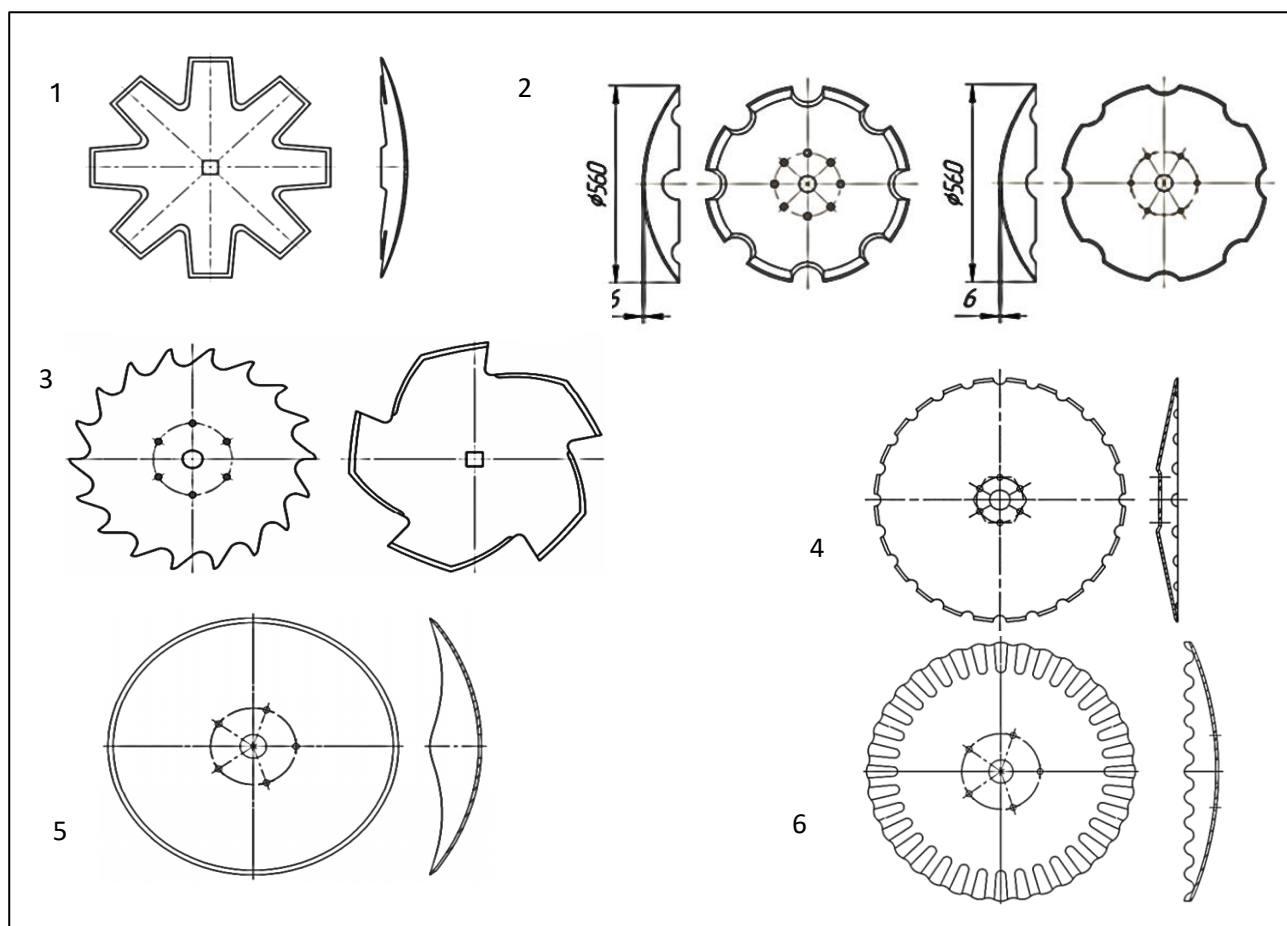
**Класичний або звичайний зяблевий обробіток ґрунту** проводять на полях з високими фітосанітарними та агрофізичними показниками, тобто на слабо та середньо забур'янених. Класичний зяблевий обробіток ґрунту включає луцення стерні та основний обробіток ґрунту (оранка або безполицевий обробіток).

*Луцення* – перший і важливий захід обробітку після збирання зернових і зернобобових культур. Луцення можна проводити різними ґрунтообробними знаряддями – дисковими боронами, лемішними луцильниками, стерньовими культиваторами. В більшості випадків для луцення в Україні застосовують знаряддями з дисковими робочими органами (дискові борони та дискатори). Робочі органи дискових знарядь являють собою сферичні диски, які можуть бути різного діаметра, з різним радіусом кривизни сфери та різного виконання різальної кромки (рис. 3.25). Одні з них призначені для інтенсивного кришення ґрунту, інші – для кращого перемішування та подрібнення пожнивних решток. На якість технологічного процесу впливають не тільки конструкційні параметри диска (діаметр, радіус сфери, форма та кількість вирізів), а й установка дисків щодо напрямку руху, що визначається кутом атаки і кутом установки в поздовжньо-вертикальній площині.

У сучасних дискаторів кожен диск розташований на індивідуальній осі та кожен ряд дисків забезпечений регулювальним пристроєм, що дає можливість змінювати кут атаки й робочу ширину захвату диска. Диск у такому разі водночас грає роль лемеша й полиці, що сприяє кращому обертанню пласта ґрунту та його подрібненню. Оскільки конструкція дискових батарей не має єдиної осі, це дає змогу знаряддю працювати навіть у вологу погоду та на полях із великою кількістю рослинних решток без ризику намотування останніх на вісь робочого органу та без забивання рядів дисків.

Поверхнево (на глибину до 8 см) оброблене дисковою бороною поле покривається шаром мульчі з ґрунту та рослинних решток, яка запобігає втратам ґрунтової вологи, висушуванню глибших шарів ґрунту й забезпечує поглинання атмосферних опадів. Поверхневий обробіток дисковими знаряддями сприяє зароблянню в ґрунт насіння бур'янів його проростанню і знищенню проростків послідовними обробітками.

Численними дослідженнями й практикою підтверджено, що лушення необхідно проводити одночасно зі збиранням основної культури. Особливо важливо дотримуватися цього правила на полях відведених під просапні культури. Якщо інтервал між збиранням і лушенням триває більше п'яти днів ефективність його знижується настільки, що захід втрачає своє значення.



**Рис. 3.25. Диски різної форми для дискових борін:** 1 – диск «ромашка» з трапецієдальним вирізом; 2 – з круглими вирізами на периферії; 3 – для подрібнення грубостебельних і чагарникових рослин; 4 – конічної форми; 5 – сферичні гладкі; 6 – сферичні з рифленим лезом

На ефективність лушення істотно впливає глибина його проведення. Встановлено, що для повнішого підрізання післяжнивних решток і вегетуючих бур'янів, кращого зароблення насіння малорічних бур'янів і знищення шкідників глибина лушення має бути в межах 5–7 см. Ще глибше (до 10–12–14 см) слід лущити за багаторічного типу забур'янення де є такі бур'яни, як пирій повзучий, осоти, берізка польова, гострець гіллястий та інші для послаблення їхньої кореневої системи, провокуючи до проростання.

За умов достатнього зволоження лушення доцільно проводити на глибину 5–6 см, а за недостатнього – на 7–8 см і 10–12 см, залежно від гранулометричного складу, ущільнення ґрунту, ступеня поширення і рясності багаторічних бур'янів. За недостатнього зволоження лушення слід проводити глибше для загортання насіння бур'янів у вологий шар ґрунту і ретельно підрізувати кореневу систему багаторічних бур'янів. Більш глибоке (на 10–12 см) лушення ефективне за висоти стерні понад 15–20 см, а при висоті 18–25 см, що буває під час збирання полеглих хлібів, глибину лушення збільшується до 12–14 см.

Глибина післяжнивного лушення також залежить і від типу забур'янення. На 6–8 см лушать за малорічного типу. За переважної присутності багаторічних кореневищних бур'янів (пирій повзучий) ефективним є обробіток поля дисковими лушильниками у взаємно перпендикулярних напрямках на глибину залягання кореневищ (10–12–14 см), за рахунок чого останні добре подрібнюються. Після з'явлення молодих проростків на поверхні поля (шилець) пирію повзучого відразу ж проводять глибоку оранку плугами з передплужниками.

Проведення лушення лемішними лушильниками, які мають робочі органи у вигляді зменшеної копії корпусу плуга без передплужника, забезпечує краще підрізання підземних органів коренепаросткових бур'янів. Проте знаряддя такого типу на даний час практично не випускаються та не використовуються аграріями. Тому, для підрізання коренепаросткових бур'янів (осоти, берізка польова) у післяжнивний період широко застосовують знаряддя з плоскорізальними робочими органами.

*Основний обробіток ґрунту* за системи класичного або звичайного зяблевого обробітку проводять через 15–20 днів на злущених полях після з'явлення масових сходів і розеток бур'янів. Проте, за недостатньої кількості доступної вологи в ґрунті проростання бур'янів затримується. В такому випадку основний обробіток проводять в оптимальні для даної місцевості терміни. У якості основного можна проводити заходи як полицевого (оранка), так і безполицевого (чизельне розпушування, дискування і т.д.) обробітку ґрунту, що буде визначатися біологічними особливостями наступної культури, типом ґрунту, забур'яненістю поля, запасами вологи в ґрунті, економічними чинниками та ін.

Проте, не залежно від обраного заходу, зяблевий основний обробіток створює сприятливіші умови для нагромадження і збереження вологи, знищення бур'янів, шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських культур. Урожайність ярих зернових і зернобобових після зяблевого основного обробітку, як правило, на 25–40 % вища, ніж після весняного такого ж обробітку.

Важливе значення мають строки проведення зяблевого основного обробітку. Чим раніше його провели, тим вищі одержують врожаї. Ефективність раннього зяблевого основного обробітку полягає у активнішому проростанні насіння бур'янів і загибелі їх сходів під дією заморозків. Поряд з цим одночасно більше гине шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських культур, у ґрунті більше нагромаджується вологи і поживних речовин.

На полях, засмічених кореневищними бур'янами (пирій повзучий), у якості основного зяблевого обробітку слід проводити оранку 25–27 см. Оранку слід проводити після з'явлення із кореневищ молодих проростків (шилець). При цьому передплужники слід встановити так, щоб вони підрізували ґрунт на 2–3 см глибше проведеного лушення. За такого обробітку відрізки кореневищ бур'янів натрапляють на дно борозни і гинуть, піддаються «удушенню». У посушливих районах після лушення стерні для знищення кореневищ застосовують метод «висушування». При цьому, після дискового лушення через 8–10 днів проводять культивуацію на глибину 12–14 см для вичісування кореневищ на поверхню ґрунту де воно висушується і гине.

У якості замітника оранки, особливо за умов недостатнього зволоження, є проведення глибокого чизельного чи плоскорізного розпушування або ж мілкого дискування.

У вересні – першій половині жовтня доцільно проводити щілювання на глибину 40–50 см. Це покращує водопроникність ґрунту і накопичення вологи у нижніх шарах ґрунту.

**Напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту** запроваджують на сильно забур'яненних полях малорічними бур'янами, в умовах достатнього та нестійкого зволоження, а також при запровадженні органічного землеробства. Напівпаровий зяблевий обробіток включає лушення дисковими знаряддями у двох напрямках на глибину 5–6 см слідом за збиранням попередників культури і оранку плугами з передплужниками наприкінці липня – у першій половині серпня. Плуги агрегатують з боровами, а в посушливих умовах – з кільчасто-шпоровими котками. При появі сходів бур'янів після оранки поле обробляють боровами чи культиваторами в агрегаті з боровами. Для зменшення розпилювання ґрунту, що певною мірою запобігає утворенню ґрунтової кірки і запливанню, останню культивуацію проводять без боронування. В кінці вересня – першій половині жовтня доцільно провести щілювання на глибину 40–50 см.

Напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту в умовах достатнього зволоження або в роки з достатньою кількістю опадів найбільш ефективний на полях з малорічними бур'янами. За якісного проведення напівпарового обробітку ґрунту забур'яненість посівів просапних культур (буряків цукрових, картоплі, соняшника, кукурудзи тощо) малорічними бур'янами зменшується в два і більше разів.

Проте, напівпаровий обробіток має певні недоліки. Інтенсивний обробіток ґрунту в літньо-осінній період руйнує його структуру, що веде до розпилення верхнього 0–10 см шару ґрунту, погіршення агрофізичних властивостей та проявів (посилення) ерозійних процесів. Механічна дія робочих органів машин і знарядь веде до надмірного кришення, розпушування, часткового перевертання і перемішування, що сприяє інтенсивній втраті ґрунтової вологи та посиленій мінералізації органічної речовини ґрунту.

**Пошаровий або поліпшений зяблевий обробіток ґрунту** поводить під просапні культури (буряки цукрові, кукурудзу, соняшник, картоплю) за багаторічного коренепаросткового типу забур'яненості, за достатнього зволоження і в умовах запровадження органічного землеробства. Система

пошарового зяблевого обробітку включає лушення стерні дисковими знаряддями у двох взаємо перпендикулярних напрямках після збирання попередника на глибину 6–8 см. Головне завдання такого лушення – створити мульчувальний шар ґрунту, що зменшить втрату вологи через механізм випаровування, зароблення насіння бур'янів у поверхневий шар ґрунту та повне підрізання (відокремлення) вегетативних органів розмноження коренепаросткових бур'янів від материнської рослини. Після масового проростання насіння малорічних бур'янів та з'явлення сходів у вигляді «розеток» багаторічних бур'янів через 10–12 днів проводять лушення лемішними луцильниками або протиерозійними культиваторами на глибину 14–16 см в агрегаті з важкими або середніми зубовими чи голчастими боронами. У посушливу погоду зубові або голчасті борони слід замінити кільчасто-шпоровими котками.

Оранку плугами з передплужниками проводять наприкінці вересня – у першій половині жовтня. На цей період з'являється третя хвиля сходів малорічних і особливо багаторічних коренепаросткових бур'янів. Проростки багаторічних бур'янів з'являються з глибини понад 16 см, з глибини проведення другого лушення лемішними луцильниками або протиерозійними культиваторами. Для отримання проростків із сплячих бруньок органів вегетативного розмноження і глибини понад 16 см рослина бур'янів витрачає значну кількість пластичних поживних речовин. Це приводить рослину до стану виснаження і втрати значної кількості поживних речовин. Оранку слід проводити на глибину 25–27 або 27–30 см плугами з напівгвинтовою полицею, яка добре перевертає (на 160–180°) ґрунт, задовільно кришить і розпушує. Підрізавши та загорнувши на таку глибину проростки багаторічних бур'янів створюються умови для відмирання проростків бур'янів і відмирання дорослої рослини.

**Зяблевий обробіток після просапних культур.** Найбільш поширеними просапними культурами в Україні є буряки цукрові, соняшник, кукурудза на зерно та зелену масу, картопля, овочеві культури тощо. В переважній більшості ці культури використовують в якості попередника для вирощування ярих зернових колосових (пшениця яра, ячмінь ярий, тритикале яре, овес тощо) та ярих зернобобових (горох, соя, чина, сочевиця, люпин, нут, кормові боби тощо) культур. Проте, просапні культури мають свої морфологічні та біологічні особливості, технологію вирощування. В результаті глибокого основного обробітку ґрунту. Догляду за посівами, механічного контролювання бур'янів у міжряддях просапних культур після їх збирання ґрунт залишається більш розпушеним і менш засміченим насінням і зачатками бур'янів, порівняно з культурами звичайної рядкової сівби.

Однак при вирощуванні просапних культур за інтенсивних технологій з широким використанням гербіцидів кількість міжрядних обробітків зменшується, а в окремих випадках їх повністю вилучають. Це впливає на зміну щільності кореневмісної будови оброблюваного шару ґрунту, що в свою чергу призводить до коригування зяблевого обробітку відповідно до умов.

Система зяблевого обробітку ґрунту під ярі культури, після збирання врожаю просапних, залежить від ступеня й типу забур'яненості, строку і способу збирання урожаю, гранулометричного складу й вологості ґрунту, ступеня ущільнення оброблюваного шару, наявності післязбиральних рослинних решток тощо. Найчастіше після збирання картоплі, буряків цукрових, овочевих культур у системі звичайного зяблевого обробітку проводять лише один із заходів основного поверхневого, мілкого, звичайного або глибокого обробітку – дискування, чизельний обробіток чи оранка.

Основну проблему становить зяблевий обробіток ґрунту після збирання кукурудзи на зерно і соняшнику. Як правило ці культури збираються відносно пізно (оптимальні строки – вересень-жовтень) із залишенням на полі значної листостеблової маси – від 10 до 20–30 т на гектарі рослинних решток кукурудзи і 6–10–12 т/га решток соняшника. Тому, перед проведенням заходів обробітку ґрунту доцільно подрібнити рослинні рештки попередника за допомогою рублячих котків чи мульчерів-подрібнювачів решток (рис. 3.26). Після цього обробляють ґрунт важкими дисковими боронами для наступного якісного проведення оранки або безполицевого обробітку ґрунту.

Після просапних культур під усі ярі зернові, зернобобові та інші культури, як правило, зяблевий полицевий або безполицевий обробіток проводять на глибину 20–22 см. На чорноземних та інших ґрунтах з глибоким гумусовим горизонтом доцільно проводити поверхневий (на 6–8 см) або мілкий (на 10–12–14 см) безполицевий обробіток. Для покращення агрофізичних властивостей ґрунту, особливо водопроникності, доцільно у кінці вересня – жовтні провести щільювання на глибину 35–40 см.



**Рис. 3.26. Знаряддя для подрібнення рослинних решток:** 1 – мульчер-подрібнювач ПН-4; 2 – рубчатий коток FIELDAY

Джерело фото: <https://bit.ly/46vXw3T>; <https://fiellday.com.ua/ua/g126746259-katki>

Під кукурудзу, сорго, ріпак ярий, які нерідко розміщують після просапних культур, на чорноземних та інших ґрунтах з глибоким гумусним горизонтом ефективна зяблева оранка на глибину 23–25 см, а при наявності багаторічних бур'янів – на 27–30 см.

**Зяблевий обробіток задернілих ґрунтів.** Зяблевий обробіток ґрунту після багаторічних трав відрізняється істотними особливостями, що пояснюється

великою зв'язністю дернини, тривалим ростом та розвитком за роками (3–5 років і більше) та в межах вегетативного періоду до настання стійких холодів (листопад–грудень). При обробітку пласта багаторічних трав головне завдання полягає у позбавленні життєздатності їх надземних і підземних органів, створення умов для мінералізації (розкладу) рослинних решток, накопичення та збереження вологи в ґрунті.

З урахуванням вимог культур, які вирощуються у сівозміні після багаторічних трав, щільності та якості дернини, ґрунтово-кліматичних умов визначається система зяблевого обробітку ґрунту.

Тривалий час науковцями і виробниками велися спостереження про термін (період) проведення зяблевого обробітку задернілих ґрунтів. Теоретично перевага надавалася більш пізнім строкам проведення зяблевого обробітку, що запобігає швидкому розкладу нагромадженої травами органічної речовини і створює сприятливі умови для структуроутворення. Але це твердження не підтвердилося на практиці й пізній зяблевий обробіток не одержав визнання. Крім того перехід на пізній обробіток пласта багаторічних трав, особливо бобових, позбавляв можливості використовувати їх під озимі зернові культури. За пізнього обробітку дернина не тільки не встигає гуміфікуватися і мінералізуватися, але й більшість кореневої системи багаторічних трав (особливо люцерни і тимофіївки) не відмирає і частково відростає на весні. Пізно оброблені поля на період сівби озимих, як правило, містять менше вологи, ніж рано оброблені, погіршується поживний режим, особливо азотний. На таких полях ранні ярі зазнають азотного голодування.

Проте, надмірно ранній (червень–липень) обробіток пласта багаторічних трав доцільний тільки під посів озимих зернових. Створюються сприятливі умови для розкладу (мінералізації) органічної речовини багаторічних трав, очищення ґрунту від насіння та проростків бур'янів, накопичення і збереження вологи в ґрунті, покращення поживного режиму тощо.

Але, у червні–серпні багаторічні трави інтенсивно ростуть і розвиваються, утворюють достатню кількість зеленої вегетативної маси, що дає можливість одержувати другий і третій укоси, а іноді й більше. Тому під ярі зернові (пшениця яра, ячмінь ярий, просо, гречка, кукурудза на зерно, соняшник) та овочеві культури зяблевий обробіток задернілих ґрунтів доцільно проводити у серпні–вересні. За сприятливих погодних умов ґрунт збагачується органічною речовиною, біологічним азотом, поліпшується його структура, накопичується і зберігається волога, покращується фітосанітарний стан ґрунту тощо.

При зяблевій підготовці полів після багаторічних трав особливо важливим є стан стиглості ґрунту на період збирання. Основний обробіток, особливо оранка, пересушеного або надмірно зволоженого ґрунту неминуче приводить до погіршення будови оброблюваного шару ґрунту, який зберігається і в наступному році.

Кращим заходом зяблевого обробітку чорноземів під ярі культури після багаторічних трав, особливо 2–3-х річного і більше використання, є оранка з напівгвинтовими полицями та передплужниками на глибину 22–25 см, а під просапні культури на глибину 25–27–30 см. На дерново-підзолистих, сірих

лісових та інших ґрунтах з неглибоким гумусовим горизонтом орють на всю його глибину. Глибина оранки задернілих ґрунтів плугами з передплужниками не повинна бути меншою 20 см.

З метою підвищення якості обробітку ґрунту перед оранкою його обробляють дисковими знаряддями у двох взаємо перпендикулярних напрямках на глибину 6–8 см. Після цього, для запобігання відростання дернини багаторічних трав і бур'янів через 15–20 днів проводять лушення культиваторами з універсальними стрілочатими чи плоскорізальними робочими органами на глибину 12–14 см.

Найдосконаліший захід механічного обробітку пласта багаторічних трав – фрезкування. Воно дає можливість добре подрібнити і перемішати ґрунт з надземними та кореневими рештками багаторічних трав, повністю зупиняє відростання вегетативних частин загорнутої дернини. Проте слід пам'ятати, що інтенсивне обертання робочих органів фрези руйнує структуру ґрунту, відбувається його розпилення. Як наслідок – погіршуються агрофізичні властивості ґрунту (водопроникність, аерація) та проявляються ерозійні процеси.

На легких за механічним складом ґрунтах органічні рештки розкладаються швидше, ніж на важких. Тому, при ідентичних умовах на легких ґрунтах орють поле після багаторічних трав пізніше, ніж на важких. Поле після багаторічних бобових трав краще орати пізніше, а після злакових – раніше, оскільки вони розкладаються повільніше, ніж бобові. В холодну осінь зяблевий обробіток ґрунту слід проводити раніше звичайного так само як і на більш задернілих полях. Зяблевий обробіток пласта багаторічних трав у Степу України необхідно закінчувати не пізніше початку жовтня, в Лісостепу та Поліссі – до середини вересня.

### **3.8.2. Система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури**

Ярі – це сільськогосподарські культури які дають урожай у рік їх сівби. Основна мета передпосівного обробітку ґрунту – створення сприятливих умов для сівби, проростання насіння, росту, розвитку та продуктивності вирощуваних культур. Ця система обробітку повинна вирішувати такі завдання:

1. Збереження та ефективне використання ґрунтової вологи.
2. Знищення проростків та сходів бур'янів.
3. Забезпечення оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту.
4. Створення та поєднання оптимального водного, повітряного, поживного та теплового режимів ґрунту.
5. Активізація мікробіологічної діяльності та утворення доступних рослинам поживних речовин.
6. Захисти ґрунту від водної та вітрової ерозії.
7. Заробляння в ґрунт добрив, пестицидів, меліорантів тощо.

Передпосівний обробіток забезпечує створення ущільненого, вирівняного і забезпеченого вологою посівного шару ґрунту (ложа) для розміщення на ньому насіння, яке прикривається розпушеним та подрібненим верхнім шаром ґрунту

для кращого доступу до нього вологи, тепла й повітря. Весняний допосівний обробіток створює умови прискореного проростання насіння бур'янів, проростки і сходи яких повинні бути знищені наступним обробітком. Для зменшення випаровування вологи з ґрунту і забезпечення рівномірного з'явлення сходів культурних рослин потрібно вирівняти поверхню поля. Вирівняна поверхня поля має меншу випаровувальну площу і створює кращі умови для якісного догляду за посівами та якісного збирання врожаю.

До параметрів високої якості передпосівного обробітку ґрунту належить розпушений, повільно осідаючий дрібно грудочкуватий посівний шар, який добре зберігає вологу, забезпечує високу польову схожість висіяного насіння, створює сприятливий фітосанітарний стан ґрунту. Останній повинен бути чистим від бур'янів, мати оптимальне співвідношення вмісту вологи й повітря, достатню температуру для активної мікробіологічної діяльності та необхідного поживного режиму відповідно до біологічних особливостей вирощуваних рослин. Таким чином, система передпосівного обробітку під ярі культури включає два етапи:

- ранньовесняне рихлення ґрунту (закриття вологи)
- обробіток ґрунту перед сівбою.

**Ранньовесняне рихлення ґрунту (закриття вологи).** Ґрунт рано на весні містить найбільшу кількість вологи, яку потрібно зберегти для вирощування ярих культур. Перший захід весняного обробітку ґрунту й спрямований на збереження цієї вологи. За умов фізичної спільності ґрунту його поверхню необхідно вирівняти і розпушити, щоб перешкодити підтоку води по капілярах знизу і зменшити її випаровування. Слід пам'ятати, що весною за сухої вітряної погоди за добу втрачається від 80 до 100 тонн води з гектара. За достатньої кількості вологи відбувається капілярний механізм випаровування вологи в стані крапельно-рідкої форми. За вологості в 60 % і менше від польової вологості, відбувається дифузний механізм втрат вологи. Для цього проводять ранньовесняне вирівнювання поверхні й розпушування ґрунту (закриття вологи), створюють мульчувальний верхній 0–5 см шар ґрунту. Ранньовесняне закриття вологи проводять терміново і вибірково за вологості ґрунту 60–70 % від польової вологості (коли посіріють гребені). Проводять під кутом (краще під кутом у 45°) до напрямку зяблевого обробітку. Для цього використовують широкозахватні зчіпки (ЗГ-6, HARVEST-18, БПГ-8, БПГ-12, ЗБН-6Т та ін.), які на важких суглинкових ґрунтах агрегатують з важкими зубовими боронами, а на середніх та легких за гранулометричним складом – середніми. Також доцільним є використання зчіпок пружинних борін (БПГП-12, БЗП-24, БПВ-15, БП-9 та ін.). Кількість проходів борін залежить від стану поверхні та щільності будови ґрунту. Вирівняний з осені й розпушений за зиму ґрунт достатньо боронувати в один слід. Якщо після боронування випали опади то через один-два дні його повторюють з таким розрахунком, щоб запобігти утворенню ґрунтової кірки та тріщин на поверхні поля.

На ґрунтах з вираженою брилястістю та гребенистістю краще обробити поле шлейф-боронами (БШГ-16, БШГ-18, БШЗП-11 та ін.), які ґрунт добре вирівнюють, розпушують і утворюють дрібніші грудочки. Це особливо важливо

за підготовки поля під буряки цукрові, олійні дрібнонасінні, багаторічні бобові та злакові трави тощо.

За безполицевого зяблевого основного обробітку з залишенням на поверхні ґрунту великої кількості рослинних решток, навесні ґрунт обробляють голчастими (ротаційними) боровами (БРЗ-3М, БРЗ-5,8М, ЗБН-6С, Antoks-6, Yetter-20FT та ін.). Робочі органи цих знарядь встановлюють на режим найінтенсивнішого розпушування, диски – в активне положення, а батареї – під кутом атаки 12–16°. Цим досягається вирівнювання поверхні, добре подрібнення і загортання стерні. Утворений таким чином мульчувальний верхній шар забезпечує збереження вологи і не перешкоджає наступним операціям – сівбі та догляду за посівами.

**Обробіток ґрунту перед сівбою** може включати в себе: боронування, культивування, глибоке рихлення, коткування і, навіть, переорювання.

Обробіток перед сівбою забезпечує створення сприятливих умов для якісної сівби, проростання насіння та знищення сходів бур'янів, що з'являються після ранньовесняного рихлення ґрунту. Якісний обробіток ґрунту перед сівбою можливий тільки після повної фізичної сплості ґрунту, який не прилипає до поверхні робочих органів знарядь. Обробіток неспілого ґрунту призводить до утворення грудок і брил, у такому разі досягти високої якості робіт, навіть при інтенсивному повторному обробітку, неможливо. Значення структури посівного (0–10 см) шару ґрунту дуже велике. Структурний стан оброблюваного ґрунту визначає опір його обробітку, схильність до деформації, витрати ПММ та якість наступного кришення. Структурний ґрунт піддається кришенню із зусиллям, у багато разів меншим, ніж слабо структурний (звичайно за однакового гранулометричного складу). Розбіжності можуть сягати 10–11 разів. Для більшості культур обробіток ґрунту перед сівбою проводять на глибину проходу сошників сівалки, щоб насіння під час сівби лягло на щільне та вологе ложе та закривалося пухким шаром ґрунту. За цих умов насіння добре забезпечується необхідною для проростання вологою, яка надходить по капілярних щілинах з нижніх шарів та повітрям, яке вільно надходить через рихлий верхній шар. Якщо глибина обробітку ґрунту більша за оптимальну насіння лягає на розпушений ґрунт і до нього значно гірше надходить волога, що є наслідком переривання капілярного зв'язку. У даному випадку проростання насіння і з'явлення сходів залежить від погодних умов, зокрема випадання дощів у післяпосівний період. Найкращі знаряддя для передпосівного обробітку ґрунту – комбіновані агрегати, які за один прохід здійснюють рихлення, кришення, вирівнювання ґрунту тощо. До таких агрегатів належать РВК-3,6; ККП-6 «Кардинал», АКПК-3, АКПН-6-03, Kompaktomat K600, Lemken System-Kompaktor тощо. За відсутності комбінованих агрегатів хороші результати забезпечують культиватори для суцільного обробітку обладнані стрічастими лапами. Вони рівномірно і добре розпушують ґрунт, не обертають його шарів, знищують сходи і розетки бур'янів. Робочі органи культиватора розміщують з урахуванням перекриття проміжків між задніми й передніми лапами.

Переорювання зябу проводять на важких за механічним складом ґрунтах, при внесенні весною органічних добрив (особливо гною) під картоплю. При

внесенні гною весною за достатніх умов зволоження зяб обробляють на 4–5 см мілкіше, ніж орали, але неглибше 14–16 см. Глибокий обробіток зябу весною має певні недоліки. Такий обробіток приводить до запізнення з садінням картоплі, втрати вологи з нижніх шарів ґрунту та економічно необґрунтований, оскільки потребує додаткових витрат пального та коштів. На дуже ущільнених ґрунтах, без внесення на весні гною, коли культивацією не можливо якісно підготувати ґрунт до садіння картоплі, його рихлять і розпушують на глибину 14–16–18 см глибокорозпушувачами типу АГР-1,7, або дисколаповими культиваторами КДЛ-4, Bednar Actros RO, Kuhn Performer Select, Vaderstad TopDown 300-700 та ін. Це прискорює прогрівання ґрунту, сприяє боротьбі із зайвою вологістю, посилює мікробіологічні процеси в ґрунті і покращує умови живлення. Під решту культур веснооранка не ефективна.

Ярі сільськогосподарські культури за строками сівби поділяють:

1. Ярі ранні (сіють за температури ґрунту на глибині заробки насіння 3–4° С) – овес, пшениця та ячмінь ярі, горох, ріпак ярий, гірчиця, цибуля.
2. Ярі середнього терміну сівби (сіють за температури ґрунту на глибині заробки насіння 5–6° С) – буряки, картопля, соняшник.
3. Ярі пізні (сіють за температури ґрунту на глибині заробки насіння 8–10° С і більше) – гречка, соя, кукурудза, просо, баштанні.

Під ярі ранні зернові колосові й зернобобові проводять, як правило, ранньовесняне боронування (закриття вологи) і одну передпосівну культивацію комбінованим агрегатом на глибину заробки насіння (4–5 або 6–7 см). Глибина культивації залежить від біологічних особливостей культури, вологості й ущільненості ґрунту, засміченості бур'янами та від основних показників родючості ґрунту. Так, неможливо або дуже проблематично провести культивацію на глибину 1,5–2,0 см під льон, люцерну, мак, моркву та ряд інших культур, насіння яких повинно загортатися у ґрунт дуже мілко. Тому, на розпушених ґрунтах, незабур'ячених полях, особливо за умови посушливої весни, замість культивації під ці культури ґрунт доцільно обробляти агрегатом, що складається з двох рядів важких або середніх зубових борін. На ущільнених ґрунтах і на забур'ячених полях перевагу слід віддавати культивації.

Під час передпосівного обробітку під ярі ранні культури важливо не допускати тривалого інтервалу між культивацією і сівбою. Певний інтервал між цими заходами можна допустити лише на перезволожених низинних ґрунтах для їх підсихання. Для якісного проведення сівби, загортання насіння на задану глибину і для того, щоб краще було видно слід маркера, напрям культивації зміщують на 6–8° до прямого сівби. На еродованих землях обробіток проводять у поперек схилів або контурно. За умов добре вирівняного і якісного проведення зяблевого обробітку з осені після ранньовесняного боронування (закриття вологи) ранні колосові й зернобобові культури висівають безпосередньо після закриття вологи по тлу боронування.

При значному дефіциті опадів взимку поле навесні буває розпушеним, особливо на легких ґрунтах. У такому разі на незабур'ячених полях, де добрива внесли восени, ранні ярі культури також сіють слідом за боронуванням, а при застосуванні сівалок прямої сівби та пресових сівалок – і без нього.

Творчо слід підходити до весняного обробітку під ярі середнього та пізнього терміну сівби. Як правило під ці культури ґрунт боронують і культивують 2–3 рази. Після ранньовесняного боронування (закриття вологи) першу культивацію проводять на 10–12 см, потім глибину поступово зменшують. Вважають, що такий пошаровий обробіток забезпечує оптимальні агрофізичні властивості (оптимальну щільність ґрунту, будову оброблюваного шару та структуру ґрунту), збереження вмісту доступної вологи, особливо в кореневмісному шарі ґрунту, очищення поля від сходів бур'янів тощо. На важких суглинкових ґрунтах та при засміченості багаторічними коренепаростковими бур'янами глибину першої культивації збільшують до 14 см. Останню передпосівну культивацію проводять на глибину загортання насіння знаряддями з підрізувальними лапами. За посушливих умов і недостатньої кількості доступної вологи в ґрунті після першої глибокої культивації поле рекомендують коткувати кільчасто-шпоровими котками. Проте, за умов зміни клімату та швидкого переходу від зими до весни та літа ці завдання майже не виконуються. Навпаки, інтенсивний пошаровий передпосівний обробіток та підвищення температури повітря і ґрунту веде до інтенсивної втрати вологи. Втрата доступної вологи та погіршення контакту насіння бур'янів з ґрунтом погіршує інтенсивність його проростання і, як наслідок, очищення поля від бур'янів.

В таких випадках, за умов фізичної спільності ґрунту, доцільно провести ранньовесняне боронування важкими або середніми зубовими боронами (закриття вологи) на глибину 4–5 см за необхідності у два сліди. Цим заходом порушується ґрунтова кірка, прямі капілярні й некапілярні щілини (пори), створюється мульчувальний верхній шар ґрунту, що запобігає інтенсивній втраті вологи. У непорушеному механічною дією ґрунті насіння бур'янів має хороший контакт з ґрунтом і, за достатньої кількості тепла, інтенсивно проростає. Адже, від ранньовесняного боронування (початок весняно польових робіт) до сівби ярих культур середнього терміну сівби проходить 10–12, в окремі роки і 15–20 днів, а пізнього терміну – до місяця. За цей період основна маса насіння бур'янів проростає, які знищують передпосівною культивацією. Також встановлено, що на чистих від бур'янів полях на фоні високоякісного основного зяблевого і ранньовесняного обробітку, особливо за посушливої весни, виключення передпосівної культивації або заміна її боронуванням під ярі середнього (соняшник, ріпак ярий тощо) та пізнього терміну (кукурудза, гречка, соя, просо тощо) сівби не знижує продуктивність цих культур. Заміна передпосівної культивації боронуванням можливо лише за невисокої щільності ґрунту (до 1,35–1,4 г/см<sup>3</sup>). У більш щільному та перезволоженому ґрунті боронуванням не можливо створити добре розпушений шар ґрунту для якісного проведення сівби, проростання насіння, росту та розвитку польових культур. Слід зазначити, що вченими встановлені і практикою підтверджені оптимальні параметри якості передпосівного обробітку ґрунту вирощуваних ярих культур. Згідно з ними поверхневий шар ґрунту повинен бути розпушеним до щільності 1,0–1,1 г/см<sup>3</sup>, а саме насіннєве ложе достатньо щільним – від 1,2 до 1,4 г/см<sup>3</sup>, залежно від морфологічних та біологічних особливостей культури, типу ґрунту з загальною

щілинність (пористість) над насіннєвого шару не менше 50–60 %, що забезпечує оптимальну аерацію.

Застосування високоефективних ґрунтових гербіцидів за вирощування ярих культур дає можливість виключити проміжні культивації і обмежитися тільки передпосівною. Для підвищення біологічної ефективності проти бур'янів деякі ґрунтові гербіциди доцільно вносити й загортати в ґрунт у день сівби під передпосівну культивацію, яку проводять комбінованими агрегатами (РВК-3,6, ККП-6 «Кардинал», Європак тощо). На перезволожених ґрунтах, коли робочі органи комбінованих агрегатів можуть залипати і не забезпечують якісного обробітку й загортання ґрунтових гербіцидів, застосовують парові культиватори.

Технологія передпосівного обробітку ґрунту повинна бути адекватною конкретним погодним та ґрунтовим умовам. У разі швидкого настання оптимальних строків сівби на вирівняних полях з відносно оптимальною щільністю ґрунту можна обмежитися тільки передпосівною культивацією без проведення ранньовесняного боронування зябу. За нашими даними в цьому випадку прискорюють сівбу ярих культур економлячи на підготовці ґрунту без зниження урожайності вирощуваних культур.

### 3.8.3. Система обробітку ґрунту під озимі культури

Озимі – це сільськогосподарські культури, які для проходження стадії яровизації потребують у початковий період знижених температур. Озимі культури – це сільськогосподарські культури які формують (дають) урожай на другий рік сівби. В рік сівби не плодоносять.

Завдання системи обробітку ґрунту під озимі культури полягає у забезпеченні оптимальної кількості й оптимального співвідношення земних та космічних факторів життя – вологи, поживних речовин, тепла, ґрунтового повітря та сприятливого фітосанітарного стану. Поряд з цим, обробітком ґрунту здійснюють повне виключення або послаблення негативної дії факторів зовнішнього середовища в період осіннього розвитку культур і перезимівлі.

Обробіток ґрунту під озимі культури залежить від:

1. Ґрунтово-кліматичних умов.
2. Попередника.
3. Фітосанітарного стану – бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

**Обробіток чистих парів.** Із розділу «Сівозміни» відомо, що пар – це поле сівозміни вільне від вирощування сільськогосподарських культур протягом певного періоду, яке обробляють, удобрюють і утримують у чистому від бур'янів стані. Пари бувають чисті та зайняті.

Чистий пар – парове поле вільне від вирощування сільськогосподарських культур і обробляють протягом вегетаційного періоду. Різновидністю чистого пару є чорний, ранній та кулісний.

Ефективність механічного обробітку пару залежить від типу і окультуреності ґрунту, його родючості, попередника, фітосанітарного стану, ступеня розвитку ерозії тощо. Проте, за будь-яких умов слід дотримуватися таких правил: обробляти ґрунт в паровому полі слід за сприятливого зволоження;

не глибше і не частіше рекомендованих агротехнічних вимог; на ерозійно небезпечних полях обробіток здійснювати із збереженням на поверхні післяжнивних решток; влітку (при догляді за паровим полем) змінювати глибину розпушування; запобігати переущільненню ґрунту тощо.

Чистий пар – найбільш ерозійно небезпечний попередник пшениці озимої. У разі недотримання протиерозійної технології обробітку ґрунту інтенсивність вітрової ерозії може досягти від 3,5 до 20 т/га за годину. На схилах понад 1° з поверхні чистого пару за рік стікає від 350 до 700–800 м<sup>3</sup>/га талої й дощової води. Головним показником, який визначає ерозійну стійкість ґрунтів, є вміст (близько 55–60 %) ерозійно стійких агрегатів розміром від 1,0 до 10,0 мм. Якщо їх менше 55–60 %, така поверхня ґрунту ерозійно нестійка. Поряд з цим стійкість ґрунту проти ерозії визначається комплексом ознак і залежить, насамперед, від гранулометричного складу й структурного стану. Найстійкіші проти ерозії, як еталон, чорноземи високогумусовані з нещільною будовою, з водотривкою зернистою або грудочкувато-зернистою структурою, високим вмістом у вбирному комплексі кальцію. Такі ґрунти під час злив не набухають і не розпливаються, не утворюють ґрунтову кірку та зберігають високу водопроникність.

Ерозійно небезпечними є піщані й супіщані чорноземи і каштанові ґрунти, більшість з яких слабоструктурні з неглибоким гумусовим горизонтом.

Догляд за чистим паром має забезпечувати високий протиерозійний фон – втрати органічної речовини, особливо гумусу, від ерозії не повинні перевищувати на чорноземі звичайному 4–5 т/га, чорноземі південному – 3–4, каштанових ґрунтах – 2–3 т/га. Вологість ґрунту перед сівбою пшениці озимої в 0–10 см шарі ґрунту повинна становити не менше 15 мм. Цього досягають шляхом збереження рослинних решток у вигляді мульчі (проектне вкриття ґрунту 50–70 %), створення вирівняної поверхні (гребенястість ґрунту не більше  $\pm 2$  см), оптимізацією будови складення і структурного стану посівного шару та ложе ґрунту. Об'ємна маса чорноземів звичайних повинна становити 1,1–1,2 г/см<sup>3</sup>, вміст водотривких агрегатів розміром 0,25–10,0 мм перевищувати 60 %, чорноземів південних – відповідно 1,15–1,20 г/см<sup>3</sup> і 55–60 %, каштанових ґрунтів 1,15–1,25 г/см<sup>3</sup> і 50–55 %.

Основний обробіток має сприяти нагромадженню запасів доступної вологи в метровому шарі ґрунту: на чорноземах звичайних – 130–150 мм, чорноземах південних – 125–140 мм, каштанових ґрунтах – 120–130 мм. Цього досягають підвищенням вологоємності та водопроникності важких та дегуміфікованих ґрунтів (розущільнювальний обробіток та щілинування), створенням протиерозійних мульчувальних екранів, які забезпечують вкриття поверхні ґрунту від 60 до 100 %, оструктуруванням верхнього шару ґрунту (вміст водотривких агрегатів на чорноземах звичайних – 45–50 %, південних – 35–45, каштанових ґрунтах – 30–35 %).

Різновидами чистих парів є чорний, ранній і кулісний.

**Чорний пар** – основний обробіток ґрунту якого здійснюється влітку або восени в рік збирання попередника. Згідно з рекомендованими сівозмінами чорний пар запроваджують в умовах недостатнього та посушливого зволоження

після стерньових і просапних культур (зона Степу, Посушливого степу, Сухого степу та умовах Криму) – зернові колосові, соняшник та кукурудза на зерно. Після збирання попередника залишається неоднаковий проміжок часу, протягом якого можна провести основний обробіток, різна ущільненість ґрунту та забур'яненість. Слідом за збиранням попередника поле обробляють дисковими лушпильниками у двох напрямках на глибину 6–8, а за необхідності на 8–10 см, для подрібнення стебел і кореневої системи рослин, а також рівномірного розміщення післяжнивних решток у верхньому шарі ґрунту.

Після стерньових попередників за умов недостатнього зволоження агротехнічні вимоги до лушення повніше задовольняють протиерозійні культиватори. Порівняно з дисковими боронами і лушпильниками вони забезпечують більший діапазон глибини обробітку, повніше підрізають багаторічні бур'яни, особливо коренепаросткові, менше розпушують ґрунт і краще зберігають вологу. Протиерозійні культиватори зберігають на поверхні поля близько 70 % стерні, яка прикриваючи ґрунт, у 3–5 разів знижує руйнівну силу дощів, запобігає утворенню ґрунтової кірки після злив.

На полях, засмічених багаторічними коренепаростковими бур'янами, після відносно рано зібраних стерньових культур (пшениця, жито, ячмінь озимі тощо) перший раз лушать на глибину 8–10 см, вдруге – після відростання розеток бур'янів на 2–3 см глибше. За результативністю контролю бур'янів протиерозійні знаряддя (КПЕ-6Н, КТК-8, КТС-10, Challenger 6000, CROSS Н 6.0, Horsch FG 12.30, КР-4,5, АКШ-5,6 тощо) не поступаються лемішним лушпильникам і переважають їх за продуктивністю у 1,5–2,0 рази.

Після цих попередників на важких запливаючих ґрунтах та високій забур'яненості, особливо багаторічними бур'янами, в якості основного обробітку доцільно провести оранку на глибину 20–22 см, або 22–25 см. На полях більш легкого або середнього механічного складу доцільно провести безпліцевий обробіток глибокорозпушувачем або чизелем на глибину 20–22 см, або 22–25 см. Для покращення агрофізичних властивостей ґрунту, його водопроникності та повітроємності в кінці вегетаційного періоду провести щільовання з відстанню між щілинами 60–80 см, інколи 1–2 м, і глибиною 40–50 см.

Після просапних культур, які звільняють поле пізно (соняшник, кукурудза на зерно, сорго) ґрунт дискують лушпильниками або дисковими боронами з метою додаткового подрібнення наявної на поверхні поля великої кількості побічних рослинних решток і загортання їх та, за необхідності, гною в ґрунт. Лушення слід проводити у двох взаємо перпендикулярних напрямках на глибину 8–10 см, а при можливості – 10–12 см. Цим лушенням створюємо умови для проведення якісного основного обробітку ґрунту, який доцільно провести в якості оранки на глибину 22–25 см. За наявності великої кількості рослинних решток і гною оранку слід провести на глибину 25–27 см плугами з напівгвинтовими пліцями, які добре обертають ґрунт, задовільно його кришать і розпушують.

**Ранній пар** – чистий пар, основний обробіток ґрунту якого здійснюється рано навесні (в рік парування поля).

Ранній чистий пар запроваджують в умовах недостатнього та посушливого зволоження, після культур пізнього збирання, особливо кукурудзи на зерно. Головне завдання раннього пару – нагромадження та збереження доступної вологи на весь період вегетації пшениці озимої. Дослідженнями встановлено й практикою підтверджено, що для проростання насіння пшениці озимої вміст доступної вологи повинен бути не менше 1 мм на 1 см ґрунту. Поряд з цим, завданням раннього пару є покращення поживного режиму та фітосанітарного стану (очищення ґрунту від бур'янів, шкідників та збудників хвороб).

Проте, культури, які пізно звільняють поле (кукурудза, соняшник, сорго) не завжди дають можливість своєчасно і якісно провести обробіток ґрунту одночасно із збиранням попередника. За першої ж можливості у осінній період доцільно провести лушення важкими дисковими знаряддями на глибину 5–7 см, при можливості на 8–10 см, для подрібнення побічної продукції рослинництва, створення верхнього мульчувального шару ґрунту та покращити його водопроникність. Основний обробіток ґрунту слід проводити рано на весні за фізично стиглого ґрунту. Слід пам'ятати і враховувати, що в Степових районах України навесні швидко наростає температурний режим, що веде до швидкої і різкої втрати вологи з ґрунту. В зв'язку з цим рано навесні в полі раннього пару не доцільно проводити оранку, яка не сприяє збереженню накопиченої в осінньо-зимовий період вологи. Кращим способом обробітку ґрунту є безполицевий. За проведення дискового обробітку ґрунту в осінній період, одночасно із збиранням попередника, весною доцільно запроваджувати розпушування чизельними знаряддями на глибину 20–22 або 22–25 см, а за необхідності й глибше. За відсутності дискового обробітку ґрунту в осінній період його слід провести навесні з метою подрібнення рослинних решток, часткового вирівнювання поверхні поля та створення верхнього мульчувального шару ґрунту, а після цього вже проводити чизелювання. Доцільним є використання комбінованих дисколапових знарядь (BEDNAR TERRALAND DO, KUHN PERFORMER SELECT, TIGER MT HORSCH тощо), що дозволяє зекономити час та кошти на обробіток ґрунту. Догляд за раннім чистим паром у літній період такий же, як і за чорним паром.

**Кулісний пар** – парове поле на якому смугами (кулісами) висівають високорослі рослини для затримання снігу й захисту від вітрової ерозії.

Головне завдання кулісного пару – нагромадження та збереження вологи, шляхом затримання снігу, захист озимих культур від вітрової ерозії, видування та вимерзання.

Сіють куліси смугами в 1–3 ряди високостебельні рослини (кукурудза, сорго, гірчиця біла тощо). Підготовку ґрунту проводять по типу чорного або раннього пару. Сіють куліси весною або в літку. Якщо кулісні рослини (наприклад кукурудзу) сіють навесні, то вони досягають і дають додатковий урожай. Проте, на догляд за кулісними посівами влітку, збирання додаткового урожаю кукурудзи, сівби озимих затрачається значна кількість часу і ручної праці. Тому, переважна більшість виробників запроваджують літню сівбу (друга половина червня) кулісних рослин. Це дає змогу проводити суцільний обробіток ґрунту, своєчасно посіяти кулісні рослини, які встигають утворити

лише високе стебло (на період сівби озимих висота кулісних рослин кукурудзи сягає від 60–80 см). Сіють кулісні рослини смугами перпендикулярно до напрямку пануючих вітрів. Відстань між кулісами повинна бути кратна ширині захвату зчіпки культиватора (12–24 м), а між рослинами в рядку 15–20 см. На період сівби озимих стебло кукурудзи добре облиствене, досить еластичне і не ламається при сівбі озимини впоперек рядків, листя взимку не обпадає, що сприяє снігозатриманню.

Для Лісостепу України рекомендують куліси з гірчиці білої. Сіють дворядними стрічками з відстанню між ними 3,6–7,2 м одночасно з пшеницею озимою, але не пізніше як за 60 днів до заморозків. Для цього в сівалці перегородками відділяють 1 або 2 сошники, куди засипають насіння пшениці і гірчиці. За період 60 днів пшениця озима пройде фазу кущення утворить 3–4 додаткових стебла, а рослини гірчиці білої виростають заввишки 40–50 см, які виконують захисну функцію.

**Весняно-літній обробіток чистих парів.** Своєчасний і якісний весняно-літній догляд за паром більше впливає на рівень урожаю, ніж спосіб і глибина основного обробітку. Практичний досвід переконує, що порушення технології догляду за паром може вдвічі й більше знизити врожайність пшениці озимої. Несвоєчасно і неякісно оброблений пар швидко втрачає вологу, заростає бур'янами, внаслідок чого втрачаються поживні речовини і волога, а за продуктивністю такі пари бувають гіршими, ніж зайняті.

Дослідженнями встановлено і практикою підтверджено, що в паровому полі високого ефекту досягають, коли поверхня поля на 70–80 % вкрита післяжнивними рештками, а мульчувальний шар ґрунту складається з грудочок (агрономічно цінна структура) розміром 1–10 мм. При цьому, втрати вологи зменшуються на 30–35 % і більше.

Навесні, після танення снігу і відтавання верхнього шару ґрунту в пару цей шар зволожений до польової вологості. За різкого підвищення температури відбувається капілярний механізм випаровування (втрати) вологи у формі крапельно-рідкої, а за вологості 60 % і менше, від повної польової вологості, втрати відбуваються за рахунок дифузного механізму. Завдяки цьому оброблюваний шар зволожується за рахунок капілярного руху води знизу.

Технологія догляду за паром навесні розпочинається ранньовесняним боронуванням зубовими, а за значної кількості рослинних решток на поверхні поля – ротаційними боронами. Боронування проводять за умов фізичної стиглості ґрунту – за хорошого розпушування й кришення, вирівнювання і часткового перемішування ґрунту. Руйнування прямих капілярних і некапілярних щілин, створення мульчувального шару ґрунту сприяє зменшенню надмірного випаровування вологи з ґрунту. Подальші необґрунтовані 2–3 культивації на різну глибину проводити недоцільно. Встановлено, що за інтенсивного обробітку швидко активізуються мікробіологічні процеси внаслідок чого посилюється розклад (мінералізація) органічної речовини, особливо гумусу, ґрунту. Нагромаджений азот, особливо нітратний, у пару інтенсивніше денітрифікується і втрачається через звітрювання, вимивається в підґрунтові води або зноситься у процесі ерозії й забруднює довкілля. Поряд з

чим, за інтенсивного полицевого обробітку погіршуються агрофізичні властивості ґрунту (руйнується структура ґрунту) та посилюються ерозійні процеси.

У системі догляду за паром важливе значення має правильний вибір заходу обробітку ґрунту, його період проведення, вибір ґрунтообробних знарядь і стан їх робочих органів. На легких та середньо-суглинкових добре окультурених ґрунтах після ранньовесняного закриття вологи послідує боронування доцільно проводити за масового проростання бур'янів, особливо малорічних, а також після випадання дощів. Цим заходом знищуються бур'яни у фазі «білої ниточки» та проростки, а також руйнується ґрунтова кірка. На важких суглинках після весняного боронування доцільно провести щільювання на глибину в межах 30 см і відстанню між щілинами 2,5–3,0 м. Це покращить водопроникність і вологоємність ґрунту, а також посилить його протиерозійну стійкість. Не варто боятися більших втрат вологи за такої технології початкового догляду за паром. Вона навіть в роки з дуже посушливою весною ніколи не втрачається з глибини, а в оброблюваному шарі ще не раз буде поповнена за рахунок опадів.

Доведено, що протягом літа пар недоцільно обробляти на одну і ту саму глибину, так як при цьому дуже руйнується структура ґрунту, особливо агрономічно цінна, ґрунт розпилюється, погіршується агрофізичні властивості, посилюється ерозія й не знищуються багаторічні кореневищні та коренепаросткові бур'яни. Часто при догляді за паром протягом усього періоду парування обробляють ґрунт надмірно мілко (запроваджуючи тільки боронування на глибину 5–6 або 6–8 см). При цьому на такій глибині утворюється ущільнена підшва, тут ґрунт швидко пересихає і насіння, висіяне на сухе ложе, не проростає.

Найефективніший – пошаровий обробіток ґрунту. Першу культивуацію, як правило проводять на глибину 10–12–14 см, другу – 8–10 см, а наступні – 4–6 см. Більшість дослідників довели, що коткування пару недоцільне. Для повнішого накопичення і збереження вологи більшість заходів слід здійснювати в першій половині літа, коли інтенсивніше проростають бур'яни, а запаси вологи можуть поповнюватися за рахунок опадів.

У другій, як правило, посушливій половині літа кількість обробітків доцільно обмежити. Виключити глибокі культивації та обробітки на одну й ту ж глибину. Залежно від стану ґрунту слід ширше використовувати зубові та голчасті борони. Перед сівбою пшениці озимої слід запроваджувати комбіновані агрегати типу РВК-3,6; ККП-6 «Кардинал»; Європак тощо.

**Обробіток зайнятих парів.** Зайнятий пар – парове поле зайняте культурами що рано звільняють поле (за 50–60 днів до сівби озимих зернових).

До парозаймаючих культур у різних зонах України належать багаторічні бобові трави (люцерна еспарцет, конюшина) на один-два укоси, однорічні бобові або бобово-злакові сумішки озимих і ярих культур на зелений корм або сіно, озимі на зелений корм, ранні сорти гороху на зерно, рання картопля, кукурудза на зелений корм тощо.

Встановлено, що термін вегетації та різні строки збирання парозаймаючих культур суттєво впливають на системи основного та передпосівного обробітку

грунту під озимі зернові. Після збирання парозаймаючих культур ґрунт слід обробляти так, щоб на період сівби озимих забезпечити оптимальну будову складення оброблюваного шару, запаси доступної вологи мають бути не менше 1 мм на 1 см кореневмісного шару та достатній вміст доступних для рослин поживних речовин. Для цього слід дотримуватися загальних принципів щодо обробітку зайнятих парів, а саме:

1. Своєчасне збирання врожаю парозаймаючих культур.
2. Обробіток ґрунту проводити вдень збирання парозаймаючої культури.
3. Від основного обробітку до сівби озимих ґрунт слід утримувати в чистому від бур'янів стані.

Встановлено, що після збирання парозаймаючих культур в ґрунті, особливо у верхньому шарі, як правило, залишається мало вологи. Запізнення з проведенням обробітку ґрунту після звільнення поля призводить до додаткових втрат вологи, особливо у південних районах України, головним чином із верхнього шару. Тому ґрунт потрібно обробляти негайно і якісно після збирання парозаймаючих культур.

При запровадженні системи заходів основного обробітку ґрунту після збирання парозаймаючих культур необхідно враховувати строки їх збирання, гранулометричний склад і вологість верхнього шару ґрунту, тип і ступінь забур'яненості. Чим раніше збирають парозаймаючу культуру, чим вологіший ґрунт і чим сильніше він засмічений бур'янами, особливо багаторічними, тим глибшим має бути основний обробіток. Тому, після збирання парозаймаючих культур, при високому рівні забур'яненості і достатньому зволожені оброблюваного шару, поле обробляють дисковими луцильниками на глибину 5–6 або 7–8 см. При масовому проростанні бур'янів, особливо багаторічних коренепаросткових, доцільно провести оранку на глибину 20–22 см плугом з передплужниками в агрегаті з бородами або кільчасто-шпоровими котками. За малорічного типу забур'яненості і в посушливі роки замість оранки рекомендовано провести безполицевий обробіток на 18–20 або 20–22 см чизельними знаряддями. У посушливі роки замість глибоких оранки або безполицевих чизельних обробітків достатнім заходом є мілкий обробіток на 8–10 або 10–12 см дисковими знаряддями. Це зменшує втрати вологи забезпечує хороше кришення і розпушування ґрунту.

Догляд за обробленим полем проводиться шляхом боронування після проростання бур'янів та знищення ґрунтової кірки після випадання дощів. На час сівби озимих посівний шар має бути вирівняним, дрібногрудочкуватим оптимально ущільненим, очищеним від бур'янів та мати доступної вологи не менше 1 мм на 1 см ґрунту. Перед сівою проводять передпосівний обробіток ґрунту комбінованими агрегатами РВК-3,6; ККП-6 «Кардинал», Європак тощо, на глибину загортання насіння пшениці озимої.

Дуже важливо створити оптимальну щільність будови оброблюваного шару, яка на звичайних чорноземах і каштанових ґрунтах має бути 1,15–1,30 г/см<sup>3</sup>, на дерново-підзолистих супіщаних і суглинкових ґрунтах – відповідно, 1,20–1,35 і 1,10–1,30 г/см<sup>3</sup>. Якщо щільність будови ґрунту вища оптимальної, це негативно впливає на його водний і поживний режими та ріст і

розвиток кореневої системи. На надто розпушених і рихлих ґрунтах, особливо в посушливі роки, до висіяного насіння озимих не надходить необхідна кількість вологи, а при осінньому осіданні (ущільненні) посівного шару за цих умов вузол кущення рослин залишається біля самої поверхні, що призводить до швидкого вимерзання озимих взимку.

Для створення оптимальної щільності будови оброблюваного шару оранку слід проводити не пізніше ніж за 20–30 днів до сівби озимих культур, щоб під впливом наступних обробітків і природного осідання оброблюваний шар встиг ущільнитися. Якщо період між збиранням парозаймаючих культур і сівбою озимих нетривалий, замість оранки слід провести заходи поверхневого або мілкого обробітку ґрунту. Вони доцільні також у посушливих районах (зона Степу та Лісостепу України), де період між основним обробітком і сівбою озимих характеризується недостатньою кількістю опадів.

Технологічні вимоги до підготовки ґрунту під озимі після основного обробітку передбачають доведення його до стану придатного для сівби. На схилі та рівнинних площах посіви озимих доцільно щілинувати для додаткового нагромадження вологи та зменшення негативної дії водної ерозії. На рівних ділянках, особливо при сівбі озимих на тлі поверхневого обробітку, щілинування здійснюють в двох перехресних напрямках з відстанню між проходами агрегату 8–10 м з глибиною щілин 35–40 см. Схили щілинують в напрямку горизонталей місцевості на глибину 40–45 см з відстанню між щілинами 6–7 м. Оптимальний строк щілювання на полях озимих – до проведення передпосівного обробітку ґрунту.

Регулювання глибини сівби, температури й вологості посівного шару ґрунту досягається допосівним та післяпосівним коткуванням. Ущільнення поверхневого шару дає можливість оптимізувати глибину й рівномірність загортання насіння по вертикальному профілю і, таким чином, сприяє формуванню більш рівномірного стеблостою зернових колосових культур. Коткування нівелює помилки і порушення в передпосівному обробітку, які часто зумовлені станом ґрунту і конструктивними недоліками культиваторів.

**Сидеральні пари** – це різновидність зайнятих парів, які запроваджують з метою підвищення родючості ґрунтів, особливо для покращення поживного режиму та фітосанітарного стану. До парозаймаючих сидеральних культур належать люпин, буркун, серадела, ріпак, редька олійна, гірчиця тощо, зелену масу яких заробляють в ґрунт. Перевагу віддають оранці, проведеній за 15–20 днів до оптимальних строків сівби озимих культур. За наявності великої зеленої маси сидеральних культур плуг з культурною полицею недостатньо обертає, кришить і розпушує, значна частина цієї зеленої маси знаходиться на поверхні. Добре обертає і заробляє зелену масу, кришить і розпушує плуг оснащений напівгвинтовою полицею. Оранку проводять в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками. Якщо період від заорювання зеленої маси до сівби озимих тривалий, то перед сівбою ґрунт обробляють дисковою бороною на глибину 5–7 см, а не культиваторами, щоб не винести нерозкладену масу сидерату на поверхню. Одночасно з цим проводять коткування, а потім сіють озимі.

**Обробіток непросапних непарових попередників.** Обробіток ґрунту після непарових попередників визначається строком їх збирання, ступенем і типом забур'яненості, а також наявністю вологи в ґрунті. На відміну від чистих та зайнятих парів, після непарових попередників залишається небагато часу для підготовки ґрунту під озимі. Найбільш рано звільняють поле зернові колосові (пшениця, жито, ячмінь, овес, тритикале та інші) культури, як правило за 20–30 днів до сівби озимих зернових. Для одержання високих врожаїв озимих за цей період необхідно в нести оптимальну кількість добрив, забезпечити збереження і накопичення в ґрунті доступної вологи.

На окультурених полях, за відсутності багаторічних бур'янів і недостатньому зволоженні оброблюваного шару ґрунту, ефективніший поверхневий обробіток дисковими знаряддями на 6–8 см та мілкий – на 8–10 чи 10–12 см. За наявності багаторічних бур'янів після збирання врожаю попередника ґрунт обробляють дисковими знаряддями в два сліди, а потім, після сходів у фазі «розетки» коренепаросткових чи «шилець» кореневищних, орють плугами в агрегаті з бородами або котками на глибину 18–20 або 20–22 см.

Слід пам'ятати, що після озимих зернових (пшениця, жито, ячмінь, тритикале) будова складення та щільність оброблюваної товщі ґрунту знаходяться в більш оптимальному діапазоні, ніж після ярих (ячмінь, овес, пшениця, тритикале, соя). Це зумовлено тим, що від сівби до збирання озимих зернових на дуже ущільнених восени полях внаслідок дії природних факторів – зволоження й висихання, замерзання та розмерзання ґрунту, впливу кореневої системи, об'ємна маса зменшується й наближається до її рівноважного значення. Під ярими зерновими внаслідок ущільнення перезволоженого ґрунту колесами й робочими органами машин та знарядь рано навесні та наступного висихання щільність його на період збирання значно зростає. Крім того, посіви ярих зернових, як правило, більше засмічені бур'янами (як однорічними, так і багаторічними) порівняно з посівами озимих зернових культур.

При вирощуванні пшениці озимої повторно на одному й тому ж полі враховують зональні особливості реакції культури на способи та глибину обробітку ґрунту. В усіх ґрунтово-кліматичних зонах України за умов недостатнього зволоження безполицевий обробіток забезпечує найвищий урожай, тоді як за оптимального – оранка й безполицевий обробіток забезпечують майже однакові врожаї, а за умов надлишкового зволоження перевагу має оранка на глибину 20–22 см, а після сої – 25 см.

**Обробіток ґрунту після багаторічних трав тривалого використання (3–4 роки).** Багаторічні трави, як правило, є добрим попередником озимих культур. Проте фізичний стан ґрунту після їх збирання створює певні труднощі щодо якісної його підготовки для вирощування озимих культур. Коренева система більшості багаторічних бобових трав, особливо тривалого використання, проникає глибоко в ґрунт – до 3–5–7 м, а багаторічні злакові трави мають мичкувату кореневу систему, 60–70 % якої розміщено в метровій товщі ґрунту. Цю особливість необхідно враховувати при підготовці ґрунту під озимі культури, особливо за умов недостатнього зволоження. Вибір способу та глибини обробітку на таких полях визначається складом компонентів

травосумішки, терміном використання, строком скошування трав, гранулометричним складом і ступенем зволоження ґрунту, а також тривалістю післяукісного періоду до настання оптимальних строків сівби озимих культур. Основний обробіток ґрунту в поліській та лісостеповій зонах потрібно проводити після першого укусу багаторічних трав, не залежно від тривалості використання, у південних районах – після першого або другого, а на зрошуваних землях – й після третього укусу.

Після збирання багаторічних трав проводять лушення дисковими знаряддями на глибину 6–8 см, а при можливості 8–10 см у два сліди. Лушення слід проводити в день скошування трав, що запобігає відростанню багаторічних трав та бур'янів, створює сприятливі умови для мінералізації рослинних решток, що покращує поживний режим та сприяє накопиченню й збереженню вологи. Після лушення проводять безполицевий обробіток ґрунту на 20–22 см. За тривалого використання багаторічних трав, підвищеного їх забур'янення, розпилення верхнього шару ґрунту тощо, доцільно провести оранку на глибину 20–22 см або 22–25 см в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками з одночасним боронуванням. В усіх випадках ґрунт необхідно обробляти відразу після скошування багаторічних трав, оскільки оброблюваний шар може швидко пересохнути, що утруднює й погіршує якість обробітку ґрунту. Вибір способу та заходу обробітку ґрунту після багаторічних трав залежить від рівня зволоженості ґрунту й забур'яненості поля на час обробітку. Оранка має перевагу тоді, коли запаси вологи не зменшуються нижче критичних значень і за багаторічного типу забур'яненості.

**Обробіток ґрунту після просапних непарових попередників.** Із непарових попередників для озимих зернових використовують кукурудзу на силос, картоплю, ріпак, кормові боби, льон, гречку, сою, баштанні, рицину, соняшник та інші. Збирання врожаю більшої частини їх збігається з оптимальними строками сівби озимих. Тому, короткий післязбиральний період від збирання непарових попередників до сівби озимих створює напруженість у підготовці ґрунту. Особливо відчутні ці недоліки за проведення оранки. Ґрунт після неї, як правило, буває брилистим і швидко втрачає вологу. Через високу енергоємність оранки з підготовкою ґрунту до сівби озимих нерідко запізняються. У результаті сходи озимих зріджуються, часто бувають недорозвинуті, погіршується їх перезимівля. Тому, при підготовці ґрунту під озимі після збирання непарових попередників в усіх сільськогосподарських зонах України широко застосовують поверхневий і мілкий безполицеві обробітку ґрунту.

У Степу та Лісостепу України після непарових попередників, особливо просапних культур, ґрунт, як правило, буває пересушеним, а часу на його обробіток залишається мало, тому підготовку ґрунту слід проводити лише поверхнево безполицевим способом. Для цього поле обробляють у двох напрямках дисковими знаряддями на глибину 6–8 см, досягаючи дрібногрудочкуватого стану та повного мульчування посівного шару ґрунту. При своєчасному і якісному обробітку ґрунт добре розробляється, волога зберігається і додатково надходить до висіяного насіння по діючій ще кореневій

системі попередника. Такий обробіток забезпечує дружні сходи озимих культур, кращий розвиток рослин і вищий врожай.

У Поліссі збирання непарових попередників також збігається з настанням кращих строків сівби озимих культур або незадовго до цього. Надто короткий період між збиранням непарових попередників і сівбою озимих потребує особливої уваги до правильної організації заходів обробітку ґрунту. Для збереження залишкових запасів вологи, кращого її вбирання, особливо малих опадів, раціонально застосовувати безполицевий обробіток на 6–8 до 10 см. Його доцільно здійснювати комбінованими агрегатами або дисковими знаряддями без перевертання скиби в агрегаті з котками і боронами.

У нормальні за зволоженням роки й при внесенні органічних добрив доцільно провести оранку на глибину 18–20–22 см з одночасним коткуванням і боронуванням. Ефективність оранки підвищується, якщо її передують ретельний обробіток дисковими знаряддями.

Слід зазначити, що при розміщенні пшениці озимої після просапних непарових попередників у районах стійкого зволоження обидві культури слід розглядати як єдину ланку, що забезпечує найвищу продуктивність попередника і пшениці озимої. За таких умов проявляється незаперечна перевага поверхневого обробітку як найпродуктивнішого заходу.

### **3.8.4. Система післяпосівного обробітку ґрунту**

**Післяпосівний обробіток ґрунту** – це обробіток ґрунту, який виконують після сівби чи садіння сільськогосподарських культур.

Система післяпосівного обробітку ґрунту передбачає вирішення таких завдань:

1. Створення та підтримання оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту за якої забезпечується добрий контакт висіяного насіння з твердою фазою ґрунту, що забезпечує сприятливі умови для проростання насіння, з'явлення дружніх повних сходів та подальшого росту й розвитку культурних рослин.

2. Зменшення непродуктивних втрат вологи.

3. Знищення ґрунтової кірки й сходів бур'янів.

4. Формування оптимальної густоти вирощуваних культур.

5. Заробка в ґрунт добрив, пестицидів тощо.

За строками виконання в системі післяпосівного обробітку ґрунту виділяють три етапи:

1. Обробіток ґрунту одночасно або відразу після сівби чи садіння сільськогосподарських культур.

2. Обробіток ґрунту від сівби чи садіння до появи сходів сільськогосподарських культур.

3. Обробіток ґрунту по догляду за посівами (після сходів).

Одночасно або відразу після сівби за оптимальної та підвищеної вологості посівного шару ґрунту проводять боронування посівними або легкими зубовими боронами. За такого обробітку відбувається вирівнювання поверхні поля,

руйнуються грудки, створюються сприятливі умови для проростання насіння, отримання дружніх і повних сходів. Для кращого вирівнювання поверхні поля й створення дрібногрудочкуватого стану ґрунту одночасно з сівбою можливе використання ланцюга, який прикріплюється до сівалки ззаду.

За недостатньої вологості ґрунту відразу після сівби для поліпшення контакту насіння з твердою фазою ґрунту й прискорення з'явлення сходів ґрунт коткують кільчасто-шпоровими котками типу ЗККШ-6. На посівах буряків цукрових та зернових культур частіше застосовують середні, а на посівах зернобобових – легкі котки.

Слід зазначити, що коткування проводять одночасно з сівбою або відразу за нею. Цей захід особливо корисний коли ґрунт розпушений, сухий. Це найчастіше буває за сівби озимих зернових культур. При ущільненні верхнього шару ґрунту поліпшується контакт його твердої фази з насінням, відновлюється капілярний рух вологи, що прискорює набубнявіння насіння, проростання й одержання дружніх сходів. Після коткування створюються кращі умови для утворення й розвитку вторинної кореневої системи у злакових рослин. В оптимально ущільненому ґрунті молоде коріння сходів краще вступає з ним в контакт і забезпечує рослину водою й поживними речовинами, а також краще виконує опорну функцію рослин. Проте, за надто щільного ґрунту (щільність ґрунту перевищує  $1,4 \text{ г/см}^3$ ) проникнення коріння в ґрунт утруднюється і воно деформується.

За підвищеної вологості посівного шару, особливо на важких ґрунтах, коткування може спричинити шкоду. Після його проведення утворюється ґрунтова кірка, яка утруднює з'явлення сходів культурних рослин, особливо тих, насіння яких виносить сім'ядолі на поверхню (соя, люпин, квасоля, кормові боби, конюшина, люцерна, соняшник, гречка, ріцина тощо). У такому випадку коткувати поле під культури, які виносять сім'ядолі на поверхню краще під час підготовки його до сівби, використовуючи при цьому кільчасті котки. При застосуванні котків з гладенькою поверхнею необхідно відразу після коткування поверхню ґрунту розпушити легкими посівними або голчастими боронами. Післяпосівне коткування частіше проводять в Степу та Лісостепу, допосівне – Поліссі. Особливо корисне післяпосівне коткування для культур середнього й пізнього строків сівби, озимих зернових та насіння, яке потребує неглибокого загортання у ґрунт (буряки цукрові, льон, просо, суданська трава, сорго, багаторічні трави та інші).

Урожайність зерна кукурудзи, сої, насіння соняшника та інших просапних культур не підвищується від післясходового ущільнення ґрунту котками, а в окремі роки, за достатньої вологи в ґрунті, знижується. Це здійснюється тому, що у сучасних сівалках (Planter-8-01 (СУПН-8-01); HERMES-12 PRO, KINZE3000 Twin Lene; Tempo V 6-12 та ін.) встановлені прикочувальні колеса, які достатньо ущільнюють ґрунт над рядком висіяної культури. Тому коткувати після сівби необхідно тільки за дуже розпушеного або легкого, за механічним складом, ґрунту, за недостатнього зволоження посівного шару, в суху і жарку погоду.

Обробіток ґрунту від сівби чи садіння до появи сходів сільськогосподарських культур проводять на 5–7 день після коткування, тобто при масовому проростанні насіння бур'янів. Проростки і сходи бур'янів знищуються зубовими боронами, руйнується ґрунтова кірка, поліпшується аерація ґрунту. Досходове боронування частіше проводять на полях, де висівають крупнонасінні культури. Їх насіння висівають відносно глибоко в ґрунт (на 4–6 см) і під час руху борони її зуби не досягають проростків культурних рослин. На важких глинистих ґрунтах і за глибокої заробки (сівбі) насіння для післяпосівного боронування доцільно використовувати середні або важкі зубові борони, а на піщаних ґрунтах і за мілкого загортання насіння – легкі, посівні та сітчасті борони. Досходове боронування виконують у поперек сівби на глибину меншу від глибини загортання насіння на 1,0–1,5 см. Воно особливо ефективне на посівах просапних культур (кукурудза, соняшник, буряки цукрові тощо) з метою знищення проростків малорічних бур'янів (у фазі «білої ниточки»). На культурах з тривалим періодом проростання (картопля, топінамбур) проводять два і більше боронування сітчастими боронами. На посівах зернових і зернобобових культур ґрунтову кірку руйнують ротаційними боронами.

Післясходове боронування проводять з метою захисту посівів культурних рослин від бур'янів, руйнування ґрунтової кірки, що поліпшує аерацію ґрунту. З метою запобігання пошкодженню культурних рослин робочими органами борін посіви боронують, коли рослини добре вкоренилися, а деякі бобові (горох, вика, сочевиця, чина) ще не утворили вуси (рис. 3.27). З метою меншого травмування культурних рослин посіви боронують у поперек рядків або по діагоналі. Боронувати необхідно тільки посіви з добре розвинутими рослинами і нормальною їх густотою. Сходи соняшнику, буряків, зернобобових (особливо горох), баштанних культур дуже крихкі і ламкі, тому їх слід боронувати після полудня (друга половина дня), коли у рослин знизиться тургор. Цінність післясходового боронування культур звичайної рядкової сівби підвищується, якщо йому передують підживлення мінеральними добривами.

У сучасній технології вирощування буряків цукрових післясходові боронування зазвичай не проводять, оскільки цю культуру висівають на кінцеву густоту, а контроль бур'янів здійснюють за допомогою високоефективних гербіцидів. Проте, в разі вирощування буряків за органічного землеробства, післясходове боронування ґрунту здійснюють легкими посівними боронами ЗБП-0,6 або райборінками ЗОР-0,7, а на ущільнених ґрунтах – середніми боронами БЗСС-1,0, комплектуючи зчіпки зубовими боронами в один ряд. Цей захід здійснюють у фазі 1–2 пари справжніх листків культури за чисельності не менше ніж 8–10 рослин на один погонний метр рядка. Боронування на більш ранніх етапах можливо здійснювати лише за наявності на одному метрі не менше 16–18 рослин.

Слід пам'ятати, що післясходове боронування буряків цими агрегатами використовують і для формування густоти стояння культурних рослин. За оптимальної роботи цих борін буряки зріджуються на 10–25 %, при цьому

глибина ходу зубів не повинна перевищувати 3 см, а швидкість руху агрегату – 3–4 км/год під кутом 25° до напрямку рядків.



**Рис. 3.27. Сходи гороху та стан ґрунту:** 1 – до боронування ротаційною бороною;  
2 – після боронування ротаційною бороною

Автор фото: Павлов О. С.

Боронування посівів кукурудзи в усіх зонах України є одним з найефективніших заходів захисту від бур'янів у початковий період вегетації. Найповніше посіви кукурудзи очищають від бур'янів триразовим боронуванням – за 4–5 днів до сходів і по сходах у фазі шилець або 2–3 листків у кукурудзи, друге – у фазі 4–5 листків. За інтенсивної технології на фоні внесення гербіцидів ефективне одноразове боронування – до сходів або по сходах у фазі 3–5 листків у кукурудзи.

Післясходове боронування проводять: соняшнику – у фазі 2–3 пар справжніх листків; сорго – у фазі 4–5 і 6–7 листків; сої – першого трійчастого листка і за висоти рослин 10–15 см; гороху, вики – за утворення 2–4 листків, до сплітання вусами (висота рослин сягає 7–10 см); кормових бобів – у фазі 2–3 і 4–5 листків; люпину – 4–5 листків; гречки – у фазі першого справжнього листка; проса – у фазі кущення, коли рослини добре укоріняються.

Слід зазначити, що зернові культури після утворення 3–4 листків добре вкорінюються і не пошкоджуються при наступних боронуваннях. Зернові культури за висоти сходів від 3 до 5 см можна боронувати сітчастими боровами.

Обробіток ґрунту по догляду за посівами проводять з метою знищення бур'янів, зменшення некапілярної щільності, вибісування відмерлих рослин (особливо озимих навесні), заробки в ґрунт мінеральних добрив і пестицидів, створення мульчувального шару ґрунту на поверхні поля, який зменшує втрати вологи й запобігає утворенню тріщин на глинистих ґрунтах.

Кількість і строки міжрядних обробітків залежать від щільності складення ґрунту та стану поверхні поля, ступеня й типу забур'янення посівів, біологічних особливостей і тривалості вегетаційного періоду вирощуваних просапних культур. На переущільнених ґрунтах, з високою забур'яненістю посівів і більш тривалим періодом вегетації рослин кількість міжрядних обробітків збільшується. Кожний наступний обробіток міжрядь проводять приблизно через 15–20 днів. Глибина обробітку ґрунту в міжряддях залежить від строків його проведення, фази розвитку рослин, вологості ґрунту тощо.

У посушливих районах перший обробіток міжрядь просапних культур проводять на глибину 10–12 см, другий – на 8–10 см і третій 6–8 см. У районах достатнього зволоження ця послідовність необов'язкова, оскільки тут менш ймовірна небезпека висушування ґрунту. Ефективність міжрядного обробітку підвищується, якщо його проводять незабаром після дощу (за фізичної стиглості ґрунту) і масового проростання бур'янів. Робочими органами культиваторів слугують лапи, які призначені для виконання певних завдань. Для підрізування бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6 см використовують однобічні плоскорізальні лапи; стрічасті плоскорізальні лапи; стрічасті універсальні лапи тощо. Для розпушування у міжряддях на важких за механічним складом і переущільнених ґрунтах застосовують долотоподібні, оборотні та односторонні розпушувальні лапи, пружинні лапи тощо. Для внесення мінеральних добрив, з метою підживлення рослин у період вегетації, та підгортання рослин застосовують культиватори-рослинопідживлювачі та підгортачі.

Під час першого обробітку міжрядь просапних культур потрібно поблизу рядків по обидва боки залишати необроблену захисну смугу шириною від 5 до 10 см, а при наступних розпушуваннях – 10–15 см. При цьому необхідно дотримуватися правила – чим крупніші рослини, тим більшою має бути ця смуга, яка називається захисною зоною.

Підгортання рослин просапних культур проводять з метою присипання ґрунтом основи стебел рослин з одночасним розпушуванням верхнього шару ґрунту. Поряд з цим відбувається присипання сходів бур'янів у рядку, що приводить до певної загибелі шкідливої рослинності.

Слід зазначити, що підгортання культурних рослин – давній агротехнічний захід, який має свої переваги і недоліки. Переваги – за умов достатньої вологи присипані культурні рослини утворюють додаткову кореневу систему що покращує використання поживних речовин та підвищує стійкість рослин до вилягання. При підгортанні картоплі нижня частина стебел сприяє утворенню столонів. Присипані ґрунтом бур'яни в молодому віці в основному гинуть. Одночасно мульчують утворені в зоні рядка щілини, що покращує водний режим ґрунту. Підгортання запобігає позелененню і здерев'янінню бульб картоплі та головок коренеплодів буряків та моркви (особливо столових). За умов достатнього зволоження цей захід сприяє підсушуванню й прогріванню ґрунту.

Недоліки підгортання – за посушливих умов цей захід призводить до посиленого випаровування (втрати) вологи з ґрунту. Підгортання у ранні фази росту рослин пов'язане з частковим, в окремих випадках повним, присипанням їх землею, що приводить до зріджування посівів. Тому підгортання, особливо

бур'яків, слід проводити з урахуванням конкретних умов які складаються, і можливості вирішення основного завдання – збереження вологи в ґрунті й знищення бур'янів. Бур'яки цукрові та столові слід підгортати за наявності 6–10 справжніх листків у них і наявності у захисних зонах рядків бур'янів у фазі не більше 2–3 листків. Таке підгортання доцільно проводити одночасно з внесенням мінеральних добрив для підживлення культурних рослин.

Підгортання соняшника, кукурудзи та інших просапних культур проводять за висоти культурних рослин не менше 30–40 см, а висота бур'янів не повинна перевищувати 10–12 см.

У районах надмірного зволоження підгортанням рослин можна регулювати водно-повітряний і тепловий режими ґрунту. Поверхня ґрунту залишається після цього гребенистою, краще обігрівається теплим повітрям, більше випаровується вологи. Влітку, незважаючи на підвищену тепловіддачу в нічні години, у ґрунті складається позитивний тепловий баланс, оскільки тривалість нагрівання у 2,5–3,0 рази більша охолодження. Збільшення випаровуючої поверхні після підгортання сприяє усуненню надлишків вологи в ґрунті що в кінцевому результаті поліпшує його поживний режим.

### 3.8.5. Система обробітку ґрунту в умовах ерозії

**Ерозія** – (від латинського *erosion* – роз'їдання) – це руйнування ґрунту під впливом природних і антропогенних чинників, переміщення продуктів руйнування їх перевідкладення.

За історичний період розвитку землеробства на земній кулі під дією ерозійних процесів безповоротно втрачено близько 2 млрд. га продуктивних сільськогосподарських земель, що становить 41 % від загальної площі сільськогосподарських угідь. Нині у світі для сільськогосподарських цілей використовується близько 4,9 млрд. га, що становить 37,4 % від загальної площі земель на поверхні суші планети, у тому числі оброблювані землі (рілля) займають близько 1,4 млрд. га.

В Україні площа сільськогосподарських угідь нараховує близько 42,0 млн. га, що складає 70 % від території країни. Водній і вітровій ерозії піддано понад 15,0 млн. га. Щорічно змивається понад 500 млн. т ґрунту, з яким втрачається 11,0 млн т гумусу, 0,5 млн. т азоту, 0,6 млн. т сполук фосфору й 0,8 млн. т калію.

Розрізняють водну, вітрову, агротехнічну, хімічну та іншу ерозію ґрунту. В Україні особливо великої шкоди ґрунтам завдає водна ерозія – це процес руйнування ґрунтів під впливом потоків води, що супроводжується порушенням ґрунтів, перенесенням та відкладенням дрібнозему. Розрізняють площинну (поверхневу), струменеву та яружну водну ерозію.

**Площинна (поверхнева) ерозія** – водна ерозія при якій руйнується верхній, найбагатший на поживні речовини шар ґрунту і переноситься водою в інше місце. Цей вид ерозії проявляється на вирівняних схилах крутизною 1° і більше. Вона характеризується рівномірним по території змивом ґрунту. У результаті площинної ерозії відбувається «зрізання» верхнього родючого шару і зменшення

профілю ґрунтів. Інтенсивність ерозії (I) вимірюється втратою маси ґрунту (T) з одиниці площі (S) за одиницю часу (t) і виражається в т/га:

$$I = \frac{T}{S \times t} \quad (3.1.)$$

У цих самих одиницях вимірюють і швидкість ґрунтоутворення. Тому зіставленням швидкості ерозії й швидкості ґрунтоутворення судять про ступінь ерозійної небезпеки ґрунтів. Ерозійно небезпечними ґрунти вважаються тоді, коли швидкість ерозії перевищує швидкість розвитку ґрунтового профілю в глибину. У тому випадку, коли швидкість ерозії ґрунтів виявляється меншою, ніж швидкість ґрунтоутворення, ґрунти не вважають ерозійно небезпечними, а ерозію вважають допустимою (нормальною).

Швидкість росту гумусового профілю при формуванні різних ґрунтів дещо різна, проте в середньому її вважають рівною 2,0 т/га в рік. Виходячи з цього, за інтенсивності ерозії, що не перевищує 2,0–3,0 т/га за рік, її вважають допустимою (нормальною). У цьому випадку ерозію не беруть до уваги. При втраті ґрунтами 3,0–6,0 т/га в рік гумусового профілю ерозію відносять до середньої, при втраті 5,0–10,0 т/га в рік – до великої, а при знесенні дрібнозему в кількості 12,0 т/га і більше в рік – до дуже великої.

**Струменева ерозія** виникає на схилових землях крутизною понад 2–3°. Така ерозія розпочинається по слідах від борін, культиваторів, посівних агрегатів. Глибина розмиву сягає від 3–5 до 30–50 см. Іншими словами, до струменевих форм ерозії відносять розмив ґрунту з утворенням малих негативних форм рельєфу, які усуваються обробітком ґрунту. Подальша стадія поглиблення промоїн спостерігається після інтенсивного танення снігу або зливових дощів. Глибина цих промоїн сягає 50–100 см, які стають непрохідні для сільськогосподарських машин і нарядь, не усуваються обробітком ґрунту і тому часто такі землі виводять зі складу ріллі.

Форми струменевої ерозії завдають великих збитків сільськогосподарському виробництву, ведуть до інтенсивного змиву родючого гумусового горизонту, руйнують поверхню ріллі, утруднюють обробіток ґрунту. За відсутності заходів захисту ця форма ерозії переростає в яружну.

**Яружна ерозія** – форма лінійної ерозії, коли вимоїни сягають глибини понад 1,0 м і за їх наявності відсутня можливість суцільного обробітку поля. На відміну від форм струменевої ерозії яри мають свій повздовжній профіль, що відрізняється від профілю поверхні в яку він врізається. Яри особливо шкідливі тим, що руйнують поверхню ландшафту і виводять землі з сільськогосподарського використання не тільки на місці самих ярів, а й на прилеглих територіях.

Інтенсивна ерозія ґрунтів, яка нині відбувається, зумовлена головним чином діяльністю людини, тому її називають антропогенною. Антропогенні чинники виникнення і розвитку осередків ерозії, за ступенем впливу на неї, можна розташувати в такому порядку:

1. Порухення елементів організації територій. Розораність території України складає 56 % від загальної площі країни (найвища в світі), при науково обґрунтованій нормі не більше 40 %. У порівнянні з найбільш розораними

країнами світу – Польща – 36 %, Німеччина і Франція – 34 %, Нідерланди – 31 %, Великобританія – 26 %, США – 25 %. В Україні межі полів сівозмін, робочих ділянок ріллі та інших угідь, а також дороги, лісосмуги та інші лінійні елементи організації території здійснюються без урахування рельєфу, що і є однією з причин сучасної ерозії. Проте, при організації території не завжди і не повною мірою можна врахувати ґрунтозахисні вимоги.

При організації території часто довшу сторону поля розміщують вздовж схилу, що є причиною обробітку поля вздовж схилу, а це ще більше підсилює ерозію. Поряд з цим штучні водозбори залежать також від організації територій, напрямку обробітку ґрунту, розміщення доріг, меж полів, умов сніговідкладення тощо. Розмір штучних водозборів може бути значно більшим, ніж природним. Такі водозбори збирають багато стоку і підсилюють ерозію.

2. Порушення принципів розроблення й впровадження структури посівних площ. Перевантаження сівозмін просапними культурами (соняшник, кукурудза, буряки, картопля тощо), що розташовані на крутосхилах (схили  $3^{\circ}$  і більше) спричиняють інтенсивний прояв ерозійних процесів. Залежно від покриття поверхні поля сільськогосподарські культури забезпечують різну ґрунтозахисну ефективність. Так, коефіцієнт ґрунтозахисної стійкості багаторічних бобових та злакових трав складає 0,95–0,82; озимі (пшениця, жито, ячмінь) та ярі (пшениця, ячмінь, овес) зернові, однорічні трави (вико-овес, горохо-овес тощо) – 0,50–0,42; просапні культури (буряки, соняшник, кукурудза, картопля, овочеві тощо) – 0,47–0,14; чистий пар та його різновидності (чорний, ранній) зовсім не захищають ґрунт від водної та вітрової ерозії.

3. Інтенсивний механічний обробіток ґрунту. Систематичне інтенсивне застосування обробітку ґрунту з його перевертанням позбавляє ґрунт захисного рослинного покриття, рослинних решток, які захищають його від руйнівних ударів дощових крапель, інтенсивного руху води на схилах тощо. Мульча із рослинних решток перешкоджає утворенню ґрунтової кірки, зменшує швидкість руху талих і дощових вод, що послаблює водну ерозію. Перехід до безполицевого обробітку ґрунту зменшує його змив у 2–4 рази.

Встановлено, що обробіток ґрунту вздовж схилу в 3–4 рази підвищує інтенсивність ерозійних процесів порівняно з обробітком уперек схилу. Особливо велика небезпека відбувається на ріллі, чистих та зайнятих парах, під просапними культурами, в садах та виноградниках. Неправильний напрямок обробітку ґрунту нерідко обумовлений нераціональним внутрігосподарським землевпорядкуванням. Перевантаження просапних культур частими розпушуваннями ґрунту в міжряддях та слабка ґрунтозахисна дія цих рослин супроводжується інтенсивним проявом ерозійних процесів.

4. Утворення мікровпадин на поверхні схилів. У природніх біоценозах таких процесів не існує, вони пов'язані з господарською діяльністю людини. Формування впадин на поверхні схилів обумовлює накопичення стокових вод та прояв ерозійних процесів, характерних для поперечно-увігнутих схилів. Особливо значної інтенсивності ерозія сягає за наявності впадин на поздовжньо-опуклих схилах. По берегах впадин формуються середньо- та сильно еродовані

грунти. Це здійснюється підсиленням змиву ґрунту в бік впадин під час його обробітку.

Полезахисні лісові смуги, підвітряні схили, заходи штучного затримання снігу (щити, огорожі тощо) збирають великі кучугури снігу. Запізніле танення цього снігу, а також надходження талих вод є важливою причиною прояву інтенсивної водної ерозії.

Крім водної ерозії руйнування ґрунту відбувається під дією вітру, що носить назву вітрової ерозії (дефляції) – пилових або чорних бур. Саме розмаїття назв свідчить про грізність цих стихійних сил природи.

Найбільш руйнівна пилова буря в Україні була взимку та навесні 1969 року, яка охопила Степову й Лісостепову зони України. Сила вітру сягала 45–50 м/с. В зоні інтенсивної дії чорної бурі ґрунт було видуто від 5 до 15 см. Посіви озимих зернових від видування повністю загинули. Подібні пилові бурі – явище нечасте, вони спостерігаються один раз у 15–20 і більше років. Пов’язані вони із зміною клімату та періодами найвищої активності Сонця.

Поряд з інтенсивною вітровою ерозією проявляється місцева вітрова ерозія, яка менш потужна і менш руйнівна, а втрати ґрунту від неї компенсуються процесом ґрунтоутворення.

Руйнування ґрунту вітром являє собою фізичний процес, що відбувається при взаємодії повітряного потоку з поверхнею ґрунту. Інтенсивність даного процесу залежить від швидкості вітру та стану поверхні ґрунту. Швидкість вітру, при якій починається рух ерозійно небезпечних фракцій ґрунту, називається критичною, або пороговою. Так, критична швидкість вітру на висоті 10 м над поверхнею поля для чорноземів середньосуглинкових становить 14,9 м/с, для важкосуглинкових – 10,8 м/с, темнокаштанових легкосуглинкових – 13,8 м/с. Найбільш ерозійно небезпечними є фракції ґрунту розміром від 0,1 до 0,5 мм. Порогова швидкість вітру, за якої починається пилова буря, залежить від виду ґрунту, його структурності, гумусованості гранулометричного складу, а також від пори року.

Сучасний стан розвитку сільськогосподарського виробництва вимагає підвищення культури землеробства. Це обумовлює застосування як окремих заходів, так і систем захисту ґрунтів від ерозії. Найбільш дієвою є запровадження системи ґрунтозахисного землеробства з контурно-меліоративною організацією території, яка базується на формуванні в господарстві ерозійно стійких агроландшафтів. З цією метою оброблювані (орні) землі за крутістю схилів поділяють на три еколого-технологічні групи. Розміщення полів і робочих ділянок здійснюють таким чином, щоб вони відповідали і вписувалися у рельєф місцевості. З оброблюваних (ріллі) земель вилучаються ділянки з крутістю схилів понад 7°, на яких звичайне землеробство нераціональне і неефективне. Згідно з цією концепцією оброблювані землі поділяють на такі групи.

*Перша* еколого-технологічна група земель з крутістю схилів 0–3°. На цих землях запроваджують інтенсивні польові сівозміни насичені зерновими колосовими, просапними та кормовими культурами, що вирощують за інтенсивними технологіями. Така організація землеробства потребує науково-обґрунтованої структури посівних площ, яка розробляється у відповідності

ринку продукції (попит і пропозиція), напрямку розвитку господарства (спеціалізації) та природно-кліматичних умов. На землях даної групи в інтенсивних польових сівозмінах слід дотримуватись вимог науково-обґрунтованого чергування культур. На таких землях зменшуються площі багаторічних трав або вони повністю виключаються. Для отримання високих врожаїв та відтворення родючості ґрунту збільшують норми внесення органічних і мінеральних добрив за рахунок другої та третьої еколого-технологічних груп.

*Друга* еколого-технологічна група земель включає ділянки з крутістю схилів 3–7°. На даній території запроваджують ґрунтозахисні сівозміни з багаторічними травами, зерновими колосовими та зернобобовими культурами без просапних культур. Багаторічні трави – найефективніші ґрунтозахисні культури. Їх посіви позитивно впливають на родючість ґрунту та фітосанітарний стан у сівозміні.

*Третя* еколого-технологічна група земель охоплює оброблювані землі з крутістю схилів понад 7°. Ці землі вилучають з обробітку й засівають багаторічними травами. Вони перетворюються на штучні сіножаті та пасовища з сіяних багаторічних трав. Такі посіви найпродуктивніші на середньо- та сильно еродованих ґрунтах. Потенційна родючість цих земель відтворюється за рахунок поверхневих та кореневих решток багаторічних трав, а також внесення органічних та мінеральних добрив.

У процесі землевпорядкування здійснюють перехід від прямолінійної до контурної організації території з розміщенням сівозмін, полів, робочих ділянок, доріг, полезахисних лісових смуг та інших елементів організації території з максимальним наближенням до напрямку горизонталей, або з незначним допустимим відхиленням від них.

Лінійні елементи організації території служать водночас і напрямом обробітку ґрунту. На контурних полях першої еколого-технологічної групи земель запроваджують ґрунтозахисну технологію обробітку ґрунту. Одним із головних параметрів, що визначають ерозійну стійкість ґрунтів, є грудочкуватість або вміст у верхньому 0–5 см шарі ґрунту агрегатів величиною 1 і більше мм. Якщо частка їх перевищує 50–60 %, то поверхня ґрунту ерозійно стійка. У літньо-осінній період поверхня більшості ґрунтів ерозійно стійка (грудочкуватість складає 60–80 %). У кінці зими й ранньою весною під впливом погодних змін (промерзання, відтавання, зволоження, висушування) ґрунтозахисні агрегати руйнуються до небезпечних розмірів і на період ранньовесняних обробітків ґрунту верхній шар має грудочкуватість 30–40 %. За таких умов для запобігання ерозійних процесів ґрунту потрібно на кожний відсоток зниження грудочкуватості верхнього шару мати на поверхні поля додатково 8–10 шт./м<sup>2</sup> умовної стерні. З практичної точки зору це повинно бути не менше 200 шт./м<sup>2</sup>, або 0,4–0,5 кг/м<sup>2</sup> післяжнивних решток зернових колосових, 0,75–1,20 кг/м<sup>2</sup> соняшнику або кукурудзи.

Встановлено, що першу чергу піддаються ерозії ґрунти оброблені влітку чи восени плугами і не захищені рослинними рештками. Тому, найважливішою ланкою у формуванні ерозійно стійкої поверхні є якісні збиральні й післязбиральні заходи, якісний зяблевий обробіток ґрунту полицевими і

безполицевими знаряддями на полях першої еколого-технологічної групи земель за напрямом горизонталей.

На другій еколого-технологічній групі земель застосовують ґрунтозахисний обробіток у поєднанні з мульчуванням ґрунту соломою та іншими пожнивними рештками. В основі ґрунтозахисної системи обробітку ґрунту покладений принцип мінімізації та відмова від перевертання ґрунту. Запровадження безполицевого обробітку може супроводжуватися підвищеною забур'яненістю посівів. Запровадження інтегрованого захисту ґрунту й посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб) забезпечить високий фітосанітарний стан сівозмін і вирощуваних культур у ній.

Противерозійні вимоги до луцення ґрунту після зернових колосових краще задовольняють важкі культиватори з плоскорізальними робочими органами (КПШ-5; КПС-7 та інші). При обробітку ними зберігається на поверхні поля до 70 % стерні, яка в 3–5 разів знижує ерозійну силу дощу й запобігає утворенню ґрунтової кірки при зливах. В наслідок цього зменшується небезпека змиву ґрунту і втрат води зі стоком. Дані культиватори ефективні на полях засмічених багаторічними коренепаростковими бур'янами (гірчак степовий звичайний, берізка польова, осоти тощо). Знищення однорічних бур'янів при луценні стерні відбувається повніше, коли противерозійні культиватори агрегують з голчастими бородами типу БІГ-3А за зволоженого ґрунту та з приставкою ПВР-3,5 за сухого ґрунту.

Основний обробіток ґрунту слід проводити безполицевими знаряддями – плоскорізами-глибокорозпушувачами, культиваторами-плоскорізами, чизелями, чизель-культиваторами, глибокорозпушувачами тощо. Для кращого підрізання бур'янів, особливо багаторічних коренепаросткових, безполицеві знаряддя оснащують стрічастими лапами, а для посилення водопроникності, противерозійної стійкості, управління показниками будови складення оброблюваного шару ґрунту використовують розпушувальні. Проте, розпушувальні та стрічасті лапи не обертають ґрунт (скиби), а тільки частково перемішують ґрунт і тому не забезпечують потрібної якості загортання в ґрунт добрив.

Завдяки «рваному дну» борозни, ускладненню нанорельєсу і збереженню близько 70 % стерні безполицевий обробіток найбільш надійний засіб затримання води й запобігання вітрової та водної ерозії. Його застосування особливо ефективно під кукурудзу і соняшник, чорний пар, ярі колосові та пшеницю озиму після зайнятих парів. Безполицевий обробіток застосовують весною при повторному обробітку змитих ґрунтів, які були зорані на зяб, для зменшення щільності, а на ґрунтах з поверхневим перезволоженням – для відведення вологи з кореневмісного шару в глибші.

Щілювання застосовують в усіх сільськогосподарських зонах України для посилення акумуляції води опадів на посівах озимих і багаторічних трав, де ущільнений і розпилений з поверхні ґрунт восени і при сніготаненні слабо або зовсім не вбирає вологу. Щілювання доцільно проводити на глибину 40–60 см, залежно від стану ґрунту. Щілювання ефективно на чорноземних і каштанових

грунтах з низькою водопроникністю, схильних до розпорошення і швидкого ущільнення, з низьким вмістом гумусу.

Якісне щілювання ґрунту, навіть в мерзлому стані, дозволяє вмістити в ньому додатково близько 250 м<sup>3</sup>/га талих або дощових вод. При цьому весняні запаси доступної вологи в роки з великою кількістю осінньо-зимових опадів збільшуються на 350 м<sup>3</sup>/га і більше.

Основна вимога до щілювання посівів – мінімальне пошкодження культурних рослин щілинорізом, колесами і гусеницями трактора. Тому ширина щілини поверху не повинна перевищувати 25–30 мм. Для цього слід використовувати щілинорізи ЩН-4, ЩН-2-140 та ін.

Для більшого нагромадження вологи й високого ґрунтозахисного ефекту, щілювання проводять до або після сівби сільськогосподарських культур. Сівбу проводять уперек схилу з таким розрахунком, щоб рядки обов'язково перетиналися із щілинами під мінімально можливим кутом. За такої технології щілювання і сівби вода, що нагромаджуються у міжряддях, буде гарантовано перехоплюватися щілинами.

Навесні найбільше піддаються ерозії поля після оранки. Виораний зяб швидше висихає за грудочкувато-брилистого і довше – за дрібногрудочкуватого стану, коли його поверхня вкрита післяжнивними рослинними рештками. В першому випадку переважає конвекційно-дифузний механізм втрати вологи, а в другому – капілярний. Останній особливо сильний на фоні нульового обробітку ґрунту, де без закриття вологи вода по капілярах рухається до поверхні й випаровується до вологості розриву капілярів, коли припиняється надходження вологи знизу.

Зменшення втрати за капілярного механізму руху вологи можна розпушуванням верхнього шару ґрунту, а за конвекційно-дифузного – його ущільненням або вичісуванням післяжнивних решток з обробленого шару на поверхню. Встановлено, що чим більший шар мульчі, тим менше випаровування і краще зберігається волога в нижніх шарах ґрунту.

Кращих протиерозійних результатів досягають, коли поверхня поля на 60–80 % покрита післяжнивними рештками, а мульчувальний шар ґрунту складається з грудочок розміром 1–10 мм. При цьому втрати вологи будуть на 20–25 % менші, ніж за відсутності післяжнивних решток.

Просапні культури, за біологічними особливостями, менш стійкі проти руйнівної дії зливових дощів, особливо у першій половині вегетації, та більше потребують проведення протиерозійних заходів. Тому нарізання щілин у ґрунті здійснюють під попередник просапних культур. Після збирання попередника восени і на весні, перед сівбою просапних культур, щілини відновлюють, що дає змогу посилити водопроникність ґрунту.

### **3.8.6. Система обробітку ґрунту в умовах зрошення**

Обробіток ґрунту на зрошуваних землях має свої особливості, які полягають у виконанні спеціальних заходів з його підготовки до поливу та післяполивного розпушування. Одним з основних завдань механічного обробітку є управління

водопроникністю та аерацією ґрунту, оскільки під час зрошення він ущільнюється, а на його поверхні утворюється кірка. Це утруднює проникнення води, повітря, кореневої системи рослин тощо.

Обробіток ґрунту – ефективний захід активізації його мікробіологічної діяльності та покращення поживного режиму. Тому, в умовах зрошення за допомогою відповідних заходів обробітку ґрунту управляють агрофізичними, агрохімічними та біологічними показниками.

Взаємодія обробітку ґрунту й зрошення сприяє ефективному захисту посівів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб, значно змінюючи їхній склад та розвиток.

Зрошення – одна з головних умов інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, тому правильний обробіток ґрунту повністю сприяє цьому процесу. Проте, багаторазові поливи, особливо легких ґрунтів за механічним складом, спричиняють втрату найбільш рухомих форм азоту (нітратів) через вимивання їх за межі кореневмісного шару. За такого поливу підвищується забур'яненість сільськогосподарських посівів, помітно змінюється видовий склад бур'янів.

Інтенсивні поливи руйнують структуру ґрунту, він розпилюється, що веде до утворення щільної кірки. Зрошувані ґрунти ущільнюються швидше й більше, заростають бур'янами і їх потрібно обробляти частіше й глибше.

Зяблевий обробіток ґрунту на зрошуваних землях після зернових колосових культур проводять із застосування різноглибинних лущень, основний обробіток доцільно проводити в кінці вересня – на початку жовтня. Глибину й спосіб основного зяблевого обробітку ґрунту визначають з урахуванням рівня культури землеробства, біологічних особливостей і чергування культур у сівозміні. Під кукурудзу на зерно та соняшник доцільно проводити безполицевий обробіток на 25–27 см, а під буряки цукрові та картоплю – оранку на 27–30 см. Після просапних культур під ярі колосові достатньо мілкого обробітку на глибину 12–14 см, а зернобобові (горох, соя) – 18–20 см.

Дослідження і виробнича практика свідчать, що в умовах високих літніх температур і низької відносної вологості повітря недоцільно застосовувати ранню оранку в системі зяблевого обробітку. Такий обробіток не забезпечує якісного кришення ґрунту і спричиняє втрату вологи. На таких полях виникає потреба в додаткових осінніх, а часто і весняних обробітках (боронування, культивування, шлейфування) з метою ліквідації брил.

З метою усунення ущільненості ґрунту щорічно слід змінювати глибину і спосіб зяблевого обробітку в сівозміні, обробіток має бути комбінований за способом і диференційованим за глибиною.

Найбільш раціональним способом обробітку пласта багаторічних трав під посів рису – найурожайнішої зерно-круп'яної культури на зрошуваних землях країни – є весняний поверхневий обробіток безполицевими (глибокорозпушувачі, чизелі тощо) знаряддями або дисковими боронами у два сліди.

До системи передпосівного обробітку ґрунту належать: вирівнювання поверхні поля для проведення поливів, розпушування ґрунту для активізації

біологічних процесів, нагромадження доступних поживних речовин, боротьба з бур'янами і підготовка ґрунту до сівби. Кінцева мета такої обробки – створення сприятливих умов для якісної сівби, загортання насіння на оптимальну глибину, забезпечення дружніх і повних сходів та їх розвиток. Навесні, щоб уникнути висихання верхніх шарів ґрунту, на зрошуваних землях не слід запізнюватися із закриттям вологи. Встановлено, що навесні в суху вітряну погоду з одного гектара незаборонованого зябу за добу випаровується (втрачається) до 100–120 м<sup>3</sup> води. Після боронування під ярі ранні культури проводять одну передпосівну культивуацію, а під пізні – дві, глибину яких встановлюють з урахуванням глибини і способу зяблевої обробки, типу ґрунту, його щільності, глибини загортання насіння та способу поливу.

На легких та середніх за гранулометричним складом ґрунтах під культури ранньої сівби проводять культивуацію на глибину 6–8 см з одночасним боронуванням або коткуванням. За умов вирівняного поля з осені під буряки цукрові й кормові кращі результати одержують за передпосівної обробки на глибину загортання насіння. У посушливу погоду можливе коткування ґрунту після культивуації з боронуванням. На даних ґрунтах під культури пізнього строку сівби спочатку проводять чизелювання на глибину 12–14 см або культивуацію на 10–12 см з коткуванням кільчасто-шпоровими котками, а потім передпосівний обробіток на глибину загортання насіння.

На чорноземах південних та інших землях, що запливають, під час підготовки ґрунту під просапні культури (кукурудза, соняшник, соя тощо) кращі результати одержують за весняного розпушування чизель-культиваторами на глибину 14–16 см з коткуванням і передпосівною культивуацією на 8–10 см.

Післяпосівний обробіток ґрунту на зрошуваних землях проводять для захисту посівів від бур'янів і руйнування ґрунтової кірки, підтримання оптимальної будови оброблюваного шару ґрунту, поліпшення його водного, повітряного та поживного режимів. Для підготовки ґрунту до наступного поливу проводять нарізування борозен, борозен-щілин, щілювання міжрядь. Ґрунтову кірку яка утворилася до з'явлення сходів культурних рослин, руйнують боронуванням зубовими боролами (швидкість руху 6–7 км/год, глибина руху зуба борони має бути на 1–2 см вище проростків культурних рослин). У період близько до з'явлення сходів (2–3 дні) запроваджують ротаційні робочі органи, які найменше травмують пророслі рослини. Після з'явлення сходів культурних рослин для знищення другої й послідовних хвиль бур'янів та ґрунтової кірки проводять кілька (2–3) боронувань зубовими боролами. Ці боронування слід проводити у поперек напрямку рядків при з'явленні у кукурудзи 2–3 та 4–5 листків, у соняшника – у фазі 2–3 пар справжніх листків. Ґрунт у міжряддях всіх просапних культур розпушують після кожного поливу за досягнення ґрунтом фізичної стиглості. На зрошуваних землях міжряддя посівів просапних культур обробляють на більшу глибину, ніж на неполивних. При цьому глибину розпушувань слід змінювати за періодами розвитку культурних рослин та вологості ґрунту.

Обробіток ґрунту на зрошуваних землях під озимі культури залежить від особливостей попередника. З усіх попередників, під озимі культури, особливе

місце займає люцерна, яка відіграє значну роль у поліпшенні структури ґрунту і збільшенні його водотривкості, нагромадженні органічної речовини в оброблюваному шарі. Характерна особливість люцерни полягає у високій її життєвості, здатності до відростання. Після певного періоду використання травостою люцерни (від одного до 3–4 років) і після другого укусу в рік використання, як попередника під озимі культури, необхідно в день збирання травостою провести обробіток ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см з наступною оранкою на 25–27 см. При настанні оптимальних строків сівби проводять щілювання на глибину 30–35 см та передпосівний обробіток ґрунтообробними агрегатами на глибину заробки насіння (5–6 см).

Після зернобобових культур (горох, соя, чина, сочевиця, люпин тощо) найефективніший обробіток ґрунту важкими дисковими знаряддями у два сліди на глибину 8–10 см з наступним щілюванням на глибину 30–35 см. Передпосівний обробіток ґрунту доцільно проводити комбінованими агрегатами на глибину заробки насіння перпендикулярно нарізаним щілинам.

На ґрунтах з високою щільністю (об'ємною масою більше  $1,3 \text{ г/см}^3$ ) оброблюваного шару кращим способом обробітку під озимі, при ранньому збиранні попередника, є оранка. Вона забезпечує якісне загортання добрив, післяжнивних решток, краще вбирає поливну воду, зменшує кількість бур'янів, шкідників, збудників хвороб, а також активізує мікробіологічні процеси в глибших шарах ґрунту. Проте, на полях з низькою вологістю (пересохлих) і переущільнених ґрунтах під час оранки утворюються брили, що утруднює подальший його обробіток. Тому необхідно провести полив у нормі 350–400 м<sup>3</sup>/га, а потім оранку.

Після просапних, які пізно збирають (соя, кукурудза на силос, соняшник тощо), під озимі зернові проводять поверхневий обробіток ґрунту. Спочатку обробляють важкими дисковими знаряддями у двох напрямках на глибину 8–10 і 10–12 см, а потім комбінованими агрегатами типу «Європак».

Після кукурудзи на зелений корм, зернобобових, картоплі, ранніх овочевих, ріпаку та інших культур для обробітку ґрунту застосовують комбіновані агрегати, які за один прохід забезпечують якісну підготовку ґрунту до сівби озимих.

На схилових землях для запобігання процесів ерозії під озимі зернові застосовують безполицевий обробіток на глибину 20–22 см в поєднанні з щілюванням до 40 см. Такі обробітки проводять упоперек схилу.

З метою збереження вологи у верхньому шарі ґрунту на час сівби озимих проводять своєчасний і якісний обробіток поля після вологонакопичувального поливу. Як правило, при настанні фізичної стиглості ґрунту проводять боронування середніми, а на важких ґрунтах важкими, зубовими боронами перпендикулярно оранці з наступним передпосівним обробітком комбінованими агрегатами.

### 3.8.7. Система обробітку осушуваних земель

Площа осушених ґрунтів в Україні складає близько 3,0 млн. га. Хоча продуктивність осушених земель в Україні постійно підвищується, темпи її росту залишаються невисокими.

Особливістю осушених земель України є різко виражена строкатість ґрунтового вкриття, істотні відмінності в умовах залягання підґрунтових вод, зволоження тощо. Виходячи з цього до осушених земель має бути суворо диференційований підхід у виробленні заходів систематичного управління їх родючістю.

Досвід багатьох господарств України показав, що на торф'яних землях при раціональному застосуванні калійно-фосфорних і мідних добрив одержують близько 10–12 т/га сіна багаторічних трав, 40–45 зеленої маси однорічних трав, 30–35 бульб картоплі, 100–110 коренеплодів кормових буряків, 5–6 т/га зерна колосових культур. У той же час торф'яні ґрунти в післяосушувальний період зазнають посиленого впливу навколишнього середовища й агротехнічних заходів, наслідки яких мають суперечливий характер. З одного боку, вони забезпечують прогресивну еволюцію генетико-морфологічної структури ґрунту, а з другого – руйнують її, посилюють процеси деструкції органічної речовини та непродуктивного розсіювання її продуктів в навколишнє середовище.

Інтенсивність мінералізації органічної речовини на осушених торфоболотних ґрунтах залежить від норм осушення торфу і вирощуваних сільськогосподарських культур. Встановлено, що найбільш інтенсивна мінералізація торфу відбувається під просапними культурами, а найменш інтенсивна – під багаторічними травами, причому зі збільшенням терміну використання трав мінералізація майже повністю припиняється. Це стало теоретичною основою введення на торфоболотних ґрунтах сівозмін з науково-обґрунтованою структурою посівних площ та набором вирощуваних польових культур.

У польовому періоді сівозміни, в наслідок інтенсивного механічного обробітку ґрунту, торф інтенсивно мінералізується, утворюється значна кількість легкодоступного рослинам азоту, іноді значно більше ніж того потрібно рослинам. Під багаторічними травами мінералізація поступово зменшується, тому для одержання високого врожаю трав на 3–4-й рік їх використання необхідно вносити азотні добрива. Результатами досліджень встановлено, що в польових сівозмінах на торфоболотних ґрунтах щорічно мінералізується від 7 до 13 т/га органічної маси, а під багаторічними травами від 3,0 до 3,5 т/га. Отже сімба багаторічних трав дає можливість продовжити термін використання цих ґрунтів.

Ґрунти з незначним шаром торфу (менше 1 м) та осушені торфоболотні ґрунти з глибоким шаром торфу (1 м і більше) варто використовувати під багаторічні трави і культурні пасовища. Частка трав на вказаних ґрунтах повинна становити не менше 70–80 % посівної площі.

Осушені торфоболотні ґрунти з глибоким шаром торфу доцільно використовувати не тільки під багаторічні трави і культурні пасовища, а й під

картоплю, овочеві культури, кормові коренеплоди, зернові колосові та інші сільськогосподарські культури.

Надзвичайна роль у трансформації органічної речовини й управлінні ефективною родючістю осушених ґрунтів належить технічно досконалій, надійній і автоматизованій меліоративній системі двостороннього водорегулювання. Нині переважна більшість існуючих меліоративних систем країни не забезпечує оптимального рівня водно-повітряного режиму в кореневмісному шарі ґрунту, особливо в екстремальних за погодними умовами роки.

В основу вибору способів двостороннього водорегулювання покладені водно-фізичні властивості й морфологія ґрунтів, а також способи й глибина обробітку торфоболотних ґрунтів. На осушених торфоболотних ґрунтах, залежно від біології та технології вирощування сільськогосподарських культур, запроваджують всі заходи обробітку ґрунту які рекомендовані в землеробстві. В умовах надмірного зволоження ці заходи посилюють водопроникність, послаблюють поверхневий стік води та водну ерозію, зменшують вміст вологи в оброблюваному шарі, поліпшують його водний, повітряний, тепловий та поживний режими. Встановлено, що правильно застосований механічний обробіток ґрунту в перезволоженні роки на таких ґрунтах має більший вплив на приріст врожаю, аніж внесення добрив. В умовах помірного та недостатнього зволоження цей обробіток сприяє нагромадженню вологи в ґрунті, поліпшенню його поживного режиму. Безполицеві обробітки сприяють збереженню родючості ґрунту, залишена на поверхні ґрунту побічна продукція рослинництва послаблює вітрову ерозію.

Обробіток осушених земель у сівозміні має сприяти збільшенню глибини оброблюваного шару ґрунту, нагромадженню вологи і поживних речовин, знищенню бур'янів, шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських культур. Цього досягають комбінованим обробітком за способом і диференційованим за глибиною. У системі зяблевого основного обробітку ґрунту на осушених мінеральних ґрунтах особливого значення набуває поглиблення і окультурення оброблюваного шару. Глибокий оструктурений оброблюваний шар має вирішальне значення у створенні оптимальної будови складення та створення оптимального водного, поживного та повітряного режимів.

На недостатньо окультурених ґрунтах з неглибоким оброблюваним шаром перевагу слід віддавати безполицевому обробітку. Переваги такого обробітку полягають у поглибленні оброблюваного шару без інтенсивного змішування родючого шару з низькородючим.

На ґрунтах з глибоким, понад 30 см, гумусовим горизонтом прискорене окультурення досягається шляхом прямої плантажної оранки. Проте, для ефективного окультурення оброблюваного шару ґрунту за всіх способів обробітку необхідно вносити підвищені норми органічних і мінеральних добрив (на запланований урожай), а на кислих ґрунтах – ще й вапно.

Періодичність поглиблення оброблюваного шару залежить від окультурення ґрунту й кількості полів у сівозміні. У сівозмінах з короткою

ротацією (3–5 полів) рекомендується поглиблювати оброблюваний шар один раз за ротацію. На землях з низькою природною родючістю, слабо окультурених, а також з тривалою ротацією (більше п'яти полів у сівоzmіні) поглиблення або глибоке розпушення потрібно проводити не менше двох разів за ротацію. Найкраще поглиблювати оброблюваний шар у полі просапних культур під кукурудзу або картоплю, чи буряки цукрові та кормові тощо.

Після зернових колосових та зернобобових попередників обов'язковим є лушення стерні. Його проводять в день збирання попередника, у найстисліші строки. На сильно засмічених полях, особливо багаторічними кореневищними та коренепаростковими бур'янами, лушення слід проводити після масового з'явлення сходів бур'янів. Глибина лушення 5–6, а повторного – 8–10–12 см.

Основний зяблевий обробіток проводять у кінці серпня-вересні, а при повторних лушеннях – у кінці вересня-жовтні. Після просапних культур основний обробіток (полицевий або безполицевий) проводять відразу за збиранням урожаю. Глибина основного обробітку визначається біологічними особливостями вирощуваних культур у сівоzmіні. На ґрунтах з глибоким гумусовим горизонтом під зернові, зернобобові та льон основний обробіток проводять на глибину 20–22 см, під картоплю, кукурудзу, соняшник, коренеплоди – на 25–27 см.

На ґрунтах, де гумусовий горизонт сягає товщиною до 20 см, під зернові та зернобобові культури основний обробіток проводять на глибину цього шару, а під просапні – до 25 см з обов'язковим внесенням органічних та мінеральних добрив, при потребі й хімічних меліорантів.

Щорічна або періодична оранка на осушених мінеральних ґрунтах потрібна для обробітку важких за гранулометричним складом оглеєних та перезволожених ґрунтів. Необхідність такої оранки зумовлюється глибоким заляганням щільного водонепроникного шару, який затримує воду опадів, призводить до вимокання посівів, нагромадження в оброблюваному шарі великої кількості шкідливих для рослин сполук, особливо солей алюмінію та закисного заліза. Ці сполуки підвищують кислотність, яка перешкоджає росту й розвитку культур. Тому, на відносно рівних ділянках оранку поєднують з ґрунтопоглибленням, глибоким розпушенням, борознуванням, грядкуванням (під овочі), а на великих схилах (2–5°) – з гребенуванням, щілюванням, профілюванням тощо.

На ґрунтах важкого гранулометричного складу, які схильні до запливання, під ярі культури восени проводять культивуацію, а частіше щілювання до 30 см, а навесні – оранку. На важких ґрунтах під картоплю, коренеплоди, соняшник та інші просапні культури навесні зяб переорюють плугами з передплужниками на дві третини глибини зяблевої оранки або плугами без полиць на повну глибину.

Під озимі, які висівають в сівоzmіні після зернобобових (горох, соя, чина, нут тощо), однорічних трав або кукурудзи на силос чи зелений корм, до обробітку ґрунту слід підходити диференційовано, з урахування забур'яненості полів, запасів вологи в ґрунті, погодних умов. Підготовка ґрунту складається із лушення стерні (при потребі) та оранки на глибину 18–20 см (після зернобобових та однорічних трав) та 20–22 см (після кукурудзи на зелений корм та силос)

відразу за збирання попередника, але не раніше ніж за 25–30 днів до сівби озимих.

У посушливі роки після зернобобових, однорічних трав та кукурудзи на зелений корм і силос оранку слід замінювати мілким обробітком на глибину 8–10 см або 10–12 см дисковими, лемішними або безполицевими знаряддями.

Після багаторічних трав висівають озимі або ярі культури. Для цього відразу після збирання трав поле орють на глибину 25–27 см за 30–45 днів до сівби. Система обробітку включає такі заходи: дискування в день збирання попередника на глибину 6–8 см, оранку плугом з передплужниками на необхідну глибину з одночасним коткуванням. Розробку пласта багаторічних трав здійснюють дисковими знаряддями. Перед сівбою проводять передпосівну культивуацію комбінованими агрегатами типу РВК-3,6; «Європак» та ін. на глибину заробки насіння.

Після непарових попередників (рання картопля, люпин на зелений корм, кукурудза на силос, ріпак, соя, соняшник) застосовують мілкий обробіток дисковими знаряддями на 8–10 см у два-три сліди і після передпосівного обробітку комбінованими агрегатами сіють озимі.

На важких за механічним складом ґрунтах і надлишковою вологістю для відведення зайвої води застосовують додаткові заходи з обробітку ґрунту – кротування, глибоке меліоративне розпушування, борознування, грядкування, профілювання, вузькозагінну оранку тощо.

Кротування та щільювання доцільно проводити тільки на глинистих, важко- і середньосуглинкових ґрунтах, де на глибині кротування (30–40 см) вміст мулуватих часток перевищує 30–35 %. Термін дії кротування обмежується двома роками. Кротування можна застосовувати як самостійний захід або разом з оранкою. Кротування ґрунту проводять, як правило, на 20 см глибше оброблюваного шару. Кротування одночасно з оранкою проводять на глибину 40–50 см, а при самостійному його проведенні – 50–60 см. Відстань між кротовинами має бути 0,5–2,0 м, діаметр кротовин 50–200 мм.

Глибоке меліоративне розпушування дренажних земель значно поліпшує їх фізичні властивості, приводить до створення глибокого і структурного водопроникного шару, сприяє зменшенню надмірної кількості вологи в верхньому шарі ґрунту, збереженню вологи в критичні періоди вегетації, особливо під час літніх посух, економному використанні ґрунтової вологи рослинами.

Способи глибокого розпушування, строки його виконання та періодичність залежить від типу ґрунту та його водно-фізичних і агрохімічних властивостей, а також стану меліоративної системи. Найсприятливішим строком проведення глибокого розпушування є літньо-осінній період. У цей час ґрунт має оптимальну вологість (60–80 % польової вологоємності), при якій досягається найвища якість виконання робіт, а поля сівозміни звільняються від озимих та ярих зернових культур.

При розпушуванні необхідно досягти якнайбільшої глибини обробітку. На землях осушених дренажем глибина розпушування обмежуються глибиною закладання дренажних труб, яка становить 80–100 см. Проте, частина труб,

прокладених у верхів'ях дрен або у видолинках, може залягати ближче до поверхні ґрунту, тому розпушування на глибину понад 60–70 см небезпечне, оскільки можна пошкодити дрени.

Найефективніше розпушування в поперек дрен. При цьому забезпечуються найкоротші шляхи відтоку зайвої води. Залежно від типу ґрунту розпушування має бути суцільним з відстанню 0,6 м на важких та 1,0–1,2 м на легких ґрунтах. На новоосвоєних слабо окультурених ґрунтах цей захід обробітку потрібно повторити через 2–3 роки. В міру окультурення дренажних ґрунтів його проводять через 4–5 років.

Значну виробничу групу осушених угідь становлять торфоболотні ґрунти. Властивості цих ґрунтів різноманітні. Вони мають невелику об'ємну масу (щільність) – 0,15–0,40 г/см<sup>3</sup> та високу вологоємність. З підвищенням ступеня мінералізації органічної речовини об'ємна маса ґрунту зростає, а вологоємність знижується. Інтенсивне зв'язування води торфоболотними ґрунтами є причиною високої недоступності її рослинами (понад 35–50 % повної вологоємності), а оптимальне живлення рослин відбувається за 56–75 % повної вологоємності ґрунту. Без рослинного покриву ці ґрунти піддаються вітровій та водній ерозії. Ці ознаки свідчать про необхідність обґрунтованого обробітку торфоболотних ґрунтів.

Переважає більшість площ торфоболотних ґрунтів має слабкий шар торфу – 0,1–0,5 м. У такому осушеному ґрунті без додаткового наземного зволоження важко створити стійкий водний режим. У посушливі періоди оброблюваний шар раптово пересихає, а під час тривалих дощів перезволожується, особливо тоді, коли торф підстиляється глеєм. Тому умови для розвитку рослин на ґрунтах із слабким шаром торфу несприятливі, а їх обробіток слід спрямовувати на збереження органічної речовини.

Розпочинають обробіток ґрунту з виконання комплексу підготовчих робіт: осушення, очистки ґрунту від чагарників, залишків дерев, каміння, купин тощо. Завданням первинного обробітку є по-новому організувати і спрямувати ґрунтотвірні процеси, мікробіологічний і поживний режими, поліпшити водно-фізичні властивості тощо.

Основними факторами, які визначають спосіб і глибину первинного обробітку, є ступінь осушення, товщина торфового або гумусового шару, ступінь розкладання торфу, товщина й щільність дернини, наявність трав'яної рослинності, та під яку сільськогосподарську культуру готують ґрунт. Первинний обробіток покращує аерацію ґрунту, що сприяє надходженню атмосферного повітря і зменшенню утворення закисних сполук заліза й алюмінію.

На основі цього, в перший рік освоєння торфоболотних ґрунтів, під усі просапні культури (картопля, кукурудза, коренеплідні тощо) доцільно проводити оранку на глибину 25–27 до 30 см. Вона розриває капілярний зв'язок оброблюваного шару з підорним, що значною мірою перешкоджає руху вологи по капілярах з підґрунтових вод. Під зернові, зернобобові, багаторічні трави тощо доцільно проводити первинний обробіток дисковими або фрезерними знаряддями на глибину до 10–12 см. Такий поверхневий або мілкий обробіток

сприяє інтенсивному доступу вологи по капілярах у верхній шар ґрунту і помірній мінералізації торфу.

На торфоболотних ґрунтах після багаторічних трав оранку краще проводити болотними плугами під просапні культури на глибину 25–27 до 30 см. Під зернові і зернобобові культури, з попередньою розробкою дернини дисковими або фрезерними знаряддями на глибину 8–10 до 14 см, проводять оранку на 20–22 см. Під решту культур сівозміни зяблевий обробіток доцільно проводити звичайними плугами на глибину 20–22 до 25 см з напівгвинтовими полицями, які добре обертають, задовільно кришать і розпушують ґрунт.

Передпосівний обробіток ґрунту під ярі ранні (овес, ячмінь, пшеницю яру, багаторічні трави тощо) розпочинають восени. Внаслідок ущільнення ґрунту зменшується аерація і послаблюється мінералізація органічної речовини в оброблюваному шарі. Нагромаджується менше нітратів, що зменшує наростання вегетативної маси і, як наслідок, культури менше вилягають та підвищують урожайність. Крім того передпосівний обробіток восени дає можливість проводити сівбу в ранні строки.

Під пізні ярі культури передпосівний обробіток ґрунту проводять весною. Рано на весні зяб обробляють зубовими бородами у два сліди. По мірі проростання бур'янів (через 7–10 днів) та заробки мінеральних добрив поле дискують на глибину 8–10 см.

У системі передпосівного обробітку торфоболотних ґрунтів особливу увагу приділяють коткуванню, оскільки в таких ґрунтах підвищується щільність (пористість), відбувається розрив капілярних зав'язків оброблюваного шару з підорним, посилюється мінералізація торфу. Після стерньових попередників і багаторічних трав передпосівне коткування проводять важкими котками. Цей захід особливо важливий на глибоко осушених торфових ґрунтах за посушливої погоди. На перезволожених ґрунтах під усі культури рілля розробляють навесні, а коткування, через погіршення аерації, не проводять.

### 3.8.8. Система обробітку ґрунту під післяукісні та післяжнивні культури

**Післяукісна культура** – це проміжна культура, яку вирощують у полі сівозміни в тому самому році після того, як основну культуру зібрано на зелений корм, силос чи сіно.

Післяукісні культури розміщують в польових, кормових та спеціальних сівозмінах після озимих зернових на зелений корм, сінаж чи сіно, вико-вівсяних, горохо-вівсяних, люпино-вівсяних сумішок, люпину, кукурудзи на зелений корм, багаторічних трав на один укіс тощо.

**Післяжнивна культура** – це проміжна культура, яку вирощують і збирають у полі сівозміни після вирощування основної культури у тому самому році.

Для успішного вирощування післяукісних та післяжнивних культур важливою умовою є своєчасність і якість збирання попередника. Ці культури вирощують у літній період. Лімітуючим фактором для вирощування післяукісних та післяжнивних культур є волога. Тому головною умовою є мінімальний інтервал часу між збирання попередника та сівбою післяукісних та

післяжнивних культур. Підготовку ґрунту слід проводити відразу після скошування попередника. Спосіб та глибина обробітку ґрунту залежать від попередника, вологості й типу ґрунту, а також погодних умов. Здебільшого під проміжні посіви ґрунт обробляють мілкіше, ніж під основні культури, запроваджуючи безполицеві знаряддя (дискові борони, глибокорозпушувачі, чизелі тощо).

За умов достатнього зволоження та внесення органічних добрив запроваджують оранку на глибину 18–20 см в агрегаті з боронами або кільчасто шпоровими котками. При цьому звертають увагу на вирівняність поверхні поля та створення дрібногрудочкуватого стану ґрунту. У посушливій зоні, коли денна температура повітря часто перевищує 30° С, всі роботи під післяукісні та післяжнивні культури бажано виконувати вночі. Це в кілька разів зменшує втрати вологи під час обробітку. Слід зазначити, що при підготовці ґрунту під післяукісні та післяжнивні культури обов'язковим є передпосівне його коткування.



**Рис. 3.28. Сівба післяжнивних культур сидеральною сівалкою Vento, агрегатованої на дискатор**

Автор фото: Павлов О. С.

Післяжнивний період набагато коротший післяукісного. Рослини в цей період менше забезпечені вологою, що утруднює вирощування післяжнивних посівів. За таких умов гостро стоїть питання раціонального використання кожного післяжнивного дня і збереження вологи після збирання врожаю основної культури. У зв'язку з цим обробіток ґрунту під такі посіви є найвідповідальнішим агротехнічним заходом, від якого залежить

продуктивність післяжнивних культур. Попередню культуру (частіше пшеницю озиму) збирають у першу чергу прямим комбайнуванням з метою повного звільнення поля протягом короткого періоду (впродовж дня).

Обробіток ґрунту під післяжнивні посіви проводять, як правило, важкими дисковими боронами на глибину 8–10 см. У вологі роки, коли під час збирання ґрунт надмірно ущільнюється, проводять дворазовий обробіток цими ж знаряддями з одночасним коткуванням і боронуванням. Період від збирання попередньої культури, проведення обробітку ґрунту і до закінчення сівби післяжнивної культури не повинен перевищувати півтори-дві доби. Затримка з виконанням технологічних процесів приводить до скорочення вегетаційного періоду післяжнивних культур, посиленої втрати вологи з верхнього шару ґрунту і в наслідок цього до зрідження посівів та різкого зниження врожайності. В зв'язку з цим важливе значення мають комбіновані агрегати з обробітку ґрунту та сівби культур.

Чудові результати показує сівба післяжнивних та післяукісних культур одночасно з проведенням обробітку ґрунту відразу після збирання основної культури за допомогою сидеральних сівалок, агрегованих на ґрунтообробне знаряддя. Це дозволяє суттєво скоротити кількість проходів техніки полем, зменшити фінансові витрати та прискорити появу сходів сидератів (рис 3.28).

### 3.8.9. Мінімізація механічного обробітку ґрунту

**Мінімальна система обробітку ґрунту** – це система, що забезпечує зменшення витрат енергії та часу через зменшення кількості та глибини обробітків і поєднання кількох операцій в одному робочому процесі.

Інтенсивне використання ґрунтів у аграрному секторі протягом тривалого часу, привело до суттєвого зниження їх родючості, втрати ними значної частини органічної речовини, агрофізичної деградації тощо. Зростання норм мінеральних добрив, зрошення, застосування інтенсивного обробітку ґрунту, хімічних засобів захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб тощо) лише на деякий час підвищує урожайність вирощуваних культур, але не зупиняє процес його подальшої деградації. Також встановлено, що широке використання механізації в землеробстві втратило своє значення і має суттєві недоліки. Адже в сучасній технології вирощування сільськогосподарських культур різні машини і знаряддя за вегетаційний період проходять поверхнею поля від п'яти до двадцяти разів. Під зерновими колосовими культурами сумарна площа слідів коліс тракторів, ґрунтообробних знарядь і транспортних засобів становить 100–200 %, а під просапними – 150–200 % площі поля. Тільки ходовими системами сільськогосподарських машин і знарядь ґрунт суцільно ущільнюється, за вегетаційний період від одного до двох разів і більше, від чого витрати на обробіток ґрунту зростають у 1,5–2,0 рази.

Питання мінімізації обробітку ґрунту не є новим у землеробстві. Цей впливовий агротехнічний, екологічний чинник тісно пов'язаний з економічним. Різке і невпинне зростання вартості сільськогосподарських машин, палива, мінеральних добрив, засобів захисту посівів від шкідливих організмів стимулює

працівників аграрного сектору до пошуку шляхів зниження їх вартості. У землеробстві найбільше палива витрачається на обробіток ґрунту. Глибока оранка – це перевертання 3,0 тис. і більше тонн ґрунту на кожному гектарі за витрати 20–25 л дизельного палива. Поряд з цим, глибока оранка не додає ґрунту додаткової енергії чи інших корисних речовин, вона посилює мінералізацію органічної речовини ґрунту.

За екологізації землеробства мінімізацію обробітку ґрунту слід розглядати як важливу умову збереження потенційної і підвищення ефективної родючості, а також захисту ґрунту від ерозії, покращення балансу органічної речовини, зменшення непродуктивних втрат вологи і поживних речовин. Мінімізація обробітку ґрунту забезпечує скорочення термінів виконання полевих робіт.

**У нашій країні запроваджуються такі основні напрямки мінімізації обробітку ґрунту:**

1. Зменшення кількості й глибини зяблевого, передпосівного та післяпосівного обробітків ґрунту в сівозміні за використання пестицидів у захисті посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб).

2. Заміна глибоких обробітків поверхневими і мілкими, особливо за підготовки ґрунту під озимі культури з використанням широкозахватних безполицевих знарядь, дискових борін, луцильників та комбінованих агрегатів, які забезпечують високоякісний обробіток за один прохід агрегату.

3. Поєднання кількох технологічних операцій і заходів у одному робочому процесі шляхом застосування комбінованих ґрунтообробних та посівних агрегатів.

4. Зменшення оброблюваної поверхні поля шляхом впровадження смугового передпосівного обробітку при вирощуванні просапних культур.

Мінімальний обробіток ґрунту, в першу чергу, слід запроваджувати на чорноземних, каштанових, сірих лісових та інших добре окультурених ґрунтах із сприятливими для рослин агрофізичними властивостями, а також на чистих від бур'янів полях або при систематичному використанні гербіцидів.

Найважливіші умови ефективного застосування мінімального обробітку ґрунту – висока технічна оснащеність господарства, високий рівень агротехнологій та чітка технологічна дисципліна на полях, широке використання ефективних засобів захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб), застосування добрив на заплановану врожайність.

Інтенсивний розвиток мінімізації обробітку ґрунту розпочався з розвитком ґрунтозахисних знарядь та ґрунтозахисного землеробства. За таких умов головна роль належить безполицевому способу обробітку з використанням глибкорозпушувачів, чизелів, парових та протиерозійних культиваторів, голчастих та дискових борін тощо. Всі ці знаряддя залишають на поверхні ґрунту побічну продукцію рослинництва (стерня, солома злакових культур, стебла кукурудзи, соняшника та ріпаку тощо) у вигляді мульчі, яка захищає його від втрати вологи, шкідливої дії водної та вітрової ерозії.

Останнім часом широко застосовують комбіновані агрегати, які здатні одночасно виконувати кілька технологічних операцій і заходів обробітку ґрунту: передпосівний обробіток ґрунту, внесення мінеральних добрив та гербіцидів, сівба сільськогосподарських культур, коткування тощо.

Теоретичною основою мінімізації обробітку ґрунту є нові положення сільськогосподарської науки про вплив товаровиробника (людини) і природних факторів на ґрунтові процеси, родючість ґрунту та вимоги культурних рослин до ґрунтового середовища. Дослідженнями встановлено, що інтенсивний обробіток ґрунту посилює мінералізацію органічної речовини ґрунту, прискорює втрати гумусу та поживних речовин, погіршує агрофізичні властивості ґрунту (особливо руйнацію структури ґрунту), збільшує загрозу ерозії.

Окремі сільськогосподарські культури неоднаково реагують на щільність будови оброблюваного шару ґрунту. Підвищену щільність кореневмісного шару ґрунту краще переносять зернові колосові культури (пшениця яра, жито, ячмінь тощо), гірше – просапні культури, особливо корене- та бульбоплоди.

Наукою встановлено, а практикою підтверджено, що під дією зовнішніх факторів, через певний час, розпилений ґрунт ущільнюється, а надмірно ущільнений – саморозпушується, тобто щільність ґрунту стає сталою, властивою лише даному ґрунту – рівноважною. Величина її залежить від гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому органічної речовини, основою якої є гумус, тощо. Для чорноземів, каштанових та сірих лісових ґрунтів рівноважна щільність в середньому становить 1,1–1,3 г/см<sup>3</sup>, суглинкових дерново-підзолистих – 1,35–1,4 г/см<sup>3</sup>, супіщаних і піщаних – 1,5–1,6 г/см<sup>3</sup>. Чим менша різниця між оптимальною і рівноважною щільністю (об'ємною масою) ґрунту, тим менш інтенсивний обробіток слід запроваджувати (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2. Рівноважна і оптимальна щільність складення ґрунту для польових культур, г/см<sup>3</sup> (за С. П. Танчиком)**

| Ґрунт               | Гранулометричний склад         | Рівноважна щільність | Оптимальна щільність ґрунту для польових культур |           |
|---------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------|-----------|
|                     |                                |                      | зернових                                         | просапних |
| Чорнозем            | Суглинковий і легкосуглинковий | 1,0–1,3              | 1,10–1,30                                        | 1,0–1,3   |
| Каштановий          | Суглинковий                    | 1,2–1,4              | 1,10–1,30                                        | 1,0–1,3   |
| Сірий лісовий       | Середньосуглинковий            | 1,25–1,35            | 1,15–1,3                                         | 1,0–1,2   |
| Дерново-підзолистий | Піщаний                        | 1,50–1,60            | 1,30–1,35                                        | 1,20–1,30 |
|                     | Супіщаний                      | 1,30–1,40            | 1,25–1,30                                        | 1,10–1,25 |
|                     | Суглинковий                    | 1,30–1,45            | 1,15–1,30                                        | 1,00–1,20 |
| Сірозем             | Суглинковий                    | 1,45–1,50            | 1,20–1,35                                        | 1,20–1,30 |

До таких ґрунтів належать чорноземи та каштанові ґрунти з добрими фізико-хімічними показниками, окультурені суглинкові ґрунти з вмістом понад 3,0 % гумусу і ґрунти легкого гранулометричного складу. Важкі за гранулометричним складом безструктурні ґрунти, рівноважна щільність яких перевищує оптимальну, слід обробляти частіше.

У теорії й практиці механічного обробітку велике значення має швидкість переходу ґрунту з наданого йому стану до рівноважного. Важливим показником є критична щільність будови складення ґрунту при якій складаються несприятливі умови для рослини. Саме вона є об'єктивним агрофізичним показником необхідності обробітку ґрунту, якщо не буде інших причин (надлишкова забур'яненість, наявність шкідників та хвороб тощо).

Мінімальний механічний обробіток ґрунту слід застосовувати на чорноземних, каштанових і сірих лісових добре окультурених ґрунтах із сприятливими для рослин агрофізичними показниками, а також на відносно чистих від бур'янів, шкідників та збудників хвороб полях. Це дасть змогу захистити ґрунт від ерозії, нагромадити вологу і підвищити його родючість.

Мінімізація обробітку ґрунту має важливе економічне і організаційно-господарське значення. Вона дає можливість зменшити енергетичні й трудові ресурси, рівномірно використовувати машино-тракторний парк протягом вегетаційного періоду, що сприяє здешевленню продукції землеробства.

### **Висновки**

1. Обробіток ґрунту – один з найбільш енергомістких і вартісних процесів у землеробстві на який припадає до 40 % трудових та фінансових затрат за вирощування сільськогосподарської культури.

2. Технологічні процеси, які відбуваються під час обробітку ґрунту повинні бути направлені в першу чергу на створення оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту.

3. Управління агрофізичними, біологічними та агрохімічними процесами, що відбуваються в ґрунті є одним з ключових завдань обробітку, що в подальшому має суттєвий вплив на водний, повітряний, тепловий та поживний режими ґрунту та урожайність вирощуваних культур.

4. Обробіток ґрунту має вагоме значення у захисті посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб).

5. Обробітком ґрунту створюються сприятливі умови для якісної сівби та посадки сільськогосподарських культур, а також, для проведення операцій з подальшого догляду за посівами й збирання врожаю.

6. Обробіток ґрунту в сучасних умовах має бути направленим на захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке механічний обробіток ґрунту?
2. У чому полягає значення та завдання обробітку ґрунту?
3. Які технологічні процеси можуть відбуватися під час обробітку ґрунту?
4. Що таке прийом (захід) механічного обробітку ґрунту та як заходи обробітку класифікуються за глибиною?
5. Що таке спосіб механічного обробітку ґрунту, класифікація способів обробітку ґрунту?

6. Оранка, як захід механічного обробітку ґрунту, значення та завдання.
7. Які існують переваги та недоліки оранки?
8. Чизельне розпушування ґрунту, як альтернатива оранці, його переваги та недоліки?
9. Луцення, як захід механічного обробітку ґрунту, значення та завдання.
10. Культивування, як захід механічного обробітку ґрунту, значення та завдання.
11. Боронування, як захід механічного обробітку ґрунту, значення та завдання.
12. Коткування, як захід механічного обробітку ґрунту, значення та завдання.
13. Заходи обробітку ґрунту спеціального призначення та за яких умов вони проводяться?
14. Що таке система обробітку ґрунту, класифікація систем обробітку ґрунту?
15. Система зяблевого основного обробітку ґрунту, її значення та завдання?
16. В яких умовах застосовується звичайний (класичний) механічний зяблевий обробіток ґрунту, його переваги та недоліки?
17. В яких умовах застосовується поліпшений механічний зяблевий обробіток ґрунту, його переваги та недоліки?
18. В яких умовах застосовується напівпаровий механічний зяблевий обробіток ґрунту, його переваги та недоліки?
19. Які особливості зяблевого обробітку ґрунту після просапних культур пізніх строків збирання?
20. Які особливості зяблевого обробітку ґрунту після багаторічних трав?
21. Які завдання передпосівного механічного обробітку ґрунту?
22. Яка роль ранньовесняного боронування (закриття вологи) ґрунту в системі передпосівного обробітку під ярі культури?
23. Передпосівна культивування ґрунту, основні вимоги до її проведення.
24. Які особливості обробітку ґрунту під озимі культури після парових попередників?
25. Які особливості обробітку ґрунту під озимі культури після непарових попередників?
26. Які завдання післяпосівного обробітку ґрунту (по догляду за посівами).
27. Яка небезпека ерозії ґрунту та причини її виникнення?
28. Система обробітку ґрунту в умовах водної ерозії.
29. Система обробітку ґрунту в умовах вітрової ерозії
30. Які напрямки мінімізації механічного обробітку ґрунту існують на сьогодні та з якою метою вони застосовуються?

## РОЗДІЛ 4

### БУР'ЯНИ ТА ЗАХОДИ ЗАХИСТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ВІД НИХ

*У результаті опрацювання цього розділу здобувач освіти:*

*Набуде цілісного уявлення про дикі чи напівдикі рослини, які ростуть у посівах сільськогосподарських культур і завдають великої шкоди землеробству.*

*Навчиться класифікувати дикоростучі рослини за біологічними, морфологічними та екологічними ознаками.*

*Оволодіє знаннями з основ розроблення інтегрованої системи захисту від бур'янів за різних систем землеробства.*

#### 4.1. Поняття про бур'яни та їх походження

**Бур'яни** – це дикі чи напівдикі рослини, що поза волею людини ростуть у посівах сільськогосподарських культур, знижують родючість ґрунту, урожайність та якість вирощеної продукції.

Культурні рослини, які засмічують посіви інших культур (жито озиме в пшениці озимій, ячмінь або овес у пшениці ярій, овес у ячмені тощо) називають засмічувачами. За місцем поширення всі бур'яни поділяють на сегетальні, які засмічують сільськогосподарські угіддя, та рудеральні, які поширені на смітниках, узбіччя доріг тощо. Окремо виділяють спеціалізовані бур'яни – це бур'яни, що засмічують посіви лише певної культури (жито озиме – стоколос житній, просо – просо куряче, льон – пажитниця льонова, овес – вівсюг звичайний тощо). Окремо виділяють групу карантинних видів – це злісні види бур'янів, які відсутні або мало поширені на певній території і введені до переліку карантинних об'єктів. Серед карантинних видів виділяють бур'яни внутрішнього карантину і бур'яни зовнішнього карантину.

**Бур'яни внутрішнього карантину** – це злісні види, які включені до переліку карантинних бур'янів, що поширені лише в окремих регіонах країни або обмеженій кількості на всій території країни.

Внутрішній карантин – це система державних заходів спрямованих на попередження проникнення будь-яких карантинних шкідливих організмів у вільній від них території даної країни, вчасне їх виявлення, локалізація й ліквідація.

**Бур'яни зовнішнього карантину** – це злісні види, які включені до переліку карантинних бур'янів, що відсутні на території країни.

Зовнішній карантин – це система державних заходів спрямованих на попередження ввозу з імпортом і вивозом з експортом карантинних матеріалів, об'єктів та інших небезпечних шкідливих організмів рослин.

У сучасні науці й практиці відомо близько 500 тис. видів вищих рослин, що зростають у різних частинах планети. Серед цього різноманіття видів майже 20 тис. використовується для вирощування в культурі і близько 30 тис. становлять бур'яни.

В Україні зареєстровано близько 4 тис. квіткових рослин, серед них виділяють понад 200 культурних видів, а до бур'янів відносять 500–750 видів.

## 4.2. Шкода від бур'янів

На підставі багаторічних спостережень за станом фактичної забур'яненості полів України встановлено, що чистих полів від бур'янів не має. Близько 10 % обстежених площ мають незначну кількісну забур'яненість (10 шт./м<sup>2</sup> і менше), 50 – середню (10–50 шт./м<sup>2</sup>) і 40 % оброблюваних земель – високу забур'яненість (більше 50 шт./м<sup>2</sup>). На більшості полів потенційна забур'яненість оброблюваних земель становить в межах 100–500 млн шт./га, близько 15 % цих земель має насіннєву забур'яненість 1–2 млрд. шт./га і більше.

**Шкодою** від бур'янів називають негативний вплив окремого виду чи цілого бур'янового угруповання.

**Шкодочинністю** бур'янів називають зниження урожайності сільськогосподарських культур або погіршення її якості, обумовлені постійною присутністю впродовж вегетаційного періоду в посівах одиниці забур'яненості.

В Україні зниження валових зборів сільськогосподарських культур, в наслідок забур'яненості становить 25–30 %, в окремих випадках перевищує 50 %, а на сильно забур'янених полях урожай може бути зведений нанівець. Спостереження та розрахунки свідчать, що зниження врожаю зерна пшениці, жита і ячменю озимих сягають 45–50 %, буряків цукрових, зерна кукурудзи, насіння сояшника – 50–70 %. Це свідчить, що втрати від бур'янів у землеробстві України на всій оброблюваній площі сягають мільйонів тонн. Поряд з цим знижується і якість продукції рослинництва: вміст протеїну в зерні знижується на 1,0–2,3 %, жиру в насінні сояшника на 1,5–3,0 %. Наявність насіння бур'янів у зерні пшениці озимої (куколю, пажитниці, гірчака тощо) робить борошно непридатним для випічки хлібобулочних виробів.

Шкодочинність бур'янів у посівах культурних рослин є результатом гострої конкуренції бур'янів з культурою за основні фактори життя рослин – світло, тепло, вологу та поживні речовини. Бур'яни поширюють хвороби й сприяють розмноженню шкідників культурних рослин.

## 4.3. Біологічні властивості бур'янів

Протягом тривалої еволюції бур'яни набули ряду властивостей, які сприяють їх виживанню в агроценозах. Найголовніші з них – велика плодючість, тривала життєздатність насіння в ґрунті, виживання насіння і сходів у несприятливих умовах, здатність до вегетативного розмноження, розтягнуте проростання насіння в поєднанні з тривалим періодом його спокою.

*Плодючість бур'янів* – близько 30 % видів бур'янів утворюють в середньому 250–750 насінин з екземпляра, 40 % видів утворюють 2,5–7,5 тис. насінин, 25 – 25,0–100,0 тис. насінин і 5 % видів утворюють понад 500,0 тис. насінин.

Велика плодючість бур'янів гарантує тривале існування їх видів у природі, не залежно від кліматичних та погодних умов. Цій же меті відповідають життєздатність і довговічність насіння бур'янів.

*Життєздатність* – це вміст у його зразку живих насінин, а *довговічність насіння бур'янів* – це тривалість збереження життєздатності насіння у природних умовах.

Встановлено, що на материнській рослині не все насіння є життєздатним, значна частина його є абортивними, без зародка, що є наслідком дефіциту вологи, або поживних речовин, або пізніх строків дозрівання. Частка абортивних насінин може становити до 40 %. Особливо часто утворення беззародкових насінин спостерігається в холодну погоду, коли при репродукційному процесі пилок (спермій) відмирає і яйцеклітина залишається не заплідненою.

У практичній гербології важливе значення має довговічність насіння, тобто збереження життєздатності насіння бур'янів. Так, протягом місяця перебування насіння бур'янів у силосі, як правило, воно втрачає життєздатність. Також знищується життєздатність насіння бур'янів при якісному і дрібному подрібненні (помелі) фуражного зерна, запарюванні корму киплячою водою не менше 1 хвилини. Насіння бур'янів втрачає свою життєздатність при роботі вогневого культиватора, коли температура рослини і насіння підвищується до +110° С.

Встановлено, що частина насіння бур'янів після проходження через травну систему тварин зберігає життєздатність і цим відбувається засмічення органічних добрив. В органічних добривах насіння бур'янів втрачає життєздатність на 90 % протягом 6 місяців, але та частина, яка її зберігає, має високу схожість – до 90 %.

Головні чинники, що визначають долю насіння бур'янів у ґрунті – це наявність вологи, повітря, температура середовища, мікроорганізми. При оптимальних параметрах вказаних факторів життя насіння бур'янів найкраще зберігає свою життєздатність.

*Польова схожість насіння бур'янів та виживання їх сходів у агроценозах.*

Модель якісного складу фізично повноцінного насіння бур'янів у ґрунті включає близько 20 % схожого, 40 % у стані спокою та 40% мертвого насіння. Звідси, довговічність насіння бур'янів у ґрунті обумовлюється тією частиною, що перебуває у стані спокою.

Спокій насіння – це стан життєздатності, при якому насіння не проростає у звичайних умовах, проростає уповільнено або у спеціальних умовах. Відомі три типи спокою насіння бур'янів:

1. Органічний, природний (первинний) спокій – це водо- та повітронепроникність насіннєвих оболонок викликане твердими речовинами та наявністю в насіннєвих оболонках інгібіторів (екзогенний вид спокою), або недорозвиненістю зародка (ендогенний вид спокою).

2. Індукований (вторинний) спокій – це насіння, що вийшло з природного спокою, потрапляє у стресові умови (високі або низькі температури тощо).

3. Вимушений спокій – це насіння, що перебуває в умовах, які не забезпечують нормальне проростання (волога, тепло, повітря). Тривалий вимушений спокій може перетворитися в органічний.

У ґрунті насіння бур'янів зустрічається в усіх типах спокою та їх поєднання у певних співвідношеннях, що визначається тривалістю його перебування в цьому середовищі. В перші роки перебування насіння в ґрунті переважає

природний і вимушений спокій, а під кінець довговічності – природний і вторинний спокій.

Вихід зі стану органічного та вторинного спокою відбувається під впливом процесу стратифікації за умов понижених температур, хорошої аерації та зволоження. Ці умови створюються в зимовий період, впродовж якого насіння бур'янів у ґрунті виходить зі стану спокою і набуває здатності до проростання. Якщо ж після стратифікації насіння ґрунт пересохне, спокій може зберегтися, чим пояснюється накопичення життєздатного насіння бур'янів у верхніх шарах ґрунту. Також встановлено, що за високої вологості при низьких температурах відбувається відмирання насіння, яке закінчило стратифікацію. Цим пояснюється істотне зменшення потенційної засміченості оброблюваних земель протягом зимового періоду.

За тривалістю періоду спокою всі види бур'янів поділяють на три групи:

1. Бур'яни, що не мають спокою – це, головним чином, ефемери, зимуючі, дворічні та багаторічні види (блекота чорна, волошка синя, гірчиця польова, буркун жовтий, портулак городній, пирій повзучий, берізка польова, осот польовий, вівсюг, редька дика тощо).

2. Бур'яни, що мають короткий період спокою (менше 6 місяців) – це, головним чином, ранні й деякі пізні ярі види (гірчак березковидний, амброзія полинолиста, кучерявець Софії, мишій сизий, щиріця біла, плоскуха, лобода біла, щиріця звичайна тощо).

3. Бур'яни, що мають тривалий період спокою (більше 6 місяців) – це, головним чином, пізні ярі (паслін колючий, паслін чорний, рутка лікарська, спориш тощо).

У процесі взаємодії природних біологічних властивостей насіння бур'янів з екологічними умовами ґрунту відбуваються постійні зміни його якісного складу. Внаслідок цього утворюється характерний для конкретних умов запас насіння, а також вегетативних зачатків бур'янів у ґрунті, який має назву потенційної засміченості оброблюваних земель. У практичному землеробстві важливо знати величину й видовий склад цього запасу та його зміни в часі. Дослідниками і виробничниками встановлена значна потенційна здатність оброблюваних земель в сучасному землеробстві України. Залежно від культури господарювання вона становить від 100 до 500 і більше млн. шт./га фізично повноцінного насіння бур'янів у оброблюваному шарі. Доведено, що посіви на полях з потенційною засміченістю оброблюваного шару близько 10 млн. шт./га фізично повноцінного насіння можна захистити від бур'янів сучасними агротехнічними заходами, без застосування гербіцидів.

У зв'язку з цим для оцінки ступеня потенційної засміченості полів доцільно користуватися шкалою, за якою до полів з незначною засміченістю відносять поля в оброблюваному шарі яких виявлено до 10 млн. шт./га фізично повноцінного насіння бур'янів, середньою – 10–50 млн. шт./га і сильною – понад 50 млн. шт./га. Річний баланс насіння бур'янів у ґрунті залежить від протибур'янової ефективності сучасних систем землеробства та їх складових частин.

Велике значення має структура статей надходження і витрат насіння бур'янів у ґрунті. Встановлено, що близько 75 % насіння бур'янів надходить з

рослин, які ростуть і досягають репродуктивної фази розвитку. 25 % насіння бур'янів потрапляє в ґрунт з органічними добривами, заноситься вітром (анемохорія), водою (гідрохорія), з посівним матеріалом, тваринами (зоохорія) тощо. Для поширення на значні відстані бур'яни набули в ході еволюції різних морфологічних пристосувань. Так, анемохорні рослини мають високу парусність насіння – опушеність, форму плодів, побічні вирости, біологічну форму «перекотиполе» тощо.

Насіння гідрохорних бур'янів, маючи питому масу меншу від питомої маси води, легко поширюється з потоками води під час атмосферних опадів чи зрошенні.

Витратна частина річного балансу насіння бур'янів у оброблюваному шарі ґрунту включає відмирання його в зимовий (60 %) і літній (8 %) періоди, загибель проростків, що не утворили сходів (25 %), витрачання на утворення сходів (7 %).

Зрозуміло, що за різних умов виробництва річний баланс насіння бур'янів у ґрунті буде різний. Проте, такі дані є корисними за вироблення системи заходів спрямованих на зменшення потенційної засміченості оброблюваних земель.

Друга частина життєздатного насіння бур'янів у ґрунті відноситься до схожого. У практичному землеробстві необхідно завбачити екологічні умови, за яких насіння бур'янів проростає, а також знати величину польової схожості насіння бур'янів.

Насіння бур'янів проростає у ґрунті нерівномірно, навіть за сприятливих умов. Це пояснюється явищем спокою, а також строкатістю якісного складу схожого насіння. Встановлено, що в перший рік утворення насіння однорічних бур'янів проростає близько 9 % від їх кількості, на другий рік 20 %, третій – 23, четвертий – 17, п'ятий – 10, шостий – 8, сьомий – 6, восьмий – 5, дев'ятий – 2 %.

Найкращими умовами для проростання насіння бур'янів є наявність в оптимальній кількості й оптимальних співвідношеннях факторів життя: волога, поживні речовини, повітря та тепло.

Оптимальна кількість вологи в ґрунті має бути 60–80 % від повної вологоємності, оптимальна температура ґрунту для проростання насіння ярих ранніх бур'янів є 5–10° С, пізніх ярих – 23–27, озимих і зимуючих – 10–12, багаторічних – 25–30° С тепла.

Дослідники вказують на неоднакове співвідношення весняного й осіннього проростання насіння різних видів бур'янів. Так, насіння ярих бур'янів проростає восени близько 20 % і весною 40–65 %, озимих і зимуючих відповідно 35–60 і 10–50 %, багаторічних 10–45 %.

Встановлено, що проростання насіння бур'янів у ґрунті відбувається по всій глибині, на якій воно перебуває. При цьому, в верхньому шарі насіння проростає здебільшого весною, а в глибині оброблюваного шару – весь теплий період року, але сходів з'являється у 10 разів менше, ніж проростає насіння.

Оптимальна глибина, з якої з'являється основна маса сходів більшості видів бур'янів, становить від 3–4 см до 10–15 см. Якщо насіння проростає з більшої глибини, то проростки відмирають не утворивши сходів. Виживання сходів бур'янів у агроценозах залежить від біологічних особливостей вирощуваних культур, технологій їх вирощування та погодних умов.

#### 4.4. Агробіологічна класифікація бур'янів

Бур'яни надзвичайно різноманітні за морфологічними, біологічними та екологічними особливостями, які слід враховувати при захисті культурних рослин. Щоб розібратися в цих особливостях і розробити ефективні заходи контролювання бур'янів необхідно знати їх класифікацію за тривалістю життя, особливостями розмноження та способами живлення (рис. 4.1).

За тривалістю життя бур'яни поділяють на малорічні (однорічні та дворічні) і багаторічні. Перші майже завжди розмножуються тільки насінням, плодоносять один раз, після чого відмирають. Багаторічні живуть кілька років, за період життя плодоносять кілька разів, розмножуються як насінням, так і вегетативно.

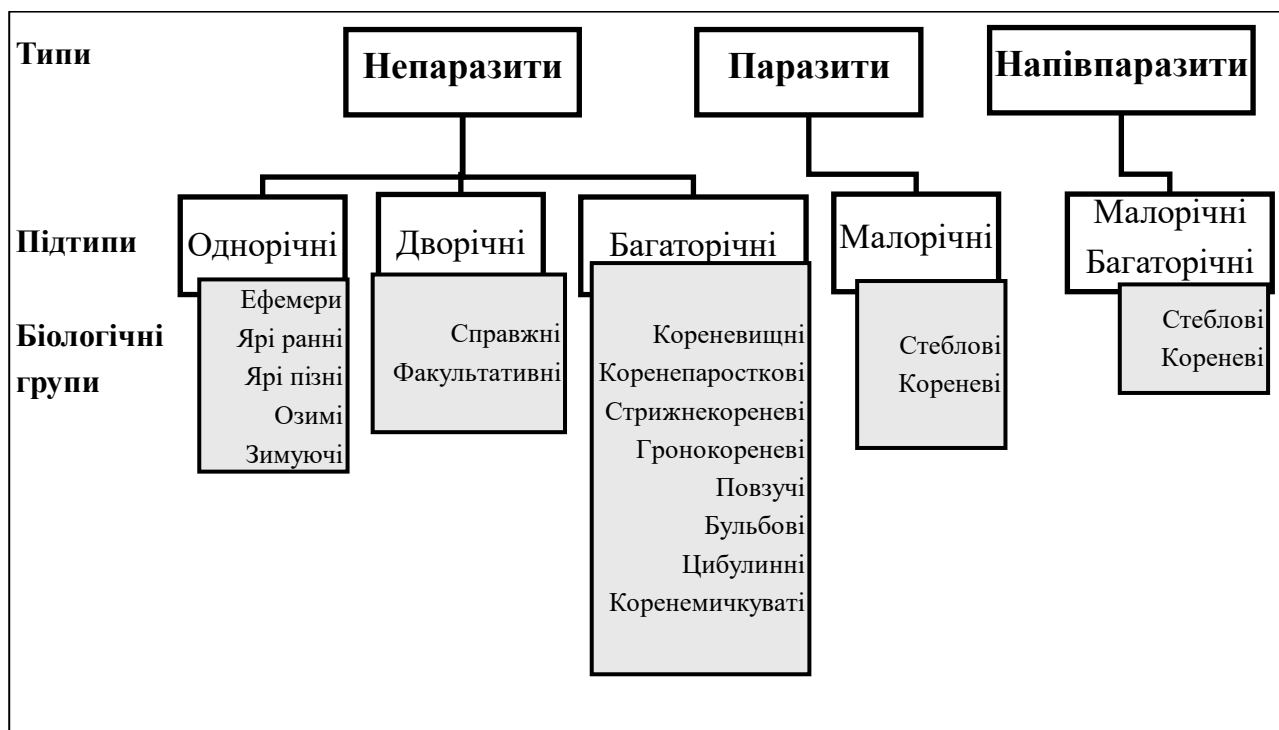
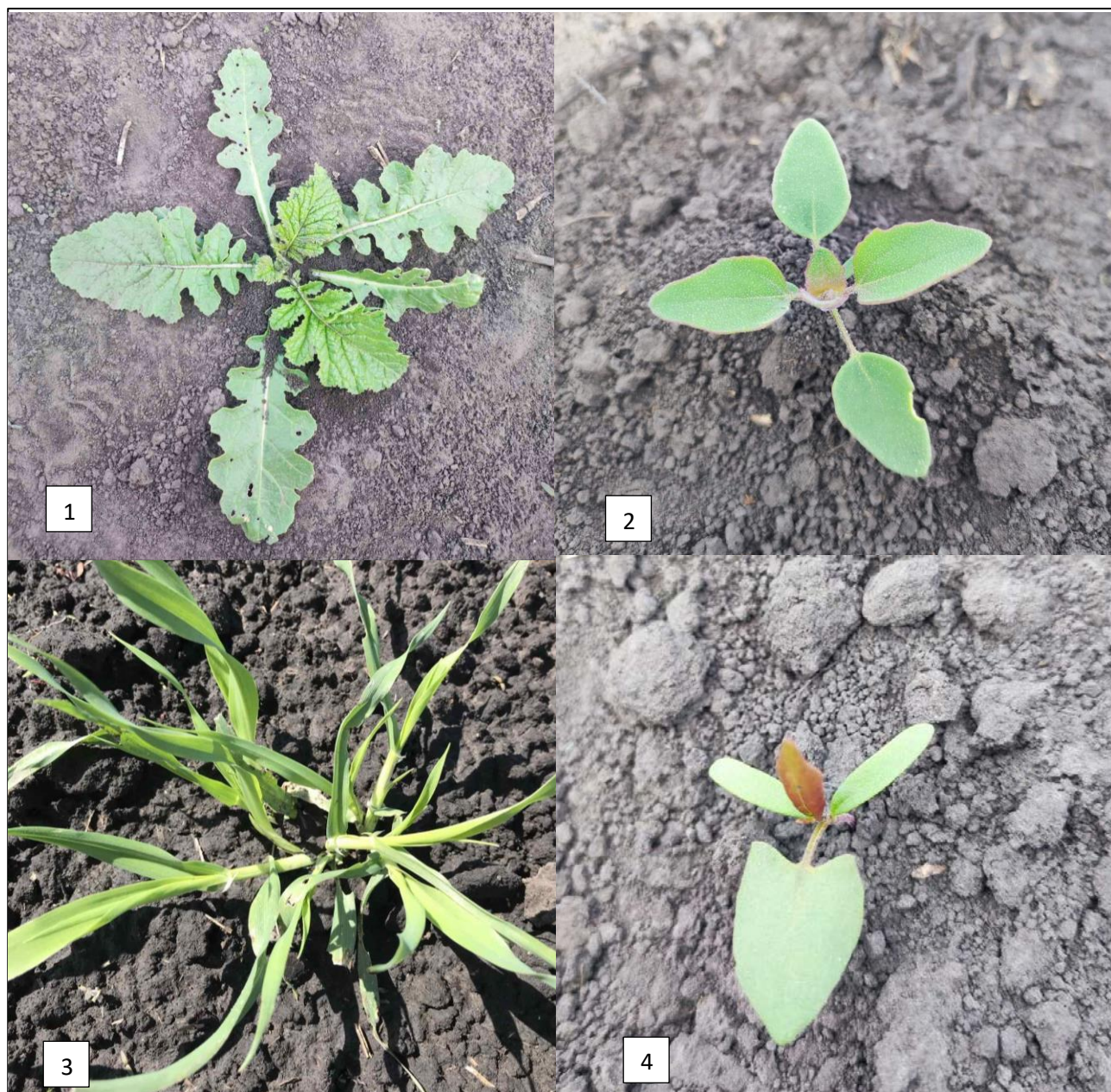


Рис 4.1. Агробіологічна класифікація бур'янів

Переважає більшість малорічних бур'янів є ярими однорічниками, які дають сходи у весняно-літній період, цвітуть, плодоносять і відмирають у рік з'явлення сходів. Якщо сходи цих бур'янів з'являються восени, то при настанні морозів гинуть. Деякі з ярих однорічників сходять рано навесні, рано закінчують вегетацію та засмічують переважно посіви ранніх культур. Такі бур'яни називають ранніми ярими однорічниками (гірчиця польова, рутка лікарська, редька дика, пажитниці п'янка і льонова тощо). Але значна частина ярих однорічників сходить пізно весною або літом, зацвітає і плодоносить влітку або восени, посилено розвиваючи свою зелену масу після збирання основної культури, особливо зернових колосових. Такі ярі однорічники дістали назву пізніх ярих, або післяжнивних бур'янів (щириці біла і звичайна; мишій сизий, зелений і кільчастий; плоскуха звичайна; курай; портулак городній; якірці сланкі; гречка татарська тощо) (рис. 4.2).

Серед малорічних бур'янів є група рослин сходи яких можуть з'являтися не лише у весняно-літні періоди, а й восени, причому прикореневі розетки листків,

що з'явилися восени, перезимовують і утворюють у наступному році квітконосні стебла і в цей рік плодоносять. Такі бур'яни називають зимуючими (талабан польовий, кучерявець Софії, волошка синя, ромашка непахуча, жовтозілля весняне, злинка канадська, сокирки польові тощо) (рис. 4.3).

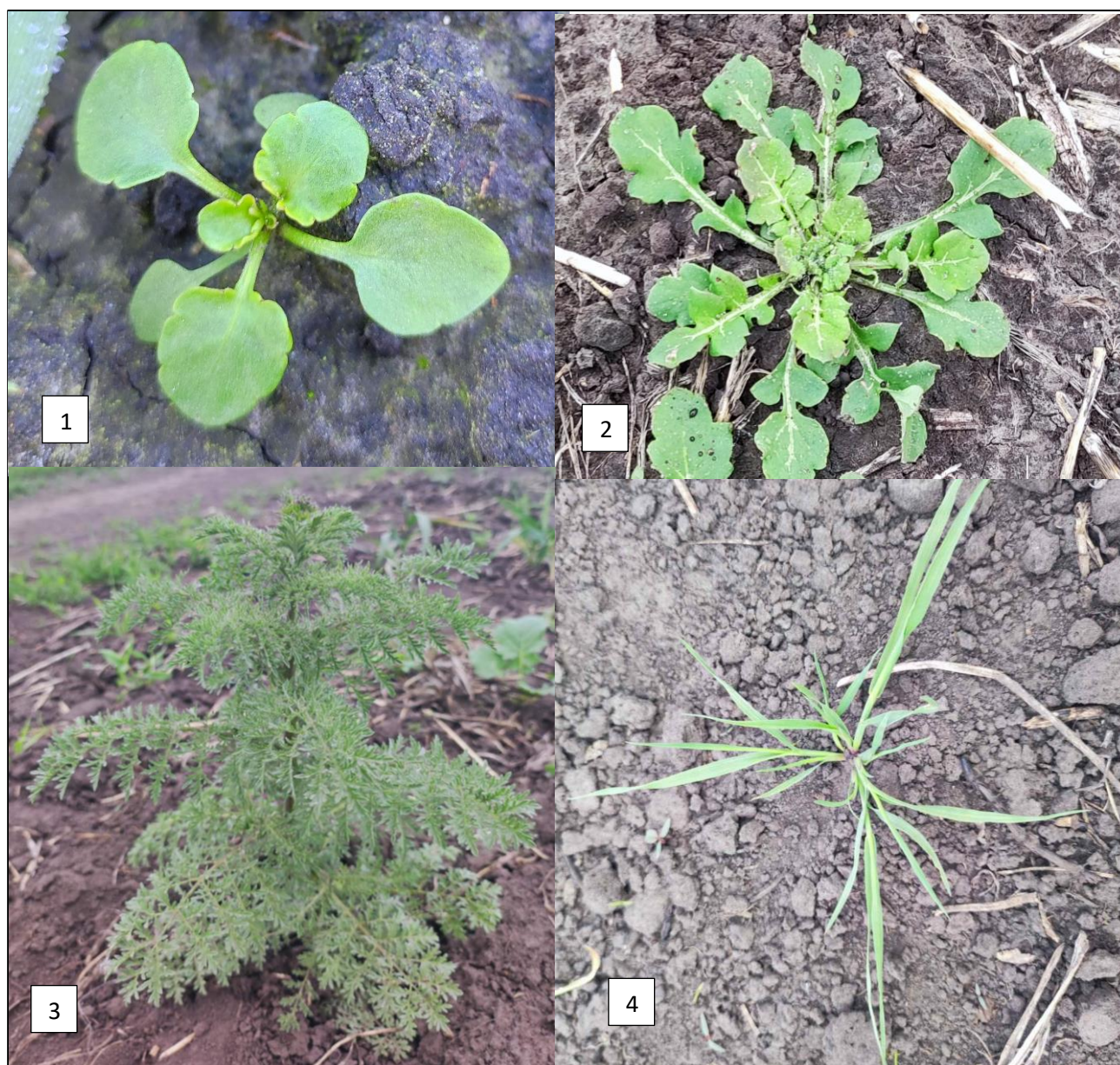


**Рис. 4.2. Ярі ранні та пізні бур'яни:** 1 – гірчиця польова; 2 – лобода біла; 3 – просо куряче; 4 – гірчак виткий

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

Деякі бур'яни сходять переважно восени, перезимовують у фазі прикореневих розеток або у фазі кущення (злаки) і плодоносять. При весняних сходах ці рослини не проходять повного циклу розвитку в цьому ж році. Вони залишаються все літо у фазі розеток не утворюючи продуктивних органів. Під осінь вегетативна маса цих бур'янів відмирає. Весною з кореневих органів утворюється квіткові пагони, які до середини літа плодоносять. Бур'яни, які

розвиваються за таким циклом, належать до озимих (метлюг звичайний, бромуси житній, польовий і покрівельний тощо) (рис. 4.3).



**Рис. 4.3. Зимуючі та озимі бур'яни:** 1 – фіалка польова; 2 – мак дикий; 3 – кучерявець Софії; 4 – метлюг звичайний

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

Окремо слід зупинитися на бур'янах-ефемерах (зірочник середній, вероніка двійчата, глуха кропива стеблообгортна, тонконіг однорічний тощо). Ефемери – це малорічні рослини з дуже коротким вегетаційним періодом (2–10 тижнів), які за один сезон можуть давати декілька поколінь і завершувати повний цикл розвитку, доки є волога. Більшість з них дає сходи в сезон осінніх дощів і зимує у вигляді невеликої розетки листів. Вони швидко ростуть на початку весни, а за теплої зими – у другій половині лютого, використовуючи вологу та поживні речовини, а потім відмирають (рис. 4.4).



**Рис. 4.4. Бур'яни ефемери:** 1 – зірочник середній; 2 – кропива глуха стеблеобгортаюча

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

Протягом двох вегетаційних періодів розвиваються дворічні бур'яни. Вони сходять навесні, першого літа залишаються у фазі прикореневої розетки, перезимовують у тій же фазі, а в наступному році цвітуть, плодоносять, після чого відмирають. За таким типом розвиваються блекота чорна, болиголов плямистий, буркун жовтий та білий, глуха кропива пурпурова, морква дика, синяк звичайний тощо. Сходи цих бур'янів, які з'явилися восени, не перезимовують. Слід відмітити, що в тих умовах коли рослини нагромаджують достатню кількість поживних речовин до зими (в літньо-осінній період) дворічники плодоносять в наступному році. Якщо до зими вони не встигають нагромадити достатньо кількість поживних речовин їм потрібна друга перезимівля для завершення повного циклу розвитку.

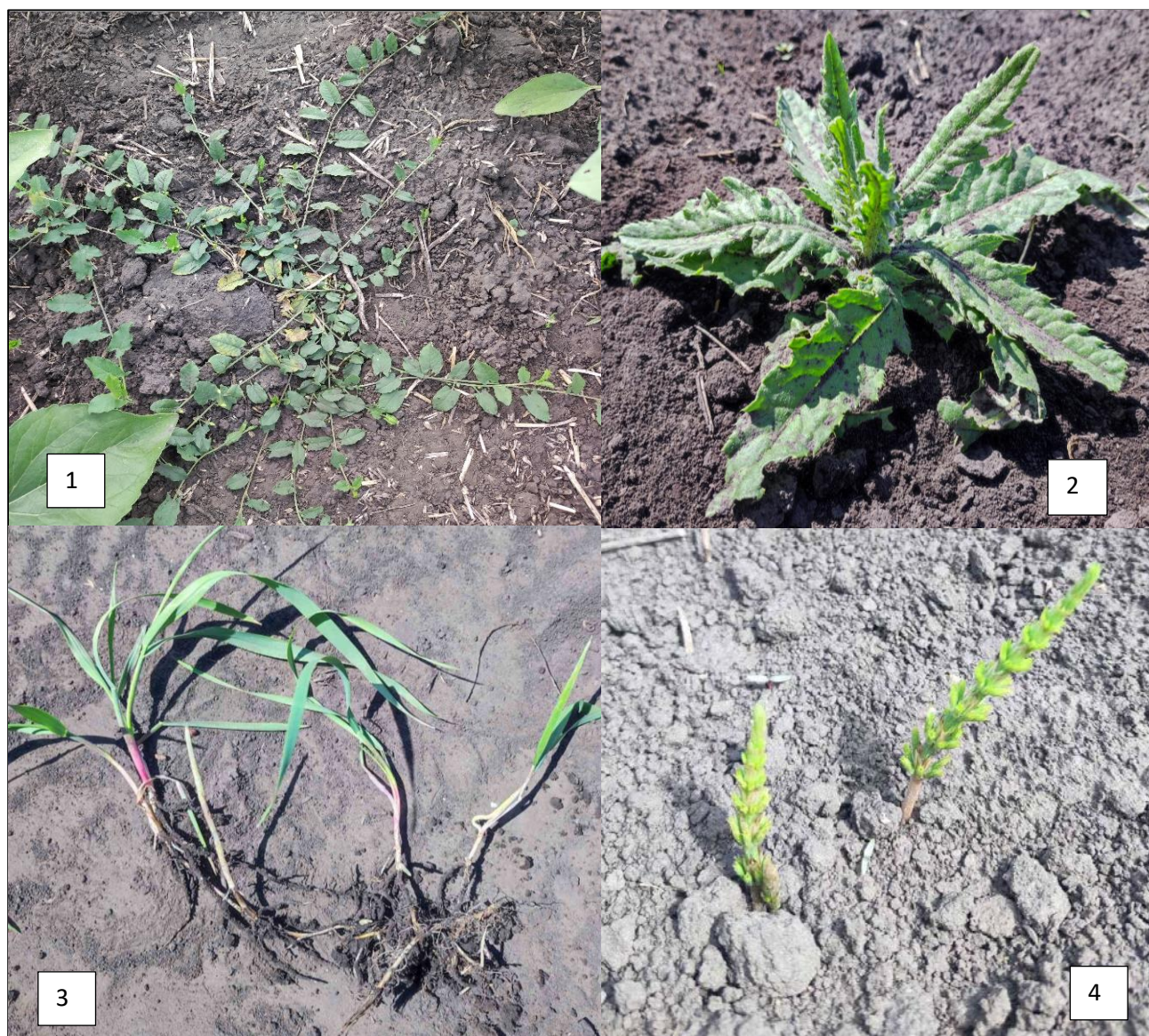
Багаторічні бур'яни – це трав'янисті рослини, що живуть понад два вегетаційні періоди. У більшості багаторічні бур'яни у несприятливу пору року (зима, посушливий період) надземні органи частково або цілком відмирають, життєздатними залишаються підземні органи (кореневища, кореневі паростки, цибулини, бульби тощо).

Багаторічні бур'яни поділяють на такі групи: кореневищні, коренепаросткові, бульбові, цибулинні, стрижнекореневі, гронокореневі та коренемичкуваті.

Кореневищні бур'яни мають підземні горизонтальні або дещо змінені пагони-кореневища з бруньками відновлення. Кореневища розташовуються в ґрунті на різній глибині. У пірію повзучого основна їх маса міститься на глибині 10–15 см, товсті кореневища свинорію пальчастого – на глибині 20–22 см, у гумаю кореневища утворюють нові пагони з глибини 80 см. Найпоширенішими

кореневищними бур'янами є пирій повзучий, свинорий пальчастий, гумай, хвощ польовий, деревій звичайний, полин звичайний, кропива дводомна тощо. Встановлено, що навіть з невеликого відрізка кореневища, коли на ньому є хоч одна брунька, може розвинутиися нова рослина.

Коренепаросткові бур'яни мають вертикальні корені, від яких відростають горизонтальні, які потім круто згинаються і далі ростуть вниз вертикально. У місцях таких вигинів утворюються кореневі паростки, що дають початок новим рослинам. Серед коренепаросткових бур'янів найбільш шкідливим є осот рожевий, який має надзвичайно велику здатність до вегетативного розмноження. Протягом кількох місяців куртини можуть досягати 1–2 м в діаметрі, а за 2–3 роки ці ділянки збільшуються у кілька разів.



**Рис. 4.5. Багаторічні бур'яни:** 1 – березка польова; 2 – осот рожевий; 3 – пирій повзучий; 4 – хвощ польовий

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

У південних районах України (зона Степу) надзвичайної шкоди сільському господарству завдає коренепаростковий бур'ян гірчак рожевий. В куртинах гірчака культурні рослини не утворюють урожай, у більшості випадків гинуть.

Всюди в Україні дуже поширені такі коренепаросткові бур'яни, як березка польова, осот рожевий, молочаї, молокан татарський тощо.

Досить численною є група стрижнекорених багаторічників, які мають симподіальний, добре виявлений стрижневий корінь. З таких рослин на полях часто зустрічаються подорожник ланцетолистий, Петрові батоги, кульбаби лікарська і пізня та багато інших.

Гронокореневі багаторічні бур'яни мають численні розвинуті бокові корені за відсутності розвинутого стрижневого кореня. Типовим представником цієї групи бур'янів є подорожник великий. Деякі бур'яни з родини злакових, що утворюють дернину, об'єднуються у біологічну групу коренемичкуватих (дернинних) багаторічників. Вони характеризуються мичкуватою кореневою системою – мітлиці й тонконогові тощо.

Гетеротрофні бур'яни – паразити та напівпаразити завдають великої шкоди сільськогосподарським культурам. Паразитні бур'яни (повитиці та вовчки), які не мають зеленого забарвлення у зв'язку з відсутністю хлорофілу, дуже шкідливі для культурних рослин. В Україні поширені повитиці європейська, конюшинна, льонова, польова, хмелевидна, південна тощо. Повитиці обплітають своїми тонкими стеблами культурні рослини, присмоктуються до них стебловими присосками (гаусторіями) і живляться за їх рахунок.



**Рис 4.6. Бур'яни паразити:** 1 – повитиця польова на буряках цукрових; 2 – вовчок соняшниковий на соняшнику

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

Вовчки паразитують на кореневій системі деяких культурних і диких рослин. Вовчок соняшниковий паразитує на коренях соняшника і засмічує своїм дуже дрібним насінням ґрунт (рис. 4.6). Вовчок гіллястий паразитує на картоплі, помідорах, тютюні. Серед напівпаразитів, які зберігають зелене забарвлення і живляться не тільки за рахунок інших рослин, а й автотрофно, можна назвати омелу на дерев'янистих рослинах, дзвінець великий, кравник пізній на трав'янистих рослинах.

#### 4.5. Інтегрована система захисту від бур'янів

В умовах сучасного інтенсивного землеробства зростають обсяги виробництва сільськогосподарської продукції. Разом з цим збільшуються втрати врожаю, спричинених бур'янами, в абсолютних і вартісних величинах. Закономірно зростає значення заходів спрямованих на запобігання сільськогосподарським втратам. Ефективний захист посівів забезпечують заходи і засоби з високим ступенем знищення бур'янів у період масового проростання насіння. Цьому найкраще відповідає система інтегрованих заходів контролювання бур'янів у посівах сільськогосподарських культур.

Інтегрований захист – це об'єднання та координація дій різних заходів і засобів (запобіжних, знищувальних та спеціальних) у досягненні передбачуваних результатів. Найповнішою класифікацією протибур'янових заходів можна вважати класифікацію розроблену кафедрою землеробства та гербології НУБіП України, під керівництвом проф. Танчика С. П. (табл. 4.1).

**Таблиця 4.1. Класифікація заходів захисту посівів сільськогосподарських культур від бур'янів**

| Заходи контролювання бур'янів | Сутність запровадження заходів контролювання бур'янів                                                                                                |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Запобіжні (профілактичні)     | Запровадження прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур                                                                      |
|                               | Запровадження ефективних сівозмін                                                                                                                    |
|                               | Очищення посівного матеріалу, своєчасна та якісна сівба, якісне збирання врожаю сільськогосподарських культур                                        |
|                               | Правильне зберігання та приготування ґною                                                                                                            |
|                               | Правильне згодовування відходів рослинництва та грубих кормів (розмелювання зернових відходів, запарювання та хімічний обробіток грубих кормів тощо) |
|                               | Обкошування доріг, меж, лісосмуг, каналів, пустирів до обсіменіння бур'янів                                                                          |
| Знищувальні                   | Механічні – своєчасний і відповідний до типу забур'янення обробіток ґрунту                                                                           |
|                               | Фізичні                                                                                                                                              |
|                               | Хімічні                                                                                                                                              |
|                               | Біологічні                                                                                                                                           |
| Спеціальні                    | Фітоценологічні                                                                                                                                      |
|                               | Екологічні                                                                                                                                           |
|                               | Організаційні                                                                                                                                        |

Наслідком правильного і послідовного впровадження запобіжних заходів є зменшення кількості й вегетативної маси бур'янів нижче порогу шкідливості. Проте, за таких обставин можливе й зростання забур'янення внаслідок спонтанного розмноження одного або кількох видів. Отже, навіть при високій культурі землеробства та дотриманні всіх прогресивних технологій виникає необхідність в застосуванні агротехнічних, хімічних, фізичних, біологічних та інших заходів, що є складовими комплексної інтегрованої системи захисту культурних рослин від бур'янів. Найголовнішими, безумовно, є агротехнічні, біологічні, екологічні та організаційні заходи, а хімічні, слід використовувати як, допоміжні, страхувальні.

**Агротехнічні заходи контролювання бур'янів у посівах культурних рослин.** Агротехнічні заходи передбачають створення несприятливих умов для росту, розвитку, розмноження й розповсюдження бур'янів, підвищення конкурентоздатності культурних рослин у боротьбі за фактори життя. Агротехнічні заходи включають основні ланки систем землеробства: сівозміни, знищувальні механічні, фізичні, біологічні та хімічні.

**Сівозміни.** Відомо, що різні види бур'янів мають неоднакові біологічні особливості. Значна частина їх пристосована до зростання в посівах культурних рослин зі схожими біологічними особливостями. Крім цього, видовий склад і ступінь засміченості культур у сівозмінах значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов зони, екологічних параметрів конкретного поля, біологічних особливостей та технології вирощування культур. Так, у посівах озимих культур переважають озимі та зимуючі бур'яни (метлюг звичайний, бромус житній, грицики звичайні, триреберник непахучий, волошка синя, талабан польовий тощо), у посівах ранніх ярих зернових – ранні ярі бур'яни (вівсюг звичайний, редька дика, гірчиця польова, лобода біла тощо), а в посівах пізніх ярих культур – пізні ярі бур'яни (мишій сизий і зелений, плоскуха звичайна, щиріця тощо).

Окремі бур'яни настільки пристосувалися до однієї або декількох культур, що в посівах інших культурних рослин зовсім не зустрічаються. До таких бур'янів належать льонові рослини (пажитниця льонова, рижій льоновий тощо) у посівах льону, рослини – паразити (вовчок соняшниковий) у посівах соняшника, повитиця польова в конюшині та інші. Цілком природно, що при вирощуванні на одному й тому ж полі культурних рослин протягом двох і більше років підряд, з кожним роком створюються все більш сприятливі умови для збільшення чисельності й маси бур'янів, найкраще пристосованих до цих культур.

Дослідження переконують, що в сівозміні найкраще протидіють бур'янам культури суцільного висіву, особливо жито озиме та пшениця озима. За високого рівня технології вирощування ці культури швидко утворюють добре розвинений, густий травостій здатний пригнічувати, а в окремих випадках зовсім подавляти небажану в своїх посівах рослинність. Проте, вирощування цих культур у повторних і, особливо, беззмінних посівах приводить до значного зростання забур'яненості. При цьому, перше місце за кількістю посідають пристосовані до вирощування цих культур волошка синя, талабан польовий, вика волохата тощо.

Більшість ярих культур, особливо просапні (кукурудза, буряки цукрові, картопля, соняшник тощо), не можуть протистояти бур'янам при ранньому їх проростанні. Так, ріст кукурудзи характеризується великою нерівномірністю. В перші 15 днів після появи сходів темпи приросту в висоту порівняно високі (1,2–2,4 см за добу). У наступні два тижні приріст рослин кукурудзи у висоту суттєво знижується – до 0,2 см на добу. В подальшому темпи росту поступово збільшуються і досягають максимуму, як правило, за 7–10 днів до викидання волоті. Ось чому в початковий період кукурудза майже не конкурує з бур'янами за фактори життя. Посіви просапних культур змикаються і почасти пригнічують бур'яни тільки в другій половині літа. Встановлено, що за значного насичення сівозмін просапними культурами, яке в Лісостепу і Степу України становить 50 % і більше, на полях значно зростає кількість однорічних ярих бур'янів (плоскуха звичайна, мишій сизий та зелений, щиріця звичайна, лобода біла тощо). У посівах буряків цукрових, кукурудзи, картоплі, соняшника їх проростає до кілька сотень на 1 м<sup>2</sup>, а їх маса сягає 3–5 кг/м<sup>2</sup>.

Отже, сівозміна, розроблена і впроваджена з урахуванням біологічних особливостей бур'янів і культурних рослин, а також екологічних умов, великою мірою полегшує контролювання бур'янів і сприяє підвищенню врожайності всіх вирощуваних культур. Особливо сівозміна ефективна проти спеціалізованих бур'янів, що пристосовуються до певних культур. Впровадження науково обґрунтованих сівозмін передбачає також застосування правильної системи обробітку ґрунту, удобрення, найефективніших заходів і засобів захисту культурних рослин від шкідників і хвороб вирощуваних рослин, розміщення кожної культури після кращих попередників.

*Обробіток ґрунту.* Головне завдання обробітку ґрунту – це створення сприятливих умов для сівби і посадки сільськогосподарських культур, їх росту, розвитку та високої продуктивності.

У системі інтегрованого захисту посівів від бур'янів надзвичайна роль належить обробітку ґрунту, який є складовою зональних систем землеробства. Всяка система обробітку ґрунту повинна забезпечувати високу протибур'янову ефективність і створювати максимальну можливість для саморегулювання агроценозів у напрямі зниження частки бур'янового компонента.

Ступінь фактичної забур'яненості посівів сільськогосподарських культур залежить від запасів насіння та органів вегетативного розмноження в ґрунті, від впровадження заходів та засобів, які знищують небажану частку агроценозів. Для надійного захисту посівів від дикорослих рослин необхідно, щоб знищувальна дія протибур'янових заходів і засобів збігалася з періодом масового проростання насіння та органів вегетативного розмноження. Цьому найбільше відповідає раціональна система обробітку ґрунту, особливо система зяблевого обробітку ґрунту, яка складається з двох щільно пов'язаних між собою заходів – лущення та основного обробітку (полицевого або безполицевого). Значення та завдання зяблевого обробітку ґрунту, його складові подано у розділі «Обробіток ґрунту». На відносно чистих від бур'янів полях запроваджують звичайний або класичний зяблевий обробіток ґрунту. На сильно забур'янених полях малорічними бур'янами (понад 50 млн. шт./га насінин), в умовах достатнього та нестійкого

зволоження, за умов органічного землеробства запроваджують напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту.

За багаторічного коренепаросткового або кореневищного типу забур'яненості, за достатнього зволоження і в умовах органічного землеробства під просапні культури (буряки, соняшник, картоплю, кукурудзу, сою тощо) проводять поліпшений або пошаровий зяблевий обробіток ґрунту. Такий обробіток включає дискування на 6–8 до 10 см у двох взаємо перпендикулярних напрямках з метою повного підрізання багаторічних бур'янів. За масового відростання багаторічних бур'янів (коренепаросткові – утворення на поверхні ґрунту сім'ядольних листків; кореневищні – утворення на поверхні ґрунту сходів у фазі «шильце») проводять повторне лущення лемішними або плоскорізальними знаряддями на глибину 12–14 до 16 см з повним підрізанням відростаючих молодих вегетативних пагонів. Після повторного відростання багаторічних коренепаростків або кореневищ проводять глибоку оранку на 23–25–27 до 30 см у кінці вересня – на початку жовтня. Глибока оранка відіграє вирішальну роль в контролюванні багаторічними бур'янами, які розмножуються кореневими паростками та кореневищами.

За кореневищного типу забур'яненості поля (пирій повзучий, свинорий, гумай тощо) головним завданням має бути виведення сплячих бруньок з біологічного спокою шляхом подрібнення кореневищ на відрізки довжиною 10–15 см, з послідуочим глибоким заорюванням (27–30 см) після відростання відрізків у фазі «шилець».

Ще важче очистити поля від органів вегетативного розмноження коренепаросткових бур'янів (осот рожевий, березка польова, гірчак рожевий тощо). Найбільший ефект дають ослаблення та виснаження їх кореневої системи шляхом проведення глибокої оранки. Проте, систематичний (протягом десяти й більше років) вплив на ґрунт полицевих ґрунтообробних знарядь, збільшення кількості проходів техніки й маси тракторів, незбалансоване внесення мінеральних і органічних добрив обумовлює деградацію ґрунтів.

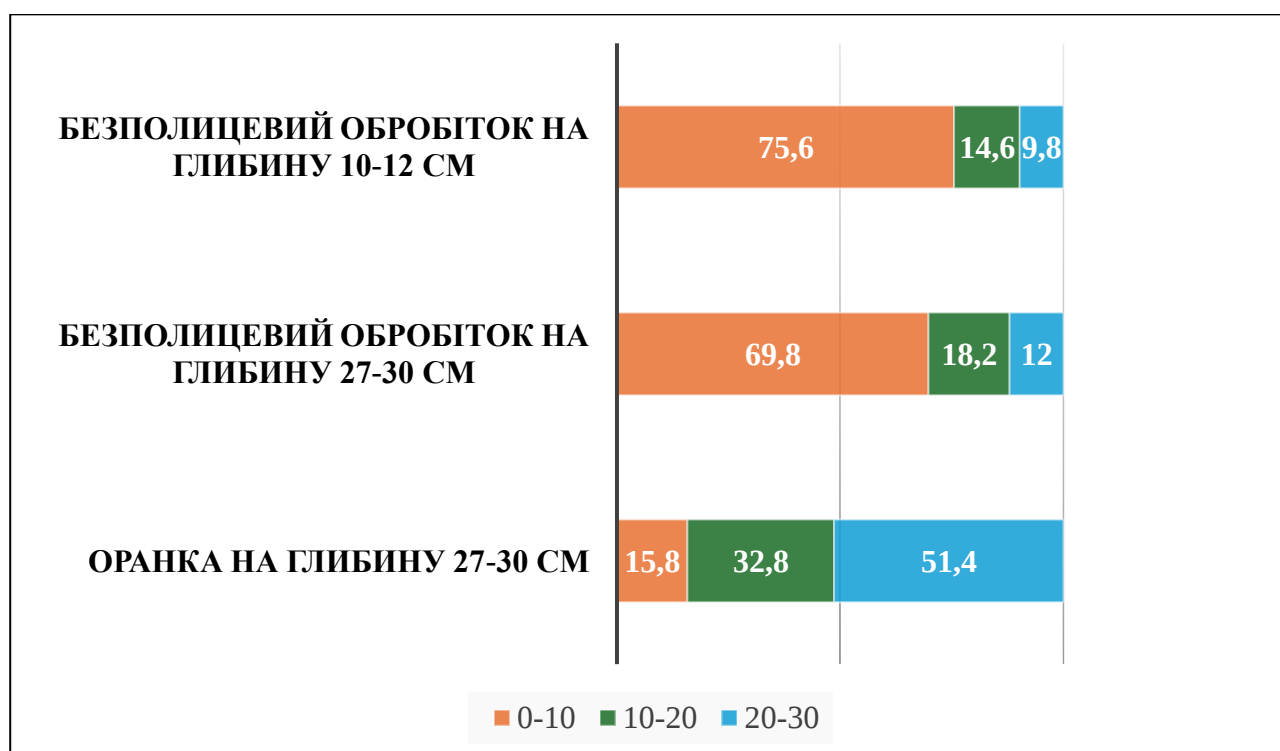
Проте, відмова від проведення заходів полицевого обробітку ґрунту може призвести до ряду додаткових проблем у землеробстві. Одна з них – значний ріст забур'яненості полів, що утруднює своєчасне й високоякісне проведення агротехнічних заходів з вирощування польових культур, погіршує роботу сільськогосподарських машин і знарядь, знижує урожайність вирощуваних культур, погіршує якість продукції та підвищує її собівартість.

Співробітники кафедри землеробства та гербології, НУБіП України (С. П. Танчик, А. І. Бабенко, О. С. Павлов, 2017) досліджували вплив способів та глибини основного обробітку ґрунту на розподіл насіння бур'янів у оброблюваному шарі ґрунту й на зміну видового складу бур'янового фітоценозу (рис. 4.7).

При запровадженні глибокої оранки основна частина насіння (51,4 %) містилася в шарі ґрунту 20–30 см, 32,8 – 10–20 і 15,8 % у 0–10 см. Перебуваючи кілька років на глибині більше 10 см, значна частина насіння бур'янів втратила свою схожість, чим і пояснюється найменша потенційна засміченість 0–10 см шару ґрунту після проведення глибокої оранки. Проте 10–16 % насіння не

втратило життєздатності та після повторної оранки на таку ж глибину потрапило в верхній шар ґрунту. Це насіння з підвищеною схожістю створює основну фактичну засміченість посівів і є основною причиною забур'янення навіть після глибокої оранки.

За проведення мілкого (10–12 см) безполицевого обробітку ґрунту дисковими знаряддями 75,6 % насіння бур'янів міститься в 0–10 см товщі ґрунту й тільки 9,8 % – в товщі 20–30 см. Із збільшенням глибини обробітку до 28–30 см за використання глибокорозпушувача 69,8 % насіння бур'янів розміщується в товщі ґрунту 0–10 см, 18,2 – в 10–20 і 12,0 % перебуває в товщі 20–30 см. Порівняно з мілким, глибокий безполицевий обробіток зменшує кількість насіння бур'янів у верхньому шарі. Це відбувається через його просипання донизу по вертикальним щілинам, які утворює стояк глибокорозпушувача чи чизеля.



**Рис. 4.7. Розподіл насіння бур'янів по шарах ґрунту за різних способів обробітку, %**

Таким чином, при переході від глибокого полицевого до безполицевого обробітку ґрунту, особливо мілкого, відбувається зростання потенційної засміченості 0–10 см товщі ґрунту в 3,6–4,8 рази, а фактичної забур'яненості посівів малорічними бур'янами – в 2,3–2,6 рази. Водночас, систематичний безполицевий мілкий та поверхневий обробітки ґрунту в сівозміні збільшують кількість і масу багаторічних коренепаросткових (осот рожевий, берізка польова тощо) і кореневищних (пирій повзучий, свинорий тощо) бур'янів. Встановлено, що ріст і розвиток багаторічних бур'янів пов'язані з високою регенерацією кореневих відрізків, що утворилися за безполицевих обробітків. Ґрунтові розкопки показали, що після оранки довжина кореневих відрізків осоту рожевого в середньому становила 12 см, а після безполицевого обробітку – 26 см (інколи навіть 60 см). Це пояснюються технологічними процесами, які відбуваються за

оранки (підрізання, обертання, кришення, розпушування) і безполицевого (підрізання, часткове кришення і розпушування) обробітку ґрунту. Також встановлено, що після оранки на кореневих відрізках нараховувалося в середньому 2–3 бруньки, тоді як за безполицевого – 6–7. Крім того, після полицевого обробітку геополяристість сплячих бруньок змінювалася на 180°, частина кореневої системи бур'янів виорювалася на поверхню поля, де вона висихала і гинула в осінній період, а частина гинула взимку.

Вироблення ефективних способів знищення багаторічних бур'янів неможливе без встановлення кратності підрізання пророслих бур'янів і внесення гербіцидів. Встановлено, що для повного знищення проростків осоту рожевого у фазі розетки і пирію повзучого у фазі «шилець» найбільше механічних підрізання потрібно при довжині відрізків 20 см розміщених у природному стані на глибині 10 см. Для осоту рожевого їх потрібно п'ять, а пирію повзучого – чотири. Найменше підрізання потребують відрізки довжиною п'ять сантиметрів зароблені на глибину 30 см. Для повного знищення материнської рослини в природному стані потрібно здійснити для осоту рожевого вісім підрізання, а пирію повзучого – сім, протягом двох вегетаційних періодів. Зі зміною геополяристісті сплячих бруньок на 180° кількість підрізання зменшується на 1–2 одиниці (табл. 4.2).

**Таблиця 4.2. Кількість підрізання пророслих пагонів багаторічних бур'янів до повного їх знищення (С. П. Танчик, 2017 р.)**

| Довжина відрізків вегетативних<br>органів розмноження, см | Після якого підрізання гинули пагони        |    |    |                |    |    |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----|----|----------------|----|----|
|                                                           | Осот рожевий                                |    |    | Пирій повзучий |    |    |
|                                                           | Глибина зароблення вегетативних органів, см |    |    |                |    |    |
|                                                           | 10                                          | 20 | 30 | 10             | 20 | 30 |
| У природньому стані                                       |                                             |    |    |                |    |    |
| 5                                                         | 2                                           | 1  | 1  | 2              | 1  | 0  |
| 10                                                        | 3                                           | 2  | 2  | 3              | 2  | 1  |
| 15                                                        | 4                                           | 3  | 3  | 3              | 3  | 2  |
| 20                                                        | 5                                           | 4  | 3  | 4              | 3  | 2  |
| При зміні геополярності                                   |                                             |    |    |                |    |    |
| 5                                                         | 2                                           | 1  | 0  | 2              | 1  | 0  |
| 10                                                        | 2                                           | 1  | 1  | 2              | 1  | 0  |
| 15                                                        | 3                                           | 2  | 2  | 2              | 2  | 1  |
| 20                                                        | 4                                           | 3  | 2  | 3              | 2  | 2  |

Великого значення в очищенні ґрунту та посівів сільськогосподарських культур від бур'янів має система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури. За строками сівби ярі культури поділяються на ярі ранні (овес, ячмінь ярий, пшениця яра, горох, ріпак ярий тощо), ярі середнього терміну сівби та посадки (картопля, соняшник, буряки цукрові тощо) та ярі пізні (соя, гречка, кукурудза просо тощо). Система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури включає ранньовесняне рихлення ґрунту (закриття вологи) та обробіток ґрунту перед сівбою. За технологією вирощування ярих ранніх культур спровокувати проростання та очистити ґрунт від насіння бур'янів проблематично. Адже від початку весняних польових робіт до сівби ярих ранніх проходить мало часу (від 5 до 10–12 днів). За цей період ґрунт, на глибині заробки

насіння, прогріється до 3–5° С. Обробітком ґрунту перед сівбою знищуємо пророслі багаторічні, озимі та зимуючі бур'яни.

За технології вирощування ярих середнього терміну сівби передпосівний період триває значно довше (від 10 до 20 днів). За цей період ґрунт, на глибині заробки насіння, прогріється до 5–6° С. Це дає можливість значній кількості насіння бур'янів, особливо ярих ранніх, проростати. Тому, після ранньовесняного рихлення ґрунту (закриття вологи) до сівби ярих середнього терміну необхідно створювати оптимальні умови для проростання насіння бур'янів, проростки яких повністю знищуються обробітком ґрунту перед сівбою сільськогосподарських культур.

Найбільш сприятливі умови для очищення ґрунту від насіння бур'янів і їх проростків створюються за технології вирощування ярих пізніх культур. Адже передпосівний період для цих культур триває близько місяця. За цей період слід створити сприятливі умови для збереження й ефективного використання ґрунтової вологи, створити сприятливий тепловий і повітряний режими ґрунту, що створює умови для масового проростання насіння бур'янів з послідуєчим їх знищенням у передпосівний період. Слід пам'ятати, що інтенсивний обробіток у весняний період веде до значних втрат вологи, втрачається контакт насіння бур'янів з ґрунтом, що порушує сприятливі умови для масового його проростання. Збільшення як глибини, так і кратності обробітків ґрунту у весняний період не є запорукою масового проростання насіння бур'янів. Тому в допосівний період ярих пізніх культур кратність і глибина обробітків ґрунту визначається інтенсивністю випадання опадів та проростанням насіння й органів вегетативного розмноження багаторічних бур'янів. У заходах обробітку ґрунту перевагу слід надавати боронуванню на глибину до 5–6 см зубовими, голчатими або іншими боронами (залежно від стану ґрунту) з метою збереження вологи та знищення бур'янів у фазі «білої ниточки». Після з'явлення нових сходів бур'янів доцільно провести суцільну культивуацію на глибину 8–10–12 см, а в день сівби – передпосівний обробіток комбінованими агрегатами на глибину загортання насіння культури.

З усіх польових культур ярі зернові найбільш засмічуються бур'янами. В їх посівах у 4–5 разів більше бур'янів ніж у озимих. Ярі зернові культури починають проростати пізніше, особливо ярі пізні, та розвивають меншу вегетативну масу, тому вони менше пригнічують бур'яни, а часто й самі пригнічуються ними. Посіви ярих культур особливо забур'янюються в роки з холодною і сухою весною. Тому боротьбу з бур'янами в посівах ярих зернових і зернобобових культур слід проводити до сівби й під час сівби цих культур, про що було сказано вище.

Ефективність протибур'янових заходів у посівах ярих культур також залежить від способів, строків та норм посіву, внесення добрив і догляду за культурними рослинами.

Строки сівби повинні бути оптимальними, з відхиленням до більш ранніх і стислими, особливо це відноситься до південних районів, де ґрунт швидко прогрівається і втрачає вологу.

Для забезпечення чистоти посіву ярих культур та підвищення врожайності необхідно проводити боротьбу з бур'янами в посівах культур. Вагоме значення для очищення посівів ярих культур має своєчасне боронування. Найкращі результати дає боронування легкими боронами в один слід впоперек рядків, а на перехресних посівах – по діагоналі через 3–4 дні після сівби, коли проростки ярих культур не перевищують довжини їх насіння, а проростки бур'янів розвинутіші. При цьому знищується до 70–80 % сходів бур'янів.

Серед ярих культур найбільшої шкоди від бур'янів зазнають просо та льон, оскільки вони в перший період свого життя ростуть дуже повільно. Тому, під посіви цих культур слід відводити землі чисті від бур'янів, особливо від проса курячого, мишію зеленого і сизого, пажитниці льонової.

Гречка, на відміну від інших ярих зернових культур, завдяки швидкому росту, рясному розгалуженню стебел і хорошему облищенню має великі переваги у конкуренції з бур'янами. Тільки гречка татарська добре росте у посівах гречки посівної і завдає їй значної шкоди.

Серед озимих пшениця та жито є найважливішими зерновими культурами нашої країни. Висока врожайність та якість їх продукції зумовлена низкою чинників, зокрема тривалістю вегетаційного періоду, сприятливими умовами росту й розвитку пшениці й жита в осінньо-весняний період. Тому, в посівах цих культур сприятливі конкурентні відносини з бур'янами створюються ще в осінній період, а відновлюються ранньою весною. В наслідок осінньої сівби та швидкого росту сходів весною озимі значно краще, ніж більшість бур'янів, використовують вологу і поживні речовини, незрівнянно швидше нагромаджують наземну масу. Тільки вика волохата, стоколос житній, метлюг звичайний, волошка синя та деякі багаторічні бур'яни успішно конкурують з озимими і помітно засмічують їх в окремі роки.

Проте, здатність пригнічувати бур'яни може змінюватися з умовами вирощування – місцем у сівозміні, способом і якістю обробітку ґрунту, удобренням тощо. Особлива роль у підвищенні конкурентної здатності озимих належить попередникам. Швидка поява сходів, енергійне кущення восени, добра перезимівля та хороший розвиток весною в озимих культур відбувається після чистих та зайнятих парів. За цих умов озимі культури найкраще пригнічують бур'янову рослинність.

Серед заходів, що поліпшують умови росту й розвитку озимих, підвищують їх конкурентну здатність велике значення мають строки та якість сівби і густота травостою культурних рослин. При доброму розвитку озимих культур навіть озимі та зимуючі бур'яни значно пригнічуються культурними рослинами і шкода від них може бути незначною.

Встановлено, що із заходів догляду за посівами озимих є ті, які діють на бур'яни безпосередньо або поліпшують умови росту і розвитку озимих. Одним із важливих заходів контролювання бур'янів у посівах озимих є весняне боронування. Восени разом з насінням озимих культур проростає й насіння озимих і зимуючих бур'янів (сухоребрик, талабан, грицики, кучерявець Софії, мак самосійка, фіалка польова, підмаренник чіпкий, метлюг тощо). Молоді сходи бур'янів восени утворюють розетки і в такому стані перезимовують. Весною,

коли проводять боронування озимих культур, бур'яни мають слабо розвинену кореневу систему, а тому значна їх кількість знищується боронами. Саме для знищення озимих та зимуючих бур'янів, що перезимували в фазі розетки, а також їх сходів, які з'явилися ранньою весною, боронування озимих посівів має найбільше значення. Також встановлено, що весняне боронування сприяє збереженню вологи, покращенню повітряного режиму, покращенню мікробіологічних процесів унаслідок чого поліпшуються умови росту й розвитку культурних рослин та підвищується їх урожайність.

Контролювання бур'янів у посівах просапних культур має свої особливості. Ріст кукурудзи, соняшника, буряків, картоплі відзначається великою нерівномірністю. Висівання рядковим способом з широким міжряддям (від 45 до 70 см) та повільним зростанням у початковий період ці культури майже не конкурують з бур'яною рослинністю за ґрунтові та космічні фактори життя.

Дослідженнями та практикою аграрних установ доведено, що вирішальну роль у боротьбі з бур'янами в посівах просапних культур належить основному обробітку ґрунту. Своєчасний і якісний основний обробіток регулює водний, поживний та повітряний режими ґрунту, майже повністю знищує бур'янову рослинність, створює сприятливі фітосанітарні умови в агроценозах. Також встановлено, що найбільше очищається оброблюваний шар ґрунту від насіння і органів вегетативного розмноження бур'янів за напівпарової та поліпшеної (пошарової) систем зяблевого обробітку. Проте, ці обробітки не запобігають появі сходів бур'янів у весняно-літній період. Тому, при масовому з'явленні бур'янів у фазі «білої ниточки» просапні культури боронують зубовими, гольчастими, сітчастими та іншими боронами. Кількість боронувань залежить від кількості й рясності бур'янів, стану розвитку культурних рослин, типу та стану ґрунту тощо. В міру розвитку культурних рослин проводять міжрядні обробітки для знищення бур'янів у міжряддях, проводять підгортання культурних рослин для присипання і знищення бур'янів у рядках кукурудзи, соняшника, картоплі та інших культур. Своєчасний і якісний догляд за посівами створює оптимальні умови для росту, розвитку й продуктивності культурних рослин.

Поряд з механічною дією робочих органів і знарядь на контролювання бур'янів у посівах культурних рослин у виробництві запроваджують фізичні та біологічні заходи.

Фізичні заходи знищення бур'янів об'єднують застосування тепла, електричного струму, електромагнітного поля, ультразвуку, радіаційного впливу результатом яких є загибель вегетуючих бур'янових рослин або їх насіння. Недоліком фізичних заходів контролювання бур'янових рослин, попри їх екологічність, є значні витрати енергії та висока вартість застосування.

Біологічні заходи контролю бур'янів полягають у застосуванні в якості протибур'янових засобів живих організмів або їх метаболітів. Відомі чотири типи таких заходів. Перший із них носить назву гербіфаги, якими є представники тваринного світу, що використовують бур'яни для свого живлення. Другий тип біологічних засобів для знищення бур'янів являють собою фітопатогени, збудники хвороб, що вражають їх. Третій тип представлений біогербіцидами, фітоксичними метаболітами грибів, бактерій, вірусів тощо. Окремим типом

біологічних протибур'янових засобів вважаються фітогербіциди – токсичні для бур'янів метаболіти рослин виділені з їх тіла або створені синтетичні препарати на їх основі.

Перевагою біологічних засобів контролю забур'яненості посівів є їх екологічна безпечність для навколишнього середовища. Проте їх практичне застосування обмежує значна вартість та залежність технічного ефекту від погодних умов. В даний час у світовому землеробстві триває пошук екологічно безпечних, господарськи і економічно ефективних біологічних засобів контролю забур'яненості посівів.

**Хімічні заходи контролювання бур'янів у посівах культурних рослин.** Про можливість знищення рослин хімічними речовинами було відомо досить давно. Проте тільки в ХІХ сторіччі встановили, що окремі хімічні речовини знищують одні рослини не пошкоджуючи при цьому інших. Фітотоксичні властивості були виявлені у мідного та залізного купоросу, азотно-кислої міді, натрієвої селітри, сульфату амонію, каїніту, ціанаміду кальцію, сірчаної кислоти тощо. З часом фітотоксичні властивості виявлено у кількох тисячах хімічних сполук, а найефективніші з них – феноксикарбонові кислоти, триазини, фенілсечовини, сульфонілсечовини, карбамати стали основою виробництва гербіцидів, речовин для знищення бур'янів.

Хімічні речовини, які застосовують для знищення бур'янів, називають гербіцидами. Ця назва походить від латинських слів – herba – трава і caedere – вбивати.

За хімічним складом гербіциди поділяють на органічні та неорганічні. Переважна більшість високоефективних гербіцидів – це складні органічні сполуки різних класів, такі як: N-феніл-фталаміди (флуміоксазин); бензофурані (етофумезат, пендиметалін); динітроаніліни (пендиметалін, трифлуралін); дифенілефіри (аклоніфен, оксифлуорфен); ізоксазоли (ізоксафлютол); ізоксазолідіони (кломазон); імідазоліони (імазетапір); квінолінкарбоксикислоти (квінмерак); оксіацетаміди (флуфенацет); піралідони (флуорохлоридон); піридазенони (хлоридазон); триазини (атразин, прометрин, тербутилазин); триазинони (метамітрон, метрибузин); трикетони (мезотріон, s-метолахлор, ацетохлор); хлороцетаміди (диметенамід-П, метазахлор, пропізохлор); карбамати (асулам); піридинкарбоксамиди (дифлюфенікан); похідні біпіриділія (дикват); хлорфеноксикарбонові кислоти (2,4-Д, 2М-4Х, онікс ХЛ, 2М-4ХМ, 2,4-ДП), ФОС (гліфосат) та багато інших.

За токсичністю всі гербіциди поділяють на чотири класи:

- надзвичайно небезпечні – ЛД<sub>50</sub> менше 15 мг/кг живої маси
- високо небезпечні – ЛД<sub>50</sub> 15-150 мг/кг живої маси
- Помірно небезпечні – ЛД<sub>50</sub> 151 – 500 мг/кг живої маси
- Мало небезпечні – ЛД<sub>50</sub> більше 5000 мг/кг живої маси

За характером дії на рослини гербіциди поділяють на дві групи: вибіркової (селективної) та суцільної (загальної) дії. Гербіциди вибіркової дії за певних норм застосування знищують тільки бур'яни, не пошкоджуючи при цьому культурні рослини. Вони широко застосовуються для хімічного прополювання зернових культур, буряків цукрових, кукурудзи, ріпаку, соняшника тощо.

Гербіциди суцільної дії знищують і бур'яни і культурні рослини. Їх застосовують для повного знищення бур'янів у каналах при будівництві штучних водоймищ, а також для боротьби з особливо злісними бур'янами (гірчак степовий звичайний, пирій повзучий тощо).

За способом дії (характер пошкодження рослин) гербіциди вибіркової та суцільної дії поділяють на контактні і системні. Контактні гербіциди діють на ті органи рослин, на які потрапляють, викликаючи пошкодження листя й стебел в наслідок реакції, що відбувається між хімічною речовиною і рослиною, або в наслідок зневоднення тканини рослин. Системні гербіциди проникають в органи рослин (корені, листя) і через провідні тканини кореня чи стебла – в зони і точки росту. Там вони викликають фізіолого-біохімічні відхилення патологічного порядку, зовсім змінюють обмін речовин і через деякий час рослини гинуть.

За способом застосування виділяють гербіциди для внесення в ґрунт до сівби або до появи сходів рослин (так звані ґрунтові гербіциди) та гербіциди, якими обприскують рослини під час вегетації. Необхідно відзначити, що вказані поділи є до певної міри умовними. Так, високі норми селективних гербіцидів можуть знищувати всю рослинність. В одних випадках вони можуть застосовуватися як ґрунтові, а в інших – по вегетуючих рослинах (група 2,4-Д).

Для повного знищення різних видів бур'янів хімічна промисловість випускає комплексні або комбіновані гербіциди, до складу яких входить дві або більше різних хімічних сполук.

Щорічно в Україні Міністерством захисту довкілля та природних ресурсів України здійснюється видання: «Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні». Дане видання призначене для широкого кола спеціалістів сільського господарства, працівників органів виконавчої влади, наукових співробітників, студентів сільськогосподарських навчальних закладів. У виданні подаються регламенти застосування і норми витрати препаратів, які забезпечують необхідну ефективність та безпечність застосування.

## Висновки

1. Шкодочинність бур'янів у посівах сільськогосподарських культур є результатом гострої конкуренції культурних рослин з дикорослими за фактори життя.

2. Бур'яни надзвичайно різноманітні за морфологічними, біологічними та екологічними особливостями, тому їх слід обов'язково враховувати при розробленні стратегії захисту культурних рослин.

3. Найефективніший контроль бур'янів у посівах сільськогосподарських культур забезпечує система інтегрованого захисту, яка включає запобіжні (профілактичні), знищувальні та спеціальні заходи.

### Питання для самоконтролю

1. Поняття про бур'яни та їх походження.
2. Що таке шкода від бур'янів?
3. Які біологічні властивості бур'янів дозволяють їм успішно пристосовуватися до співіснування з культурними рослинами в агроценозах та знижувати кількість врожаю і його якість.
4. Поясніть поняття плодючості бур'янів.
5. Життєздатність та довговічність насіння бур'янів.
6. Польова схожість насіння бур'янів та виживання їх сходів у агроценозах.
7. Які існують шляхи розповсюдження бур'янів у агроценозах?
8. Що лежить в основі агробіологічної класифікації бур'янів?
9. У чому полягає інтегрована система захисту посівів від бур'янів?
10. Опишіть запобіжні (профілактичні) заходи контролювання бур'янів.
11. Які знищувальні заходи контролювання бур'янів відомі на сьогодні?
12. У чому полягають спеціальні заходи контролювання бур'янів?
13. Агротехнічні заходи контролювання бур'янів у посівах культурних рослин.
14. Яка роль обробітку ґрунту в інтегрованій системі захисту сільськогосподарських культур від бур'янів?
15. Хімічні заходи контролювання бур'янів у посівах культурних рослин.
16. Як гербіциди класифікуються за хімічним складом, токсичністю та способом дії?

## РОЗДІЛ 5

### ЯКІСТЬ ТА СІВБА НАСІННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

*У результаті опрацювання даного розділу здобувач освіти:*

*Набуде фундаментальних знань щодо показників якості насіння культурних рослин та оптимальної геометрії розміщення його по площі (способи сівби).*

*Отримає цілісні уявлення про агротехнічні вимоги до якості сівби сільськогосподарських культур, зокрема, строки сівби, норми висіву, глибина, прямолінійність тощо.*

#### 5.1. Основні показники якості насіння

Насіння (насінний матеріал) – поняття широке в агрономії. Це переважно різні плоди – зернівки, сім'янки, однонасінні плоди (боби, горішки, частини плодів тощо), а також органи вегетативного розмноження (бульби, іноді дрібні плоди тощо).

Найпоширенішим насінним матеріалом у агрономії є зернівки (зернові колосові та зернобобові), сім'янки (соняшник, морква), горішки (гречка, буряки), однонасінні боби (еспарцет, буркун), бульби (картопля, топінамбур) тощо.

Якісний насінний матеріал дає змогу без додаткових біологічних, енергетичних (добрива, пестициди) та інших затрат забезпечити належний ріст, розвиток та продуктивність рослин, знизити негативний вплив бур'янів, шкідників, хвороб і на цій основі підвищити врожайність культур і якість вирощеної продукції, поліпшити екологічний стан кожного поля та довкілля в цілому.

Насіння характеризується сортовими, посівними та врожайними властивостями. При цьому велике значення має чистота, схожість, посівна придатність, енергія проростання, маса 1000 насінин, натура насіння, вирівняність, пошкодженість, яке висіватимуть. Якщо насіння відповідає цим вимогам, його називають кондиційним (див. ДСТУ 2240-93).

Товаровиробник зобов'язаний висівати насіння 1–3 категорії. Заборонено сіяти некондиційне насіння.

*Схожість насіння.* Схожість – один з основних показників якості насіння, це кількість насіння, яке проросло у встановлений для певної культури термін (6–10 днів). Вона виражається у відсотках до загальної кількості насіння. Від схожості насіння залежить його посівна якість, густота посіву та рівномірність розподілу стеблестою. Схожість насіння формується в процесі вирощування і значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов та технології вирощування (особливо від системи удобрення та водного режиму). На якість насіння також впливає його дозрівання та організація збирання врожаю, а також його доробка (очищення, підсушування, калібрування).

Насінницькі посіви необхідно збирати в повній стиглості. Під час збирання необхідно контролювати й здійснювати всі заходи, які зменшують травмування насіння.

*Чистота насіння.* Це маса чистого насіння певної культури у відсотках до загальної його маси. Наприклад, для пшениці, згідно ДСТУ 2240-93, перша категорія сортової чистоти повинна становити 99,5 %, друга – 98 %, третя – 95 %. В агрономії великого значення набувають показники засміченості насіння бур'янами, ураженість його шкідниками та хворобами. Все це вимагає проведення технологічних заходів, на насінницьких посівах, з метою захисту рослин від шкідливих організмів. Так, в одному кілограмі насіння найвищої якості має бути не більше 10 штук насінин інших рослин, з них насіння бур'янів – не більше 5 штук, другого класу – 40 штук, у тому числі бур'янів 20 штук. Чим нижчий клас (репродукція) насіння, тим більша загроза його засміченості. Тому необхідно дотримуватися суворих правил щодо кількості репродукцій посівного матеріалу та його засміченням насінням важко відокремлюваних культур. Так, насіння ячменю в пшениці та житі важко відокремити, оскільки їх будова, розміри і маса подібні. Звідси, на всіх етапах виробництва насіння цих культур необхідно дотримуватися технології чистоти. При розмноженні насіння різних репродукцій слід дотримуватися правила: сівбу починати з нижчих, а збирання насінних посівів – з вищих репродукцій. Завдяки цьому не допускається змішування насіння навіть у межах одного сорту однієї культури між репродукціями.

При збиранні насіннєвих посівів найбільш ймовірним є механічне змішування насіння. Тому, перед переведенням на обмолот іншої культури або сорту необхідно ретельно очистити всі агрегати комбайна. При обмолоті іншої культури чи сорту перший бункер намолоченого насіння доцільно використовувати на товарні або фуражні цілі. Це не лише сприяє забезпеченню видової та сортової чистоти насіння, й а запобігає механічній засміченості його насінням бур'янів, ураженості хворобами та шкідниками.

*Вологість і зберігання насіння.* Збереженість насіннєвого матеріалу значною мірою залежить від його вологості. В умовах України базовою вологістю насіння зернових культур вважається 14–15 %, а соняшнику і льону – 11–12 %. Таке насіння добре зберігається протягом тривалого періоду без зниження насіннєвих якостей. При підвищеній вологості насіння в сховищах сомозігрівається, уражується хворобами, пошкоджується шкідниками тощо. Підвищена вологість насіння, навіть на 2 % порівняно зі стандартами, знижує його посівні якості. Таке насіння, як правило, використовують на продовольчі та фуражні цілі.

Після збирання насіння сільськогосподарських культур з підвищеною вологістю слід досушувати залежно від особливостей культури та вмісту вологи в насінні. Чим вища вологість насіння, тим менша має бути температура сушіння. Слід пам'ятати, що температура повітря при сушінні має бути не вище 45° С. Досвід засвідчує, що насіння зібране за підвищеної вологості важко піддається сушінню. Вологе насіння бобових культур погано зберігається, швидко зігрівається і, як наслідок, псується.

У насінному матеріалі за підвищеної вологості часто зустрічаються грибкові хвороби, зокрема сажка. Кондиційне насіння за посівними стандартами не повинно мстити збудників сажки. Регламентується також вміст у насінні склеротій.

Мікроорганізми, які впливають на посівні якості насіння, поділяють на дві групи: мікроорганізми, що уражують насіння під час вирощування і мікроорганізми, які розвиваються під час зберігання. Сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів при зберіганні насіння складаються за підвищеної вологості й температури. У вологій неочищеній масі вони розвиваються швидко, в наслідок чого температура насінневої маси підвищується, що призводить до самозігрівання насіння. Тому після обмолочування обов'язкове очищення насінного матеріалу з метою зниження його вологості.

*Механічне пошкодження насіння.* Насіння пошкоджується під час обмолочування, очищення, протруювання тощо. Ступінь його травмованості залежить від регулювання роботи механічних машин та їх агрегатів, біологічної фази розвитку рослин, виду та сорту сільськогосподарських культур. Найшкідливішими є мікропошкодження в зоні зародка насінини, механічні пошкодження зародка та ендосперму. Це погіршує якісні показники насіння, його зберігання, знижуються хлібопекарські, технологічні та посівні якості тощо.

Висіане травмоване насіння знижує його схожість, послаблює ріст і розвиток рослин. На пошкоджених місцях насінини розвиваються колонії грибів, що часто є причиною його загибелі.

Сучасні механізми, які застосовують у технології вирощування, зберіганні, доробці насіння не запобігають певного його травмування. Так, травмування насіння при механічній доробці залежить від його вологості. Встановлено, що при вологості насіння понад 20 % відбувається досить значне його травмування і може повністю пошкоджуватися зародок. Для всіх польових культур оптимальна вологість збирання та механічної доробки насіння становить 15–16 %.

Здійснення комплексу заходів щодо зменшення травмування насіння економічно вигідно, оскільки забезпечує додатковий вихід кондиційного насіння. Це важливо при розмноженні насіння супереліти та еліти, а також першої репродукції нових перспективних сортів польових культур.

Одним із заходів зменшення шкоди від механічного пошкодження є протруєння насіння, яке нейтралізує шкідливу мікрофлору на насінні. Протруєння слід поєднувати з інкрустацією, додаючи пестициди до плівкоутворювача. Протруювання з інкрустацією слід проводити перед сівбою. Не варто завчасно протруювати насіння з підвищеною вологістю. Протруювання проведене завчасно знижує схожість насіння до 25 %. Інкрустація насіння підвищує врожайність зернових культур до 10–15 %. Закріплені в плівці на насінні пестициди не розпилюються і не змиваються з нього, перешкоджаючи проникненню шкідливої мікрофлори в насіння навіть у ґрунті. Травмуванню насіння запобігають дотриманням технології вирощування на насінницьких полях, що забезпечує рівномірний ріст і розвиток рослин.

*Енергія проростання.* Кількість насінин, що проросло за перші 3–4 дні, показує його енергію проростання. Насіння, що має високу енергію проростання, дає дружні сходи, які менше пригнічуються бур'янами, більш конкурентні з іншими рослинами за фактори життя і більш стійкі до несприятливих умов.

*Натура насіння (об'ємна маса).* Це маса насіння в об'ємі 1 літр. Чим вона більша, тим вища якість насіння. Натура насіння, маса 1000 насінин змінюються від ґрунтово-кліматичних умов вирощування насіння, особливостей сорту, технології вирощування тощо. Знаючи натуру насіння визначають загальну його масу в господарстві, приміщенні тощо.

## 5.2. Сівба сільськогосподарських культур

Сівба – це розподіл насіння по площі та загортання його в ґрунт на задану глибину. Сівба – найважливіший агротехнічний захід, від якості та своєчасності його проведення значною мірою залежить рівень врожайності. За способом розміщення насіння на площі розрізняють *розкидну сівбу та рядкову*.

*Розкидна сівба* – насіння розкидають по поверхні ґрунту хаотично, не дотримуючись певного порядку. Виконують його вручну або розкидними сівалками. Геометричне розміщення насіння рослин по площі наближається до кола або квадрата, що оптимізує використання водного, поживного, теплового, повітряного та світлового режимів. Найчастіше таким способом висівають сидеральні культури та багаторічні бобові трави. Для цього можна використовувати розкидні сівалки, які агрегуються до ґрунтообробної техніки або безпосередньо до трактора та висівають ці культури одночасно з обробітком ґрунту (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Розкидні сівалки фірми Lechner

Джерело фото: <https://www.lechner.eu/en/>

Посіви польових культур – могутні фотосинтезуючі системи, які здатні поглинати світлову енергію у 2–5 разів більше, ніж природні угіддя, в тому числі лісові насадження, луки, пасовища тощо. За інтенсивного вирощування польових культур рослини поглинають 8–10 до 15 % і більше ФАР (фотосинтетична активна радіація).

Для оптимального проходження фотосинтезу посів повинен мати оптимальну площу листової поверхні. Дослідженнями встановлено, що для зернових колосових (пшениця озима і яра, ячмінь озимий і ярий, жито, овес

тощо), кукурудзи, соняшника, картоплі, коренеплодів, сорго, баштанних, овочевих оптимальною площею листової поверхні на 1 га посіву буде від 40–50 до 60 тис. м<sup>2</sup> на 1 га, або від 4–5 до 6 м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup>, тобто листовий індекс у посіві становитиме, відповідно, 4/1; 5/1; 6/1.

Оптимальна площа листової поверхні (40–60 тис. м<sup>2</sup>/га) має припадати на період активної вегетації рослин (початок генеративного періоду до утворення плодів, наливу зерна, молочної стиглості – залежно від виду культури). Показником оптимального проходження фотосинтезу є продуктивність рослин. Вважається оптимальним, коли на 1 м<sup>2</sup> площі листової поверхні в зернових, бобових, картоплі, коренеплодів та інших культур асимілюється 4–6 г органічної речовини за добу.

Крім чистої продуктивності фотосинтезу використовують такий показник, як фотосинтетичний потенціал посіву (ФПП). Він означає сумарну листову поверхню, яка брала участь у фотосинтезі від початку вегетації до закінчення фотосинтезу. Для визначення ФПП з початку обчислюють середню площу листової поверхні міжфазних періодів вегетації. Наприклад у кукурудзи: від фази 5 листків до фази 12 листків; 12 листків – утворення і викидання суцвіть; викидання суцвіть – молочна стиглість; молочна стиглість – молочно-воскова (або воскова) стиглість. Сума цих показників робочої поверхні листків по міжфазних періодах становить загальну площу листової поверхні, яка брала участь у фотосинтезі за весь період вегетації культури – сумарний фотосинтетичний потенціал посіву (СФПП). У різних культур СФПП може дорівнювати 1,5–2,5–3,0 до 6,0 г органічної речовини за добу. Він залежить від багатьох факторів – виду та сорту (гібриду) культури, густоти посіву (в т. ч. й геометрії розміщення рослин по площі), умов живлення, зволоження, освітлення, температури повітря й ґрунту, фітосанітарного стану тощо. Рослини пізніх сортів і гібридів польових культур розвивають більшу поверхню листків і довше вегетують. В результаті одержують більш високі врожаї зерна, коренеплодів, бульбоплодів та іншої продукції.

Узагальнюючим показником продуктивності різних культур є вихід сухої речовини врожаю вирощуваних культур. Для умов Полісся низьким є 8–10 т/га, середнім – 12–14 і високим показником є 16–18 т/га; Лісостепу: низьким – 16–17 т/га, середнім – 20–22 і високим – 24–26 т/га; Степу: низьким є 11–12 т/га, середнім 21–22 і високим – 26–30 т/га.

Для створення оптимальних умов фотосинтезу велике значення має просторове й кількісне розміщення рослин на площі, яке забезпечується способом сівби і нормою висіву насіння.

Кращі умови для росту, розвитку, фотосинтезу й продуктивності рослин створюються за наближення їх до геометричного розміщення кола або квадрату. Це створюється за розкидного способу сівби. За розосередженого розміщення рослин на площі покращується використання вологи, поживних речовин, світової енергії сонця та інших земних та космічних факторів життя.

Проте, головним недоліком розкидного способу сівби є заробка насіння в ґрунт на оптимальну глибину. За такого способу сівби все насіння розміщується на поверхні ґрунту. У переважній більшості заробляють насіння в ґрунт

механічним способом за допомогою зубових, голчастих, пружинних та дискових борін. У результаті цього висіяне насіння розміщується в розпушеному шарі ґрунту від його поверхні до глибини 5–6 см і більше (на глибину механічної дії робочих органів борін). Розпушеність ґрунту не створює належного контакту насіння з ґрунтом, що погіршує надходження вологи до висіяного насіння. Обов'язковим заходом, одночасно з заробкою насіння, є коткування кільчасто-шпорових котками, які руйнують надлишкові грудки, ущільнюють підповерхневий шар ґрунту, вирівнюють поверхню поля і, головне, створюють контакт насіння з ґрунтом. Поряд з цим відбувається нерівномірне розміщення насіння за глибиною. Нашими дослідженнями встановлено, що до 30 % насіння розміщене в шарі від поверхні поля до глибини 3 см. Часто цей шар ґрунту пересушений, особливо це відбувається за сівби озимих зернових. Недостатня кількість доступної вологи впливає на зрідженість посівів і нерівномірність проростання, з'явлення сходів рослин має розтягнутий період. Близько 50 % насіння потрапляє в оптимальні умови за глибиною (від 3 до 5 см), що сприяє отримання дружніх і повних сходів культурних рослин в оптимальні терміни. Такі рослини є найбільш конкурентного здатними за фактором життя – вологу, поживні речовини, світло.

Близько 20 % насіння культурних рослин потрапляє на глибину 5–6 см і глибше, що є критично для рослин з дрібним насінням, для насіння, яке виносить на поверхню ґрунту сім'ядолі, для насіння з низькою енергією проростання тощо. Отримані сходи з такого насіння слабо розвинені, слабо конкурентні за фактори життя порівняно з добре розвиненими культурними рослинами та бур'янами.

При сівбі просапних культур (буряків, соняшника, кукурудзи, картоплі тощо) відсутні міжряддя за допомогою яких відбувається догляд за посівами – внесення добрив (підживлення), контролювання бур'янів, підгортання рослин у рядку тощо. Поряд з цим надзвичайно проблемним є збирання просапних культур, особливо буряків і картоплі. Тому, розкидний спосіб застосовують дуже рідко, здебільшого при вирощуванні кормових культур на зелену масу, сіно чи сінаж, під час освоєння схилівих земель, засівання заболочених (перезволожених) територій тощо.

*Рядковий спосіб сівби* – спосіб сівби з розміщенням насіння рядами (ДСТУ4691:206).

Рядковий спосіб сівби забезпечує рівномірне розміщення насіння по всій площі посіву і загортання його на однакову глибину в зволожений шар ґрунту. Виділяють такі рядкові способи сівби, згідно ДСТУ 4691:206:

- *пунктирна сівба* – рядковий спосіб сівби з рівномірними розміщенням у рядку одиничних насінин (рис. 5.2). Густота рослин на площі посіву за такої сівби визначається кількістю висіяного насіння на 1 м рядка. Ширина міжрядь за такого способу сівби, зазвичай, становить 45 см і більше. Такий спосіб застосовують при вирощуванні буряків цукрових, столових, кормових, кукурудзи, соняшника та інших культур. У таких посівах для рослин створюються кращі умови поживного, водного, світлового та теплового режимів



**Рис. 5.2. Сходи буряків цукрових висіаних пунктирним способом**

Автор фото: Павлов О. С.

стану, що підвищує урожайність та якість продукції рослинництва. Цим способом висівають зернові колосові культури;

- *звичайна рядкова сівба* – рядковий спосіб сівби з міжряддям від 10 до 25 см, у рядку насіння розміщують залежно від біологічних та морфологічних властивостей – через 5–20 см (рис. 5.3);



**Рис. 5.3. Сходи ячменю ярого, висіаного звичайним рядковим способом**

Автор фото: Павлов О. С.

- *вузькорядна сівба* – рядковий спосіб сівби з міжряддям не більше 10 см, у рядку насіння розміщують через 2–10 см. Цей спосіб сівби забезпечує рівномірне розміщення насіння по площі, геометричне розміщення якого наближається до квадрату або прямокутника. Цим досягається краще освітлення рослин протягом усього сонячного дня, що посилює фотосинтез і підвищує стійкість рослин до вилягання. Вузькорядна сівба сприяє ефективному використанню водного та поживного режимів, сприяє покращенню фітосанітарного

- *широкорядна рядкова сівба* – рядковий спосіб сівби з міжряддям понад 25 см, у рядку насіння розміщують залежно від біологічних та морфологічних властивостей – через 5–20 см. Застосовують за вирощування культур, що потребують відносно великих площ живлення (соняшник, кукурудза, буряки цукрові та кормові, картопля, бавовник, овочеві культури тощо). У широкорядних посівах є можливість застосовувати міжрядний обробіток для контролювання бур'янів,

розпушувати ґрунт у період вегетації рослин, здійснювати підживлення тощо;

- *перехресна сівба* – рядковий спосіб сівби у взаємо перпендикулярних напрямках. Проводять його рядковими сівалками, які переміщуються по полю перехресно – вздовж і впоперек поля. Сівалки встановлюють на висівання половини норми висіву насіння. За більш рівномірного розміщення насіння приріст урожаю зерна становить до 0,5 т/га порівняно з врожаєм культур висіяних звичайним рядковим способом. Проте, перехресна рядкова сівба має певні недоліки, які обмежують її широке застосування у виробництві. Сівбу проводять у двох напрямках і насіння загортають на неоднакову глибину. На перехрестях створюється загущення посівів, що призводить до загострення конкуренції рослин за фактори життя і неодноразовості дозрівання. За такого способу сівби подовжуються її строки проведення, повторні проходи агрегату погіршують агрофізичні властивості ґрунту, втрачається волога і збільшуються затрати на сівбу;

- *стрічковий спосіб сівби* – це рядковий спосіб сівби за якого кілька зближених рядків розділяють ширшими міжряддями. Відстань між окремими рядками, кількість яких може бути 2–3 і більше, стрічки становить від 7 до 15 см, а між стрічками від 45 до 60–70 см. Цей спосіб сівби запроваджують для культур з невеликими площами живлення, які найбільше зустрічаються в овочівництві для вирощування зеленних та салатних культур (цибуля, салати, кріп, столові буряки, морква тощо). Також у виробництві таким способом висівають кукурудзу (рис. 5.4). Через повільний ріст цих культур вони у початковий період пригнічуються бур'янами, тому ширші міжряддя стрічкових посівів обробляють культиваторами. Для такої сівби використовують звичайні рядкові або овочеві сівалки з відповідно розставленими сошниками;



Рис. 5.4. Сходи кукурудзи висіяної стрічковим способом

- *гніздовий спосіб сівби* – це рядковий спосіб сівби з груповим розміщенням насіння у рядку. Насіння розміщують по кілька штук в окремі гнізда. Для цього використовують спеціальні сівалки. Основна перевага гніздового способу сівби полягає в економії насіння, ефективному використанні доступної вологи, поживних речовин та світлового режиму. У гніздових посівах механізований обробіток міжрядь застосовують тільки в одному напрямку;

- *квадратний спосіб сівби* – це рядковий спосіб сівби насіння з розміщенням поодиноких насінин по кутах квадрата;

- *квадратно-гніздовий спосіб сівби* – це рядковий спосіб сівби насіння з розміщенням груп насінин по кутах квадрата.

Ці способи сівби характеризуються тим, що насіння спеціальними сівалками розміщують поодиноким (квадратний спосіб) або групами (гніздами за квадратно-гніздового способу) по кутах квадрату з відстанню  $40 \times 40$ ,  $50 \times 50$ ,  $60 \times 60$  або  $70 \times 70$ . Ці способи сівби застосовують при сівбі високостебельних просапних культур (кукурудза, сорго, бавовник, соняшник, ріцина тощо). У таких посівах повністю проводять механізований догляд за посівами;

- *борозенний спосіб сівби* – це рядковий спосіб сівби в спеціально створені ґрунтові борозни. Це дає можливість загорнути насіння на дно утвореної борозенки. Такі посіви застосовують у посушливих регіонах, де верхній шар ґрунту навесні швидко втрачає вологу. Борозенну сівбу проводять спеціальними сівалками обладнаними борозноутворювачами;

- *гребневий спосіб сівби* – це рядковий спосіб сівби у спеціально створені ґрунтові гребені. Даний спосіб сівби застосовують у районах надмірного зволоження. Насіння висівають у гребені утворені спеціальними сівалками. Це сприяє кращому забезпеченню насіння і рослин повітрям, теплом і поживними речовинами. Гребневий спосіб сівби найбільш ефективний на важких за механічним складом безструктурних ґрунтах. Встановлено, що вирощування картоплі гребневим способом посадки сприяє підвищенню врожайності бульб на 3–5 т/га, порівняно з традиційною технологією вирощування.

### 5.3. Якісні показники сівби

*Глибина сівби* – це відстань від поверхні ґрунту до висіяного насіння. За оптимальної глибини заробки насіння створюються найкращі умови для його проростання і появи сходів. Глибина заробки залежить від морфологічних і біологічних властивостей культури, а також розміру насіння. Так, на меншу глибину сіють насіння культур, які під час проростання виносять сім'ядолі на поверхню ґрунту (соя, люпин, квасоля, буряки цукрові та кормові). На меншу глибину висівають насіння дрібне за розмірами – льон, конюшина, люцерна, ріпак, просо тощо. Чим крупніше насіння, тим глибше за певних умов можна його сіяти. Так, кукурудзу можна сіяти на глибину до 6–8 та навіть 10 см, пшеницю – 5–6 см, горох – 5–6 см, соняшник – 4–5 см. Проте, рішення про глибину розміщення насіння будь-якої сільськогосподарської культури приймають на основі умов, які створюються на момент сівби: гранулометричний склад ґрунту, вологість та температура ґрунту, строки сівби, якість насіннєвого матеріалу. Для

прикладу, приблизна глибина загортання насіння пшениці, жита, вівса, ячменю на легких ґрунтах може складати 4,5–6,0 см, на середніх вологих – 2,5–4,5 см, сухих – 4–5 см, важких – 2,0–4,0 см, в зоні вітрової ерозії – 6–8 см. При цьому, кількість насіння, заробленого на задану глибину, повинно бути не менше 80 %. Дуже важливим є рівномірність розміщення насіння за глибиною. Нерівномірне загортання приводить до розтягнутого, неодночасного проростання насіння, погіршення умов для росту, розвитку і продуктивності вирощуваних культур. Якщо сівбу проводять в оптимальні строки, то насіння висівають на глибину прийняту для даної культури. При запізненні з сівбою, коли верхній шар ґрунту пересихає, насіння заробляють дещо глибше. В озимих зернових вузол кущення закладається близько від поверхні ґрунту – на глибині 2–3 см. При неглибокому його заляганні (на глибині 1–2 см) виникає загроза вимерзання рослин.

Отже, отримання дружніх і повних сходів вирощування культур залежить від рівномірної та оптимальної глибини заробки насіння на всьому полі. Це забезпечується основним та передпосівним обробітком ґрунту – створенням оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту.

*Строки сівби* – це сівба в оптимальні та стислі агротехнічні строки для даної культури. За своєчасної і якісної сівби рослини краще забезпечуються вологою, поживними речовинами, теплом, ґрунтовим повітрям, добре вкорінюються, розвиваються та формують стійкість до несприятливих умов. Строки сівби залежать від біологічних особливостей культур і умов навколишнього середовища.

Ярі культури – це сільськогосподарські культури, які формують і дають урожай в рік їх сівби. Для цих культур велике значення має температура проростання насіння і здатність сходів протистояти можливим весняним заморозкам. За строками сівби вони поділяються на ранні, середні та пізні.

До культур ранніх строків сівби належать овес, ячмінь ярий, пшениця яра, вика, горох, льон, багаторічні бобові та злакові трави, морква тощо. Насіння їх проростає за температури ґрунту на глибині заробки насіння від 1 до 5° С вище нуля. Сходи цих культур не пошкоджуються весняними приморозками.

Для культур середнього строку сівби (буряки цукрові і кормові, соняшник, картопля, кукурудза тощо) температура ґрунту на глибині заробки насіння повинна бути не меншою 6–8° С. За нижчих температур насіння затримується у проростанні, сходи цих культур пошкоджуються весняними приморозками.

Культури пізнього строку сівби (соя, квасоля, гречка, просо, рис, бавовник, баштанні тощо) – насіння проростає за температури ґрунту на глибині його заробки у 8–10° С.

Озимі культури – це сільськогосподарські культури, які формують і дають урожай на другий рік сівби.

Оптимальні строки сівби озимих культур встановлюють такі, щоб рослини встигли дати дружні і повні сходи, розкущилися і нагромадили в тканинах достатню кількість захисних поживних речовин (вуглеводів), які посилюють їх зимостійкість. Пшениця і жито озимі, ячмінь озимий для цього потребують суму ефективних температур у кількості 450–550° С, це близько 45–50 днів осінньої вегетації.

За ранніх строків сівби озимі переростають (утворюють надлишкову вегетативну масу), пошкоджуються грибовими хворобами і шкідниками (особливо гесенською мухою), знижують зимостійкість і, як наслідок, продуктивність озимих культур. Тому, на таких посівах рекомендовано проводити перші інсектицидні та, особливо, фунгіцидні обробки ще в осінній період. Також, обов'язковою є їхня рістрегуляція, що дозволяє суттєво підвищити шанси на перезимівлю даних посівів. Отже, оптимальні строки сівби озимих культур в кожному господарстві встановлюються на основі даних дослідних установ і передового досвіду, відповідно до ґрунтового-кліматичних умов місця розташування господарства.

*Норма висіву* – це кількість насіння, яке висівають на 1 га площі посіву. Нормою висіву регулюють оптимальну густоту посіву, що сприяє утворенню оптимальної для даного виду і сорту листової поверхні. Вважається, що посіви зернових, зернофуражних, бобових, картоплі, соняшника та інших культур повинні мати листову поверхню у межах 45–60 тис. м<sup>2</sup> га. При меншій або більшій площі листя погіршуються умови фотосинтезу посіву. Недостатня площа асиміляційної поверхні не лише знижує продуктивність фотосинтезу, а й сприяє значній частині світлового потоку проникати на поверхню ґрунту, що призводить до небажаних втрат вологи та підвищення температури ґрунту і повітря у посіві.

Задовільні показники чистої продуктивності фотосинтезу в посівах сільськогосподарських культур складають 3–4, добрі – 4–6, дуже добрі – понад 6 г сухої речовини на 1 м<sup>2</sup> площі листків за добу.

Для забезпечення вказаних площі листової поверхні та чистої продуктивності фотосинтезу оптимальною густотою стояння стеблистою має бути: пшениці, ячменю, жита – має становити близько 4,5–7,0 млн генеративних стебел на 1 га; гороху – 1,0–1,2; сої – 0,8–1,0; кукурудзи на зерно в Лісостепу і Поліссі – 60–80, на силос – 80–100, в Степу відповідно 50–60 і 60–70 тис. стеблистою на 1 га; картоплі – 50–70 тис. кущів; буряків цукрових – 100–110 тис.; соняшнику – 50–60 тис. рослин на 1 га.

Для забезпечення запланованої густоти посіву (рослин чи стебел) враховують не лише посівну придатність насіння, а й його польову схожість у конкретних умовах поля, а також випадання рослин у процесі вегетації. Польова схожість залежить від вмісту вологи в ґрунті, температури, механічного складу ґрунту, якості підготовки площі поля для сівби, фракції насіння тощо.

Норму висіву насіння ( $H_v$ , кг/га) сільськогосподарських культур визначають за формулою:

$$H_v = \frac{DM}{KP}, \quad (5.1)$$

де:  $D$  – кількість насіння з урахуванням зрідження при механічному догляді, млн шт. на 1 га;

$M$  – маса 1000 насінин, г;

$K$  – посівна придатність насіння, %;

$P$  – польова схожість, %.

#### 5.4. Оцінка якості сівби сільськогосподарських культур

Сівба – один з найвідповідальніших заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур. Якість сівби має контролюватися систематично і постійно, протягом усього технологічного заходу. Остаточно сівбу оцінюють при з'явленні сходів. Дуже важливо постійно контролювати і якість посівного матеріалу.

*Якість сівби зернових колосових, зернобобових та інших культур суцільного посіву.* Для одержання дружніх і повних сходів сівбу слід проводити в оптимальні для кожної культури строки, з оптимальною нормою висіву розрахованої на максимальну продуктивність.

Якість сівби, насамперед, залежить від рівня кваліфікації механізаторів, підготовки і якості агрегатів, насіння, обробітку ґрунту, організації технологічних процесів сівби. Сіяти слід якісним насінням районованих чи перспективних сортів і гібридів.

Агротехнічні вимоги до якості сівби зернових колосових, зернобобових та інших культур суцільного посіву:

- *Своєчасність (без відхилення від оптимальних строків.* Своєчасність визначається порівнянням фактичного стану сівби з оптимальним.

- *Норма та рівномірність висіву насіння.* Для перевірки фактичної норми висіву безпосередньо у полі спочатку за допомогою шаблону вимірюють довжину робочої частини котушок висівних апаратів (при необхідності регулюють). Потім здійснюють контрольні вимірювання: на початку сівби або початку зміни, в кінці, а також на початку висіву іншої партії насіння, яке відрізняється посівними властивостями. Для цього в сівалку рівномірним шаром засипають відповідну кількість насіння і висівають. Потім множенням довжини гону на ширину захвату визначають засіяну площу і діленням маси висіяного насіння на цю площу розраховують фактичну норму висіву. Перевірити фактичну норму і рівномірність її висіву кожним сошником можна підрахунком кількості висіяних насінин на одному метрі рядка за формулою:

$$C = \frac{H \cdot M}{a}, \quad (5.2)$$

де: С – кількість насінин на 1 м;

Н – норма висіву, кг/га;

М – ширина міжряддя, см;

а – маса 1000 насінин, г.

Такий облік проводять по діагоналі в напрямку руху агрегату. Перевірити слід якомога більше сошників (не менше 10–15).

Швидше, але з меншою точністю (через можливу різницю коефіцієнтів пробуксовки приводних коліс) підрахунок висіяного насіння можна провести на необробленій площі або ґрунтовій дорозі.

Слід пам'ятати, що визначення норми висіву передбачає однакову швидкість руху агрегату (згідно технологічних умов) і технологію підготовки ґрунту.

Розрахунок норми висіву проводиться на рекомендовану кількість схожого насіння на один гектар.

- *Глибину загортання насіння визначають двома способами:* за допомогою мірної лінійки та бура Калентьєва. За першим розкопують рядки до глибини розміщення насіння (у поперек) після проходу двох – трьох передніх і задніх сошників, які не йдуть по слідах коліс трактора і зчіпки, на відрізок 10–20 см. Одну з лінійок слід покласти в поперек рядків, а другою заміряти відстань від знайденого насіння до нижнього боку горизонтально розміщеної лінійки. Таких замірів необхідно зробити не менше 10–15, а потім розрахувати середню величину. Аналогічно визначають глибину і в рядках, які йдуть слідами коліс.

Більш точно можна визначити глибину загортання насіння і одночасно її рівномірність за допомогою бура Калентьєва. Для цього в рядках (у 20–30 місцях) відбирають моноліти ґрунту. За допомогою спеціальної заслінки їх ділять на шари завтовшки 1–2 см, в яких і підраховують кількість насінин.

Середню глибину загортання визначають множення кількості насінин у кожному шарі на середню глибину даного шару, добутки сумують, а суму ділять на загальну кількість насінин у пробі.

Глибину загортання насіння необхідно перевірити на початку сівби і протягом дня 2–3 рази, а також при переїзді агрегату на інше поле або його частину, що відрізняються агрофізичними властивостями і технологією підготовки ґрунту.

Ширину міжрядь перевіряють при першому, другому і третьому проходах агрегату, а також не менше 2–3 разів за зміну. Стикові міжряддя між сівалками і проходами агрегату визначають шляхом знаходження насінин в крайніх сошниках сівалок і наступним вимірюванням відстані між їхніми умовними центрами. Для визначення ширини стикових міжрядь необхідно провести не менше 2–3 вимірювань після кожного з трьох перших проходів агрегату і врахувати середню величину.

- *Прямолінійність.* Щоб дотриматися прямолінійності посіву перший раз агрегат ведуть за попередньо встановленими вішками. Цей показник, як правило, визначають візуально. Разом з тим агротехнічними вимогами відхилення від умовної осьової лінії в межах 100 м не повинно перевищувати 10 см.

Слід відмітити, що сучасні агронавігатори (курсказівники) дозволяють дотримуватися прямолінійної сівби, а також уникати огріхів без використання вішок та інших пристосувань.

Дотримання прямолінійності сівби важливе не стільки для того, щоб не допустити огріхів і перекриттів, скільки для утворення ефективної технологічної колії при вирощуванні зернових культур за інтенсивною технологією.

- *Швидкість руху агрегатів.* Від швидкості руху агрегату значною мірою залежить глибина загортання насіння та його розподіл як у вертикальній, так і горизонтальній площині. При швидкості понад 5 км/год. для зернових колосових і 4 км/год для зернобобових зменшується глибина ходу сошників, погіршується точність висіву і стійкість сівалок у поздовжньо-вертикальній площині, зростає травмування насіння. Негативний вплив високої швидкості особливо позначається за наявності мікрорельєфу та недостатньо якісної підготовки ґрунту до сівби.

- *Пошкодження насіння* визначають одночасно з визначенням норми та рівномірності висіву. Для цього з висівних апаратів відбирають проби масою до 10 г (крупного насіння до 100 г) і підраховують у них кількість пошкоджених насінин. При кількості їх понад 1 % регулюють висівні апарати.

- *Відсутність огріхів і перекриття*. Огріхи і перекриття виникають за непрямої сівби, неправильного встановлення маркерів, несвоєчасного вимикання та вмикання висівного апарату на поворотах, перебоях у роботі сівалок тощо. У разі виявлення огріхів їх негайно засівають, не чекаючи сходів.

- *Вирівняність засіяного поля* перевіряють візуально по його діагоналі. Відсутність гребенів та колій свідчить про хорошу якість сівби. Висоту гребенів та глибину борозен і колій вимірюють за допомогою лінійки і метрової рейки. По довжині рейки, яку кладуть у поперек напрямку сівби, проводять заміри з інтервалом 10 см у триразовому повторенні. Середня висота гребенів, глибина борозен і слідів колій не повинна перевищувати 1 см.

*Якість сівби просапних культур*. Просапні культури сіють рядковим способом з шириною міжрядь для сої, сорго від 30 до 45 см, буряків, картоплі – 45 см, кукурудзи, соняшника – 70 см. Для картоплі використовують гребневий рядковий спосіб садіння.

Показники якості сівби просапних культур практично ті самі, що й для зернових колосових, зернобобових та інших культур суцільної сівби. Разом з тим просапні культури потребують більш чіткого дотримання агротехнічних вимог – прямої лінійності, ширини міжрядь, розміщення насіння в рядках і гніздах.

Способи визначення якості сівби просапних культур суттєво не відрізняються від тих, що застосовують при оцінці сівби культур суцільного посіву – норма та рівномірність висіву насіння, глибина загортання насіння, ширина міжрядь, прямої лінійності, пошкодження насіння при сівбі, вирівняність засіяного поля тощо. Для просапних культур додатково визначають, за стрічкового способу сівби, ширину стрічки після кожного сошника (один раз у 2–3 місцях). За допомоги лінійки вимірюють ширину стрічки у триразовому повторенні і виводять середню, яка не повинна відрізнятися від заданої на  $\pm 1$  см. При точному і пунктирному рядковому способах сівби визначають рівномірність розміщення гнізд у рядку, ширину і довжину гнізда, висів насіння у гніздо. Для перевірки розміщення насіння у рядках за кожним сошником сівалки у триразовому повторенні відмічають методом рендомізації по три п'ятиметрових відрізки. Уздовж відрізків кладуть рейку з сантиметровими поділками і вимірюють відстань між насінинами з наростаючим результатом. Відхилення у розміщенні насіння від заданого не повинно перевищувати 8–10 %. Дотримання цієї вимоги має виняткове значення при сівбі буряків цукрових.

Якість сівби має перевірятися систематично (напочатку сівби, щоденно до завершення сівби з урахуванням змінності роботи). Остаточну оцінюють сівбу, як зазначалося вище, при з'явленні сходів. Дуже важливо постійно контролювати і якість посівного матеріалу.

## **Висновки**

1. Високоякісне насіння забезпечує найвищу продуктивність вирощуваних культур.
2. Вибір відповідного до вимог сільськогосподарської культури та умов поля способу сівби створює оптимальні площу листової поверхні та живлення рослин, що сприяє забезпеченню їх факторами життя в оптимальній кількості й оптимальних співвідношеннях. Це є основою високого врожаю з високою якістю і безпечністю.
3. Якість сівби має контролюватися систематично і постійно впродовж усього технологічного заходу.

## **Питання для самоконтролю**

1. Які основні показники якості насіння необхідно визначати щоб встановити його посівну придатність?
2. Що таке схожість і чистота насіння?
3. Що таке сівба сільськогосподарських культур та які способи сівби розрізняють?
4. Що таке розкидний спосіб сівби, які його переваги та недоліки?
5. Що таке рядковий спосіб сівби, які його переваги та недоліки?
6. За якими показниками оцінюють якість сівби сільськогосподарських культур?
7. Чи відрізняється визначення якісних показників сівби для культур суцільного посіву і просапних?
8. Яким чином можна перевірити відповідність фактичної норми висіву насіння запланованій?

## РОЗДІЛ 6

### СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

***У результаті опрацювання цього розділу здобувач освіти:***

*Набуде цілісних фундаментальних знань (понять) про «систему землеробства», як багатокomпонентний динамічний процес в агрономії.*

*Отримає фундаментальні знання про критерії мети, інноваційного потенціалу, екологічного спрямування, ресурсного забезпечення та ресурсозбереження, під впливом яких виникли, розроблялися і удосконалюються системи землеробства.*

*Оволодіє знаннями про основні складові будь якої системи землеробства (структура посівних площ, система сівозмін, система обробітку ґрунту, система удобрення, система заходів захисту вирощуваних культур від шкідливих організмів, насінництво) та взаємодію їх між собою.*

*Отримає практичні навички побудови системи землеробства, адаптованої до конкретних умов господарства.*

#### 6.1. Поняття про системи землеробства

***Система землеробства*** – це комплекс організаційно-господарських, технологічних, економічних, меліоративних та екологічних заходів спрямованих на ефективне використання агрокліматичних ресурсів, відтворення родючості ґрунтів для отримання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур (ДСТУ4691:2006). У сільськогосподарських підприємствах система землеробства є складовою частиною системи ведення господарства. Система землеробства охоплює всі сільськогосподарські угіддя: оброблювані землі (рілля), сінокоси, пасовища, багаторічні плодові насадження, залежі й перелоги.

***Система ведення господарства*** – це комплекс науково-обґрунтованих організаційних, економічних, соціальних і технологічних заходів, які визначають характер сільськогосподарського виробництва, форми і методи управління даним виробництвом. Система ведення сільськогосподарського виробництва передбачає найбільш повне і раціональне використання кліматичних, земельних, водних, енергетичних, трудових та інших ресурсів для забезпечення суспільства сільськогосподарською продукцією в достатній кількості, високої якості з високими економічними показниками.

Завдяки досягненням агрономічної науки для різних ґрунтово-кліматичних зон нашої країни розроблені й рекомендовані виробництву науково-обґрунтовані сівозміни, системи основного, передпосівного обробітку ґрунту та догляду за сільськогосподарськими культурами. Розроблені заходи захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії, захисту польових культур від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб, системи удобрення тощо. Значних успіхів досягли ґрунтознавці, землероби, агрохіміки, селекціонери, мікробіологи, інженери тощо. Всі ці розробки сприяли підвищенню продуктивності польових культур. Проте, ці досягнення вчених не носили комплексного характеру, вони вирішували окремі, спеціалізовані, більш

вузькопрофільні проблеми. Не отримавши очікуваних результатів в агрономії значна частина вчених вперше зробили спроби узагальнити досягнуті на той час наукові розробки, дати їм наукове обґрунтування і визначення систем землеробства стосовно умов країни. Поряд з цим, землеробство потребує всебічного врахування природних, економічних, екологічних і соціальних умов – таких різноманітних на достатньо великій території нашої країни. Такої єдиної системи немає і не може бути. Звідси, системи землеробства мають бути зональними, екологічно безпечними, економічно і енергетично обґрунтованими, адаптованими до конкретних ґрунтово-кліматичних та соціально-економічних умов.

Проте, деякі фахівці й навіть окремі вчені аграрної науки спрощують поняття системи землеробства і фактично вихолощують його складний зміст. Найчастіше це зводиться до твердження, що система землеробства являє собою сукупність агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських культур. Безумовно, система землеробства включає в себе розробку й впровадження прогресивних технологій вирощування польових культур. Звідси, слід знати і пам'ятати, що технологія – це сукупність та послідовність запровадження заходів у процесі виробництва чого-небудь (зерна пшениці, жита, ячменю, кукурудзи, коренеплодів буряків, бульб картоплі тощо).

Системи землеробства повинні будуватися на основі всебічного, глибокого аналізу з врахуванням природних, економічних та соціальних умов розвитку сільськогосподарського виробництва. Сільське господарство України ведеться в дуже різноманітних, часто складних ґрунтово-кліматичних умовах – від сухих степів до передгірських і гірських районів Криму й Карпат. Системи землеробства і всі їх ланки повинні бути суворо зональними, якомога повніше враховувати місцеві природні, економічні, екологічні й соціальні умови ведення господарства. Ефективність ведення будь-якої системи землеробства залежить від глибокого знання і чіткого, суворого дотримання законів землеробства; системного підходу на період розроблення і впровадження проектів систем ведення землеробства; комплексного вирішення поставлених завдань перед галуззю землеробства; надання ґрунтозахисної, енергоощадної, природоохоронної і екологічно безпечної спрямованості систем землеробства; обов'язкове врахування місцевих ґрунтово-кліматичних, економічних, екологічних і соціальних умов ведення господарства (зональність і адекватність місцевим умовам).

Якщо теоретичною основою будь-якої системи землеробства є закони землеробства, то внутрішньою силою розвитку землеробства є суперечність землі, як природно-історичного тіла, і як основного засобу виробництва. Природні властивості ґрунту консервативні, важко піддаються зміні й обмежують родючість. Цей консерватизм можна подолати у процесі діяльності людини і використання землі, як основного засобу виробництва в сільському господарстві.

## 6.2. Історичний розвиток систем землеробства

### 6.2.1. Примітивні системи землеробства

Системи землеробства виникли, розроблялися і удосконалювалися під впливом розвитку суспільства, способу та інтенсивності виробництва, залежно від розвитку виробничих сил та виробничих відносин у суспільстві, а також від природних умов.

Примітивні системи землеробства були першими. До цих систем належать: підсічно-вогнева, лісопильна, заліжна і перелогова. Ці системи землеробства зародилися й розвивалися за умов низького розвитку продуктивних сил суспільства, первіснообщинних, рабовласницьких і феодальних виробничих відносин. У ці періоди суспільство мало великі площі вільних земель і в міру зниження родючості оброблюваних земель люди залишали їх та розорювали нові ділянки. Покинуті площі внаслідок дії природних процесів (рослинність, ґрунтова біота, клімат тощо) протягом кількох десятиліть відновлювали родючість ґрунту.

За примітивних систем землеробства в обробітку і під посівами культурних рослин перебували не більше 20–25 % земель загального користування. На цих землях, як правило, вирощували зернові культури. Під переліг рілля лишали після 3–4 річного використання. В більшості випадків причиною такої дії землевласників була надзвичайно висока забур'яненість посівів сільськогосподарських культур, з якою землероб не міг боротися. Поряд з цим за цей період відновлювалася родючість ґрунту і покращувалися його водно-фізичні властивості. Єдино можливими факторами підвищення родючості ґрунту і, як наслідок, урожайності вирощуваних культур були природні ресурси: температурний режим, кількість опадів, фотосинтетична активна радіація (ФАР), біологічна активність ґрунту тощо.

Тривалість панування примітивних систем землеробства в різних країнах була неоднаковою. Також відомо, що в низці країн західної Європи (Італія, Німеччина, Іспанія) їх фактично не було. В Україні примітивні системи розвивалися і зберігалися на великих площах до XV–XVI сторіччя.

**Підсічно-вогнева (вирубна) і лісопильна системи землеробства.** Такі системи землеробства були найпоширеніші в північних районах України під час освоєння земель, зайнятих лісом. За таких умов людина використовувала стихію вогню. До такого способу освоєння нових земель люди прийшли в результаті тривалих спостережень за багаторічною природною рослинністю, яка з'являлася на ділянках після лісових пожеж (пали). На цих ділянках розвивалася пишна природна трав'яниста природна рослинність.

За підсічно-вогневої системи землеробства в лісових районах спочатку вирубували й випалювали ліс, а потім на так званих випалинах, нерідко без усякого обробітку, висівали сільськогосподарські культури. Переважно це були жито озиме, овес, пшениця озима і яра, льон та інші. Після спалювання лісу ґрунт удобрювався попелом, збагачувався поживними речовинами. Крім того, зольні елементи попелу нейтралізували надлишкову кислотність цих ґрунтів.

Необхідний азот рослини отримували в результаті розкладу лісової підстилки, решток трав'янистої рослинності, а також життєздатності азотфіксуючих мікроорганізмів.

Після спалювання лісової рослинності 2–3 роки хлібороб отримував хороші врожаї, а потім останні настільки знижувалися, що ледве повертали висіане насіння. Це пов'язано, перш за все, з примітивними заходами вирощування, що приводило до виснаження ґрунтів на поживні речовини, значної забур'яненості земельних ділянок, погіршення агрофізичних властивостей ґрунтів тощо. Щоб продовжити використання освоєних із-під лісу земельних ділянок, у деяких випадках залишали площі на рік-два без посівів, а також вносили гній в тих мізерних нормах, у яких давало змогу слаборозвинене тваринництво. Проте, це не запобігало зниженню родючості ґрунтів і падінню урожаїв вирощуваних культур. Коли урожай падав до такого рівня, який не забезпечував мінімальної винагороди за працю, землероб залишав цю ділянку і освоював іншу, а попередня знову заростала дерев'янистою рослинністю.

Для використання земельних ділянок під посіви польових культур ліс вирубували у віці не менше 50 років. Будівельний ліс вивозили і використовували за призначенням, а гілки, тріски, дрібнолісся спалювали. Ці дві ділянки мали назву «новина». Якщо лісову ділянку, призначену для сівби хлібних злаків, вирубували під посів, а дерева біли в віці близько 30 років, то таку ділянку називали «сиросіки».

Із зменшенням природних лісових масивів на зміну підсічно-вогневій поступово прийшла лісопильна система землеробства, в основу якої було покладено чергування посівів однорічних культурних рослин з лісом. Поряд із зменшенням лісових масивів причин для її виникнення було кілька. По-перше, з'явилася приватна власність на землю, яка обмежувала територіальне переміщення селян; по-друге, збільшилася потреба в зерні, а наявних площ для його виробництва у достатній кількості не вистачало; по-третє, зросли потреби в лісоматеріалах; нарешті, з'явилися можливості для підвищення врожайності польових культур за рахунок більш якісного обробітку ґрунту, внесення органічних добрив, примітивного чергування вирощуваних культур на земельних ділянках тощо.

Суть лісопильної системи землеробства полягала в тому, що селяни поверталися на ділянки, які в минулому використовувалися для вирощування сільськогосподарських культур, а потім були покинуті й заростали лісом. Для відновлення родючості ґрунтів намагалися запроваджувати можливі, на той час, агротехнічні заходи (вносили гній, боролися з бур'яноюю рослинністю, якісніше обробляли ґрунт тощо), а кращий лісовий матеріал уже не спалювали, а використовували для господарських цілей.

**Залізна й перелогова системи землеробства.** Запроваджувалися в Степових районах України з потенційно родючішими чорноземними ґрунтами. Суть полягала у відтворенні родючості ґрунтів за допомогою багаторічної трав'янистої рослинності. Внаслідок високої природної родючості ґрунтів степової зони і більш ефективної ролі трав, особливо бобових, порівняно з лісовою рослинністю, у відтворенні родючості період їхнього росту для

покращення ґрунту тривав значно менше. Вирощували сільськогосподарські культури протягом 6–8, інколи 10 років, а потім після виснаження і засміченості ґрунту насінням бур'янів, такі землі полишали на 25–30 років і переходили на нові цілинні ділянки.

Зі зростанням потреб населення в продуктах сільського господарства, розвитком знарядь виробництва і торгівлі гостро постало питання раціонального і ефективного використання землі. Заліжна система землеробства гальмувала розвиток продуктивних сил суспільства, оскільки в епоху рабовласницького ладу земля перейшла в приватну власність рабовласника і вільне пересування хлібороба на нові місця стало нездійсненним. Після розораності всіх цілинних земель селянин змушений був повернутися до використання земель, які раніше вже оброблялися, але були покинуті у свій час як виснажені, що втратили родючість.

Заліжна система землеробства поступилася перелоговій. Проте різкої межі між цими системами провести неможливо. Основною відмінністю є те, що за залізної системи селянин не повертався до покинутих раніше оброблюваних ділянок, він освоював нові цілинні, ніколи необроблювані землі. За перелогової системи землеробства земельний масив розбивали на кілька ділянок. Частина з них використовували для вирощування сільськогосподарських культур (переважно хлібні злаки), друга частина тривалий час (10–20, а іноді й 30 років) перебувала під перелогом. Після відновлення родючості ґрунту перелогови знову обробляли і використовували для вирощування культурних рослин. У цей період почали запроваджувати оранку, як спосіб обробітку ґрунту ґрунтообробними знаряддями на живій тязі.

Заліжна й перелогова системи землеробства характеризуються примітивними способами відновлення втраченої ґрунтом родючості, без участі людини, за рахунок природних факторів – рослинності, клімату, ґрунтових процесів тощо. Ці системи землеробства мали широке поширення за рахунок наявності значних неосвоєних цілинних земельних масивів.

З розвитком природничих наук особливо теорії удобрення та живлення рослин, змінювалося й наукове обґрунтування обох систем землеробства. За гумусової теорії живлення рослин підвищення родючості ґрунту пояснювали нагромадження гумусу за рахунок природньої трав'янистої рослинності (А. Теєр). З відкриттям теорії живлення рослин через мінеральні речовини, стали пояснювати збіднення ґрунту на фосфор та інші поживні речовини (Ю. Ліббіх). Із встановлення процесів азотного живлення рослин підвищення родючості ґрунтів за перелогової системи стали пояснювати відновленням запасів азоту завдяки процесам нітрифікації і явища симбіозу бульбочкових бактерій з бобовими культурами.

Досліджуючи цілинні чорноземи і староорні ґрунти ряд вчених констатували відсутність різкої різниці між цими ґрунтами. Проте, цілинні землі мали значно кращий структурний стан, ніж староорні. Цим пояснювали падіння урожаїв і причини залишення земель під переліг. Під впливом господарсько-економічних умов термін перелогоу зменшувався із 20–30 до 5–8–10 років. Для раціонального використання землі, пригнічення бур'янів, підвищення родючості

ґрунту стали запроваджувати паровий обробіток ґрунту. Так, між посівами зернових культур з'явилося парове поле, перелогова система переходить у перехідну форму пароперелогову, що в подальшому стає паровою системою землеробства.

### 6.2.2. Екстенсивні системи землеробства

На зміну примітивним прийшли екстенсивні системи землеробства. До них належать пароперелогова, парова та вигінна. Причини їх виникнення різні. Одна з них – ріст населення і обмежена земельна територія, що не давало змоги розширювати площі під посівами культурних рослин. Найбільш різко це проявилось в країнах Західної Європи та України, де спостерігалася відносно велика щільність населення. Другою суттєвою причиною відмови від примітивних систем землеробства була висока продуктивність освоєння земель за підсічно-вогневої і лісопильної систем. Із удосконаленням знарядь обробітку ґрунту і створенням плуга з'явилися передумови для переходу до парової системи. Головними причинами, що визнали перехід України до нових форм землекористування, були соціально-економічні – кріпацтво та приватна власність на землю.

За екстенсивних систем землеробства більше половини придатних для обробітку земель використовувалися під посіви. Серед вирощуваних культур переважали зернові. Кормові й технічні культури не вирощували, або їх було дуже мало. Відновлення родючості ґрунту відбувалося за рахунок травосіяння, внесення гною та інтенсивного обробітку парів. Використання мінеральних добрив і машин було незначним.

Скорочення терміну перелогу досягло свого максимуму – до одного року. При цьому спочатку половина, а потім дві третини оброблюваних земель перебувала під посівом, друга половина або одна третина не засівалася, а протягом року перебувала в перелозі. Зораний переліг швидко заростав бур'янами і втрачав родючість. Тому виникла потреба знищення бур'янів у однорічному перелозі обробітком ґрунту протягом всього року.

Такий переліг дістав назву пару, *а система землеробства – парової*. Основна сутність такої системи – багаторічний переліг замінено паром, як засобом підвищення родючості ґрунту і знищення бур'янової рослинності. За парової системи землеробства вся посівна площа обробляється. Хлібороб суттєво інтенсифікує виробництво зерна шляхом покращення системи відновлення природної родючості ґрунту, періодично залишаючи його під паром. Організоване збереження й відновлення природних ресурсів ґрунту в паровому полі стало переломним моментом в історії розвитку хліборобства. Застосування пару за вирощування зернових колосових культур можна розцінювати як важливе джерело існування людства. Хліборобство піднялося з рівня напівкультурного примітивного стану до стану культурного, творчого, що зумовило прогрес хліборобства і його систем.

Однією з умов виникнення парової системи було застосування тяглових засобів для обробітку ґрунту з метою створення найбільш сприятливих

агрофізичних умов для накопичення і збереження атмосферних опадів, поживних речовин тощо. Такими знаряддями були полозові широколопатові рала, сохи, а потім вже і плуг. Поширення таких знарядь серед східнослов'янського населення і населення Західної Європи належить до другої половини I тисячоліття нашої ери. Парова система набуває агрономічної, агрофізичної суті лише тоді, коли на відновлення родючості ґрунту спрямовані технологічні операції – одно-, дворазовий обробіток ґрунту з метою покращення його структури, якомога повнішого знищення бур'янів, внесення добрив, особливо органічних, тощо.

Отже, за парової системи землеробства, порівняно з перелоговою, значно збільшувалося виробництво зерна, але зменшувалося кормів для тварин. Це призвело до скорочення поголів'я тварин і зниження їх продуктивності. Парові поля почали використовувати для випасання тварин, і в окремих районах такі поля почали називати «толокою». Значно погіршувалися агрофізичні властивості ґрунту парового поля від тривалого перебування на ньому худоби. Гній на добриво, як правило, не використовували до кінця XIX сторіччя, а якщо використовували, то зрідка (раз у 6–9 років) і не великими нормами. В наслідок цього урожайність зернових культур, за такої системи землеробства, становила 5–7 ц/га.

З кінця XVIII сторіччя в низці країн Західної Європи роблять спроби покращити парову систему землеробства. Ріст населення, розвиток торгівлі, загарбницькі війни вимагали від сільського господарства більшої кількості різноманітної продукції. Наслідком стала поступова зміна структури посівів, впровадження нових культур (багаторічні трави, коренеплоди, картопля тощо). Скорочувалися площі під чистим паром, розорювалися малопродуктивні природні кормові угіддя.

У зв'язку з цим в окремих регіонах сформувалася **вигінна або багатопільно-трав'яна система землеробства**. За цієї системи половину ріллі займали сіяні багаторічні трави, які використовували на сіно і випас тварин, на решті площі вирощували зернові культури. Для забезпечення тваринництва кормами природні трави замінювалися сіяними, які в перші роки використовували на зелену масу й сіно, а потім – для випасання тварин. Така система землеробства знайшла своє місце в Німеччині, Швеції, Швейцарії, Нідерландах, Україні. Вигінна система землеробства в даний час застосовується у багатоземельних, але мало населених країнах, наприклад в Австралії.

В Україні вигінна система землеробства не мала поширення у чистому вигляді, але окремі її ланки (кормові й ґрунтозахисні сівозміни) успішно застосовуються з сівозмінами інших систем.

Отже, *парова і вигінна системи землеробства* за інтенсивністю значно ефективніші за примітивні форми. Більшу частину сільськогосподарських угідь займала рілля, значні площі – під чистими парами. В посівах переважали зернові культури та багаторічні сіяні трави, технічні культури займали незначні площі. Родючість ґрунту визначалася природними факторами, які, певною мірою, спрямовувалися хліборобом (обробіток парів, знищення бур'янів, сіяння трав тощо) і менше засобами виробництва, які постачає промисловість.

### 6.2.3. Перехідні системи землеробства

До таких систем належать зернова, сидеральна, плодозмінна і травопільна.

**Зернова система землеробства** виникла в результаті удосконалення парової та вигінної систем. За такої системи найбільш поширеним було таке чергування культур: пар чистий – пшениця озима – ярі зернові.

Подальший розвиток зернової системи землеробства йшов шляхом скорочення чистих парів і заміни їх зайнятими, а також введення до сівозміни просапних культур. Такі перехідні форми називали поліпшеною зерною системою з більш або менш розвинутою плодозміною.

В даний час поліпшена зернова система землеробства застосовується в зернових районах Півдня України, Північному Казахстані та інших регіонах. Тут найбільш поширене таке чергування культур у сівозміні: пар чистий – пшениця озима – кукурудза на зерно – ярі зернові або пар чистий – пшениця озима. За цих умов дана система землеробства є найбільш інтенсивною і наближається до паропросапної. У паропросапних сівозмінах під зернові культури відводять від 50 до 70 % оброблюваних земель, під просапні, зернобобові і круп'яні – 15–20, чисті пари – 15–20 %. Підтримання й підвищення родючості ґрунту здійснювали інтенсивним обробітком парових та просапних полів, внесенням добрив, заходами щодо збереження і нагромадження вологи. Головну роль в захисті посівів від бур'янів відігравали парові та просапні поля.

**Сидеральна система землеробства** – це варіант подальшого удосконалення зернової системи, за якої чистий пар замінювали сидеральним. Інтенсивне насичення сівозмін зерновими культурами привело до значного зниження родючості ґрунтів, підвищення забур'яненості посівів спеціалізованими бур'янами (мишій сизий та зелений, куряче просо, вівсюг, пирій тощо), погіршення водного та поживного режимів. У нашій країні спочатку для цього використовували жито озиме й гірчицю, пізніше, як більш ефективні, – люпин, сераделу, горох та інші бобові рослини.

Виникнення сидеральної системи землеробства сягає в глибину віків. Вона була відома в Стародавній Греції, Римській імперії і в країнах Сходу. Лише в кінці XIX сторіччя Шульц-Люпітц в Німеччині сформулював наукові основи землеробства із використанням зелених і мінеральних добрив. Сидеральна система землеробства в даний час запроваджується на малопродуктивних, низькородючих ґрунтах. На зелене добриво висівають люпин або іншу культуру післяжнивну чи післяукісну (зона Полісся й західні регіони України), гірчицю, горох, ріпак озимий або ярий, редьку олійну (зона Лісостепу та Степу).

В країнах Західної Європи, внаслідок бурхливого розвитку промисловості, зростання чисельності міського населення, а отже і зростання попиту на продукти рослинництва і тваринництва, перехід від заліжної, парової і зернової систем землеробства до більш інтенсивних систем здійснювався значно швидше, ніж в Україні.

**Плодозмінна система землеробства.** Початок цієї системи землеробства було покладено в Бельгії та Голландії в кінці XVI – початку XVII сторіччя. Вона

швидко зайняла панівне положення в Англії, потім у Франції (XVIII сторіччя) і дещо пізніше в Німеччині (XIX сторіччя).

Найважливішими ознаками плодозмінної системи землеробства є: розорювання природних кормових угідь і перетворення їх у рілля, за винятком частини високопродуктивних луків; вирощування високопродуктивних кормових культур; ліквідація чистих парів і заміна їх бобовими травами (зайняті пари); чергування зернових культур з бобовими і просапними.

Перехід до цієї системи землеробства означає, що чисто зернове господарство поступилося своїм місцем господарству з розвинутим тваринництвом і вирощуванням технічних (буряки цукрові, соняшник) та просапних культур (картопля, кукурудза). Розвиток тваринництва спонукав розширити посіви конюшини, люцерни, сої та інших бобових культур і кормових коренеплодів.

Посіви конюшини, люцерни та інших бобових рослин збільшує в ґрунті запаси азоту і гумусу, а чергування зернових, бобових і просапних культур стало фактором покращення агрофізичних властивостей ґрунту, поліпшення водного та поживного режимів, сприяло очищенню верхнього шару від насіння бур'янів без чистого пару.

В Англії, Бельгії, Німеччині, Нідерландах освоєння плодозміни (1850–1860 рр.) урожаї зерна подвоїлися, досягнувши в середньому 16–17 ц/га. В наступному сторіччі (1960–1970 рр.) після масового застосування мінеральних добрив, впровадження хімічних засобів захисту культурних рослин від шкідливих організмів, нових, більш продуктивних сортів і гібридів, удосконалення механічного обробітку ґрунту та багатьох інших заходів технології вирощування сільськогосподарських культур врожаї зерна ще раз подвоїлися, досягнувши 35–43 ц/га. Різко зросло виробництво концентрованих, соковитих і грубих кормів, що створило умови для розвитку високопродуктивного тваринництва (Танчик С.П., 2009).

Проте, запровадження плодозмінної системи землеробства в різних ґрунтово-кліматичних умовах України, країнах Західної Європи почала виявлятися деяка невідповідність між умовами та вимогами класичних вирощуваних культур у сівозмінах. У посушливих районах не можливо було обійтися без чистих парів. У багатьох районах багаторічні трави доцільно використовувати не 1 рік, а протягом 2–3 років. Неприйнятною виявилася і вимога класичної плодозміни не висівати одну культуру протягом 2 років поспіль на одному полі. В степових районах, наприклад, буває доцільно висівати пшеницю повторно після чистих парів. Сільське господарство того часу не було спроможне забезпечити вирощування просапних культур на четвертій частині площі оброблюваної землі. Інколи суворі природні умови (вимерзання та загибель від посухи багаторічних трав, озимих зернових тощо) створювали додаткові труднощі в землеробстві, що приводило до підсівання або пересівання основних вирощуваних культур. Тому в посушливих регіонах України з кінця XVIII сторіччя і по теперішній час безроздільно панувала парова система землеробства з усіма її недоліками.

За умов низької технології вирощування сільськогосподарських культур, поступового зниження родючості ґрунтів та інших недоліків, що супроводжувалися освоєнням та впровадженням парової та плодозмінної систем землеробства в Україні різкий негативний вплив мали несприятливі погодні умови, і перш за все весняно-літні посухи, які приводили до недобору урожаїв.

У результаті тривалих досліджень в Україні встановили, що вирішальне значення в регулюванні водного режиму чорноземів, а отже, в боротьбі за урожай має дрібногрудочкувата водотривка структура ґрунту. Було доведено, що несталисть урожаїв і їх різке падіння в посушливі роки пояснюється не абсолютно недостатньою кількістю опадів протягом року, а нездатністю розпиленого ґрунту нагромадити і зберегти вологу для ефективного використання посівами впродовж вегетаційного періоду.

Отже, дослідження академіка В. Р. Вільямса в 30-ті роки ХХ сторіччя дали змогу сформулювати основні положення нової системи землеробства, названої ним травопільною.

**Травопільна система землеробства** теоретично обґрунтована і запропонована виробництву передбачає:

1. Раціональну організацію території на основі планового розміщення сільськогосподарських культур у сівозмінних, лісових та полезахисних лісосмуг залежно від умов рельєфу місцевості.

2. Поєднання польових та кормових травопільних сівозмін з використанням у них сумішок багаторічних бобових і злакових трав та чистих парів.

3. Застосування прогресивних систем обробки ґрунту й удобрення сільськогосподарських культур.

4. Планове проведення лісонасаджень, будівництва ставків та водоймищ, організація робіт щодо насадження полезахисних лісових смуг з дубових, горіхоплідних та інших деревних порід разом з чагарниками, підгоночними породами та введенням у лісові полезахисні смуги насаджень плодово-ягідних культур.

За травопільної системи землеробства всю територію кожного конкретного господарства поділяють на вододіли, схили і долини. Для кожного з цих трьох видів земельних угідь має бути розроблена самостійна система заходів щодо відновлення родючості ґрунтів. Вододіли й круті схили мають бути заліснені. Долинки і схили повинні бути розмежовані. На пологих схилах і плато слід розміщувати польові сівозміни, а низини і лощини необхідно відводити під кормові сівозміни.

В польовій сівозміні для відновлення водотривкої структури ґрунту передбачається дворічне використання багаторічних трав. Травостій має складатися із рівної кількості стебел бобових і злакових рослин. Для досягнення цієї вимоги рекомендується висівати 75 % вагової норми насіння бобових і 25 % злакових, причому в північних районах тимофіївку й конюшину лучну, а на півдні та південному сході – житняк і люцерну жовту або гібридну.

В. Р. Вільямс вважав, що після багаторічних трав слід висівати яру зернову культуру (пшениця яра, ячмінь ярий), яка продуктивніша озимих зернових. Оранка пласта багаторічних трав неодмінно повинна проводитися пізно осінню,

коли в ґрунті є великий запас вологи і на глибину не менше 20–22 см. На думку вченого за пізньої оранки органічна маса багаторічних трав буде розкладатися навесні анаеробним шляхом, що сприятиме нагромадженню перегною й покращення водотривкої структури ґрунту. Тривка структура забезпечить високий і стійкий урожай всіх культур сівозміни до наступного (через 6–7 років) повернення на поле багаторічних трав.

Найкращою в сівозміні для отримання твердої пшениці ярої, Вільямс вважав, є скиба багаторічних трав, а в Поліссі України – після льону.

Система зяблевого обробітку ґрунту передбачала обов'язкове лушення стерні дисковими знаряддями одночасно із збиранням врожаю на глибину не більше 5 см і наступну зяблеву оранку плугами з передплужниками на глибину не менше 20–22 см. Рекомендовувався систематичний пошаровий обробіток чорних парів. Передпосівну культивуацію слід проводити на глибину заробки насіння.

На думку вченого польові однорічні культури не здатні нагромаджувати достатньої кількості рослинних решток у ґрунті. Їхнє вирощування неминуче приведе до зменшення вмісту органічної речовини в ньому, а отже перегною і водотривких структурних агрегатів. Багаторічні трави, особливо бобові, завжди нагромаджують органічну речовину в ґрунті, причому це нагромадження відбувається зазвичай в бік прогресивного збільшення.

За травопільної системи землеробства відновлення родючості ґрунту та водотривкої структури переходить до трав'яного поля. Значення гною, як органічних добрив, за цією системою відходить далеко на задній план. Гній розглядається як один із кращих мінеральних та азотних добрив. А при такому підході необхідно застосовувати гній цілком перепрілий.

Відомо, що в окремих районах Лісостепової і Степової зон впровадження травопільної системи землеробства виявилось ефективним. Проте в масовому масштабі вона не була прийнята сільськогосподарським виробництвом України. Причиною цього було ряд помилок, на що було вказано рядом вчених. Теорія відновлення структури ґрунту шляхом насичення сівозмін багаторічними бобовими та злаковими травосумішками є величезним внеском в агрономічну науку і практику. Вчені піднесли роль травосіяння, як одного з важливих заходів підтримання й підвищення родючості ґрунту та забезпечення міцної кормової бази для тваринництва. Велике значення для науки і практики має розроблена В. Р. Вільямсом система обробітку ґрунту.

Проте вчений не врахував конкретних природно-економічних умов різних зон країни, іноді пропонував неперевірені виробництвом заходи, що приводило до значних збитків у сільському виробництві. Явно помилковим виявилось твердження, що озимі хліба менш продуктивніші ярих, що озимі є показником технічної відсталості господарства і їх врожаї є обмеженою величиною.

В. Р. Вільямс припустився великої помилки рекомендуючи проводити оранку трав'яного поля тільки пізньої осені. Це виключало можливість використовувати багаторічні трави, особливо бобові, як попередник під озимі зернові, тоді як у більшості зон України озимі по пласту багаторічних бобових трав були набагато продуктивніші ярих зернових культур.

Ще більш хибним були рекомендації вченого щодо застосування в польових сівозмiнах мiнеральних добрив тiльки на структурних ґрунтах. Наукою i практикою доведено, що мiнеральнi добрива доцiльно застосовувати в вiдповiдних нормах на всiх ґрунтах, у тому числi й безструктурних, а також староорних землях.

Значним недолiком i хибним твердженням у В. Р. Вiльямса було пониження ролi органiчних добрив, особливо гною, в пiдвищеннi родючостi ґрунту й полiпшеннi його структури. Вчений рекомендував у травопiльних сiвозмiнах вносити тiльки перепрiлий гнiй у виглядi перегною-сипцю, що також було помилкою.

Вiн явно перебiльшував значення структури ґрунту в пiдтриманнi та пiдвищеннi його родючостi. Увесь комплекс агротехнiчних заходiв В. Р. Вiльямс пiдпорядковував пiдтримання ґрунту в структурному станi, нехтуючи iншими показниками родючостi ґрунту. Крiм того, пiдзолистi, дерново-пiдзолистi, свiтло-сiрi лiсовi, бурi, сiроземи та iншi не стають структурними i водотривкими нави́ть при запровадженнi комплексу травопiльної системи.

Травопiльна система землеробства перебiльшувала значення бiологiчних факторiв у збереженнi та пiдвищеннi родючостi ґрунту i недооцiнювала виробничий вплив людини. Зовсiм неправильним виявилось твердження про недоцiльнiсть застосовувати борони як знаряддя для механiчного обробiтку ґрунту, а в рядi випадкiв, особливо в умовах України, i коткiв.

Незважаючи на помилковiсть ряду положень травопiльної системи землеробства остання вiдiграла значну роль у розвитку аграрного сектору. Багаточисельними дослiдженнями встановлено, що i в теперiшнiй час приведення ґрунтiв до структурного стану має велике значення, проте вирiшення цього питання не можна обмежувати тiльки травосiянням. Агротехнiчне i господарське значення багаторiчних трав, особливо бобових, безперечне i вони повиннi бути в структурi посiвiв польових сiвозмiн. Роль травосiяння в загальному окультуреннi ґрунтiв беззаперечна.

Родючiсть ґрунту, за вченням В. Р. Вiльямса, – це найважливиша властивiсть ґрунту, що стала центром, навколо якого зосереджена вся увага агрономiчної науки, названої ним агрономiчним ґрунтознавством. Вiн пiдкреслював, що родючiсть – це особлива якiсть, яка вiдрiзняє ґрунт вiд усiх iнших природних утворень. Родючiсть ґрунту вимiрюється рiвнем урожаю рiзних культур, а врожай завжди визначає ступiнь продуктивностi працi в сiльському господарствi.

Узагальнивши весь досвiд iсторiї землеробства й науки про ґрунт та провiвши величезну науково-експериментальну роботу в галузi агрономiчного ґрунтознавства, вчений прийшов до висновку, що родючiсть ґрунту це його властивiсть безперервно задовольняти бiологiчнi потреби рослин протягом усього перiоду їх росту й розвитку. В. Р. Вiльямс довiв, що вода i поживнi речовини – головнi елементи родючостi i досягають корисного впливу на рослини за умови водотривкої структури ґрунту. Саме структурний ґрунт є тим культурним засобом землеробства, який забезпечує ефективнiсть усiх iнших

агротехнічних заходів: обробітку ґрунту, добрив, засобів захисту, зрошення, сортів і гібридів тощо.

У багатьох випадках мають цінність рекомендовані В. Р. Вільямсом заходи щодо використання різних елементів рельєфу. В кінці ХХ сторіччя на базі розробок вченого була розроблена й успішно впроваджена у виробництво контурно-меліоративна організація території, яка значно вирішила проблему водної та вітрової ерозії.

Травопільна система землеробства охоплює всі галузі сільськогосподарського виробництва – рільництво, овочівництво, луківництво, кормовиробництво, тваринництво, садівництво і лісівництво, що є позитивною стороною його вчення.

Вчення В. Р. Вільямса, незважаючи на його недоліки, хибні положення, помилкові підходи, відіграло позитивну роль у розвитку агрономічної науки і землеробської зокрема.

#### **6.2.4. Інтенсивні (сучасні) системи землеробства**

Інтенсивні системи землеробства – це сучасні системи, які забезпечують ріст урожайності культурних рослин, відновлення, збереження та підвищення родючості ґрунту за рахунок заходів і засобів інтенсифікації землеробства.

Одна з причин створення і перехід до нових систем землеробства є ріст населення планети і все більш обмежена земельна територія, що не дозволяє розширювати площі посіву сільськогосподарських культур. Найбільш різко це відбулося в країнах Західної Європи. Другою суттєвою причиною відмови від примітивних та екстенсивних систем землеробства стали трудомісткість і високі затрати на освоєння нових земель звільнених від лісу, чагарників тощо. Проте, головними причинами переходу аграрного сектору України до нових форм землекористування були соціально-економічні фактори – кріпацтво і приватна власність на землю.

Науково-історична зацікавленість аграріїв західної Європи має свої погляди на сутність системи землеробства. Ці погляди висловив у ХІХ сторіччі німецький вчений, автор гумусової теорії сівозмін А. Д. Теєр, який поділяв системи землеробства на два види. До першого він відносив паро-зернові сівозміни, ототожнюючи їх з системою землеробства, називаючи їх системою польового господарства. До другого виду, на його думку, належать системи землеробства за яких на землі почергово вирощують сільськогосподарські культури, потрібні для людини і тварин, називаючи їх плодозмінними. До плодозмінних систем він відносив і вигінну систему, називаючи її плодозмінним господарством з вигоном.

Розвиток інтенсивного землеробства у Європі відбувався на засадах плодозмінних та зерно-просапних систем з дотриманням екологічної норми ріллі. Для застереження екологічних негараздів на початку 20 сторіччя розпочався активний рух за впровадження альтернативних систем землеробства. У процесі їх освоєння створені різні моделі екологічного землеробства з відмовою від застосування мінеральних добрив і пестицидів – біодинамічне

(Р. Штайнер – Австрія), органо-біологічне (Х. Міллер, Х. Руш – Швейцарія; А. Ховад, Єва Бальфур – Великобританія; Лемер Буше – Франція, Бельгія).

За ступенем інтенсивності виділяють чотири групи систем землеробства: примітивні, екстенсивні, перехідні та інтенсивні (табл. 6.1).

**Таблиця 6.1. Класифікація систем землеробства за ступенем інтенсивності**

| Ступінь інтенсивності систем землеробства                           |                                               |                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Примітивні                                                          | Екстенсивні                                   | Перехідні                                                       | Інтенсивні                                                                                                                                                                                                                             |
| 1. Підсічно-вогнева<br>2. Лісопильна<br>3. Заліжна<br>4. Перелогова | 1. Паро-перелогова<br>2. Парова<br>3. Вигінна | 1. Зернова<br>2. Сидеральна<br>3. Плодозмінна<br>4. Травопільна | 1. Промислова<br>2. Органічна<br>3. Еколого-зберігаюча<br>4. Ґрунтозахисна на основі контурно-меліоративної організації території<br>5. No-till<br>6. Mini-till<br>7. Strip-till<br>8. Точне землеробство<br>9. Карбонове землеробство |

За сучасних умов поняття системи землеробства значно ускладнилося, що пов'язано з багатогранністю і складністю завдань, які стоять перед галуззю сьогодні. Головним завданням землеробства є: забезпечення населення продуктами харчування з якісними і безпечними для людини показниками, тваринництво кормами, промисловість сировиною. Землеробство, в широкому соціально-економічному розумінні, має бути високопродуктивним, малозатратним, конкурентоспроможним, ґрунтозахисним, екологічно безпечним, здатним забезпечувати прогресивне зростання високоякісної продукції за раціонального використання наявних ресурсів і розширеного відтворення ґрунтової родючості.

Характерною особливістю сучасних систем землеробства є широке застосування новітніх досягнень науки і техніки – хімії, фізики, біології, меліорації, селекції, механізації, енергоощадних та екологічно безпечних технологій з програмованим вирощуванням високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур, прогресивних форм організації праці. Стали розроблятися і формуватися науково обґрунтовані теорії й закони в землеробстві – мінерального живлення рослин, структуроутворення, вбирної здатність ґрунту, захисту посівів від бур'янів, шкідників та хвороб тощо.

Теоретичною основою систем землеробства є закони біології, агрономії і, особливо, землеробства:

- Закон попиту і пропозицій;
- Закон автотрофності зелених рослин;
- Закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин;
- Закон мінімуму, оптимуму і максимуму (закон обмеженого фактору);
- Закон сукупної дії та взаємодії факторів життя;
- Закон повернення поживних речовин у ґрунт;
- Закон плодозміни;

- Закон критичних періодів
- Закон фізіологічних годин;
- Закон спадної родючості.

Багаточисельними науковими дослідженнями і віковим досвідом встановлено, що побудова і впровадження у виробництво ефективних систем землеробства без урахування законів землеробства неможливе. Тільки уміле використання законів землеробства має вирішальне значення у боротьбі за підвищення родючості ґрунтів і високі врожаї сільськогосподарських культур. Висока культура землеробства передбачає не тільки високоякісне і своєчасне використання всіх польових робіт, але й ведення сільського господарства на основі й за суворого виконання законів землеробства. У відповідності до законів землеробства і на їх основі створюються різні наукові теорії, які обґрунтовують і пояснюють практичні заходи при освоєнні систем землеробства.

### **6.3. Основні складові та сутність сучасних інтенсивних систем землеробства**

До сучасних інтенсивних систем землеробства відносять промислову, органічну, еколого-зберігаючу, ґрунтозахисну на основі контурно-меліоративної організації території, No-till, Mini-till, Strip-till, точне землеробство, карбонове землеробство.

За даними кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України сучасні інтенсивні системи землеробства повинні включати в себе комплекс наступних ланок:

- науково-обґрунтована організація земельної території господарства (внутрігосподарське землевпорядкування);
- раціональна ринкова структура посівних площ та ефективна система сівозмін;
- система механічного обробітку ґрунту;
- система удобрення;
- система захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб;
- система насінництва та запровадження високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур;
- система меліоративних та культуртехнічних заходів;
- система заходів захисту ґрунтів від ерозії;
- система агроекологічних заходів запобігання забруднення ґрунтів, продукції галузі землеробства та довкілля.

#### **6.3.1. Промислова система землеробства**

**Промислова** – найбільш інтенсивна і енергоємна система землеробства, найбільш поширена у світі й Україні, займає близько 70 % території оброблюваних (ріллі) земель. Промислова система передбачає високопродуктивне використання всіх придатних земель для вирощування найбільш цінних і високоврожайних культур, широке запровадження

ефективних заходів і методів підвищення родючості ґрунту з урахуванням найновіших досягнень аграрної науки та передового досвіду. Дана система базується на широкому використанні засобів промислового виробництва: мінеральних і бактеріальних добрив, стимуляторів росту, хімічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів (пестицидів), меліорантів, полімерних матеріалів, які забезпечують створення водостійкої структури ґрунту тощо. За промислової системи землеробства запроваджуються інтенсивні сівозміни, в яких близько 50 % площі ріллі відводиться під просапні культури. Такі сівозміни, як правило, запроваджуються у велико товарних господарствах (площа ріллі – 2–3 тис. га і більше). У фермерських дрібнотоварних господарствах (площа ріллі – до 500 га) доцільно запроваджувати короткоротаційні сівозміни.

Промислова система землеробства супроводжується інтенсивним механічним обробітком ґрунту, основне завдання якого – створення сприятливих умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур, підвищення родючості ґрунту та ефективний захист від ерозій. За допомогою обробітку регулюють агрофізичні, біологічні та агрохімічні процеси, що відбуваються в ґрунті, інтенсивність розкладу і нагромадження органічної речовини, ґрунтової вологи в кореневмісному шарі й ефективне використання рослинами внесених добрив. Обробіток ґрунту – один із найефективніших агротехнічних заходів захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників та хвороб.

Великої шкоди землеробству завдає формальне застосування однакових заходів та систем обробітку ґрунту в різних ґрунтово-кліматичних умовах. У багатьох розвинених країнах світу (США, Канада, Бразилія, Німеччина) та Україні тривале застосування однотипних способів і систем обробітку, інтенсивне розорювання і однобічне використання родючих земельних масивів викликало швидкий розвиток ерозійних процесів і фактично перетворило значну їх частину на безплідні землі.

Дані науково-дослідних установ і практичний досвід свідчать, що за промислової системи землеробства для створення оптимальних умов розвитку сільськогосподарських культур в існуючих сівозмінах необхідно застосовувати комбінований обробіток залежно від властивостей ґрунту, його окультуреності, попередників, біологічних властивостей вирощуваних культур, забур'яненості тощо. Необхідно правильно поєднувати глибокий, звичайний та поверхневий обробітки із використанням полицевих, безполицевих, роторних та інших знарядь, а також комбінованих агрегатів, забезпечуючи необхідні умови для високоякісної сівби, загортання насіння на оптимальну глибину та дружного його проростання.

Одна з основних технологічних вимог обробітку ґрунту – своєчасне і високоякісне його виконання. Доведено, що запізнення або передчасне проведення обробітку призводить до зниження його якості, несвоєчасного виконання наступних польових робіт, що негативно впливає на продуктивність вирощуваних культур. Тому якість обробітку необхідно контролювати не тільки після його завершення, а й під час роботи, коли є можливість виправити виявлені недоліки. Велике значення на якість обробітку має вологість ґрунту. Надто вологий ґрунт мається під час обробітку, прилипає до робочих органів агрегату,

що збільшує його тягові зусилля та знижує продуктивність та якість роботи. За пересихання ґрунт сильно ущільнюється, під час обробітку утворюються брили, а тягові зусилля трактора зростають. Найвища якість обробітку – за оптимальної вологості ґрунту, коли настає його фізична стиглість. Вона залежить від механічного складу та інших особливостей ґрунту. На легких за механічним складом ґрунтах (піщаних, супіщаних) фізична стиглість настає за вологості 40–70 % від найменшої вологоємності (НВ), на важких (суглинкових, глинистих) – 50–60 %. У структурних ґрунтів інтервал вологості для якісного обробітку ширший, ніж у безструктурних.

Якість обробітку також залежить від конструкції знарядь, якими виконують той чи інший технологічний процес, їхнього налагодження та швидкості руху полем. Досліди останніх років свідчать, що високоякісно ґрунт можна обробити під час оранки за швидкості 9–12 км/год, дискування – 10–12 км/год, боронування, коткування та суцільній культивуації – 9–12 і сівбі 8–15 км/год.

Проте, дослідженнями кафедри землеробства та гербології НУБіП України і практикою встановлені як позитивні сторони, так і недоліки комбінованої системи обробітку ґрунту. До позитивних належать: створення оптимальної будови оброблюваного шару ґрунту, що дає рослинам найкращий розвиток кореневої системи і ефективне використання елементів живлення; глибоке загортання рослинних решток і органічних добрив, що сприяє підвищенню їхньої мінералізації та гуміфікації; відбувається очищення ґрунту від бур'янів за умови дотримання рекомендованої технології.

Негативні: ерозія ґрунту; погіршення його гранулометричного стану; втрати органічної речовини за рахунок інтенсивної мінералізації; надмірна кількість проходів техніки полем за запровадження інтенсивних систем обробітку; перевитрати пального, що знижує прибуток вирощуваних культур і не сприяє конкурентоспроможності виробництва.

Захист від шкідливих організмів за промислової системи землеробства, окрім агротехнічних заходів, передбачає інтенсивне використання хімічних засобів, що забезпечує хороший фітосанітарний стан посівів. На рисунку 6.1. зображено протибур'янову ефективність заходів у посівах сільськогосподарських культур за промислової системи землеробства в стаціонарному досліді з вивчення систем землеробства кафедри землеробства та гербології НУБіП України.

*Дана система землеробства базується на таких пріоритетах:*

1. Ринкових відносинах, в основі яких діє соціально-економічний закон попиту і пропозиції.
2. Ринковій, економічно обґрунтованій структурі посівних площ і науково-обґрунтованій системі сівозмін.
3. Залученні різних типів і видів ґрунтів незалежно від показників родючості та рельєфу місцевості.
4. Інтенсивному використанні речовин промислового виробництва (мінеральні добрива, пестициди, стимулятори росту, меліоранти тощо).
5. Інтенсивній системі удобрення (органо-мінеральна) на запланований урожай.

6. Інтенсивній системі обробітку ґрунту (комбінований за способом і диференційований за глибиною).

7. Інтенсивній системі захисту посівів від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та хвороб.

8. Запровадженні новітніх сортів та гібридів сільськогосподарських культур.

9. Збереженні та відтворенні родючості ґрунтів.



**Рис. 6.1. Протибур'янова ефективність заходів у посівах сільськогосподарських культур, проведених за промислової системи землеробства**

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

*Переваги промислової системи землеробства:*

1. Досягнення стабільної, найвищої продуктивності вирощуваних культур адекватної біокліматичному і ґрунтовому потенціалу зони.

2. Управління якісними показниками продукції рослинництва (згідно державних та світових стандартів).

3. Висока мобільність у запровадженні науково-технічних досягнень (технологій, добрив, засобів захисту, техніки тощо).

4. Динамічність землеробства згідно закону попиту і пропозицій.

### *Недоліки промислової системи землеробства*

1. Ймовірність отримання екологічно небезпечної продукції рослинництва (залишки речовин хімічного походження перевищують максимально допустимі рівні).

2. Надмірна розораність – оброблювані землі складають 32,5 млн. га, що складає 54 % території України. За даними С. П. Танчика (2009) та інших вчених норма оброблюваних земель не повинна перевищувати 40 % території України.

3. 57 % ґрунтів сільськогосподарських угідь піддані ерозійним процесам (водній та вітровій ерозії). Під дією водної ерозії щорічно змивається близько 500 млн. тон ґрунту, з яким втрачається 10 млн. тон гумусу, 0,5 млн. тон азоту, 0,6 млн. тон фосфору і близько 0,8 млн. тон калію (рис. 6.2).

4. Дегуміфікація щорічно складає від 0,6 до 1,0 тони з гектара оброблюваних земель.

5. За результатами XI туру обстеження ґрунтів України (2016–2020 рр.) середньозважений вміст гумусу складає 3,16 % (в зоні Полісся – 2,3 %, Лісостепу – 3,2 %, Степу – 3,4 %). У зв'язку з цим якісна оцінка ґрунтів України має такий стан:

- ґрунти високої якості складають близько 20 % (вміст гумусу складає 4 % і вище) зона Лісостепу та Степу України;
- ґрунти середньої якості складають близько 50 % (вміст гумусу складає від 3 до 4 %), зона Лісостепу та Степу України;
- ґрунти низької якості складають близько 30 % (вміст гумусу складає 3 % і нижче), зона Полісся України.



**Рис. 6.2. Прояв ерозії, як негативний наслідок промислового землеробства**

Автори фото: Танчик С. П., Павлов О. С.

Отже, промислова система землеробства має свої пріоритети та переваги. Проте, така система має ряд недоліків, які потребують удосконалення та

зменшення негативного впливу на довкілля, якість і безпечність вирощеної продукції.

### 6.3.2. Органічна система землеробства

**Органічна (біологічна, ДСТУ 4691:2006)** – система землеробства без використання хімічних добрив і пестицидів, ГМО, регуляторів росту, та харчових добавок до кормів при відгодівлі тварин. За результатами 2023 року в світовому землеробстві площі під органічним виробництвом становлять 99 млн. га, що складає 2,1 % від загальної площі сільськогосподарських угідь. До країн з найбільшою площею органічних земель належить Австралія – 53 млн га. В Ліхтенштейні частка органічних земель становить 44,6 %, Австрії – 23,7 % від площі с.-г. угідь. Площа органічних земель в Україні становить близько 471 тис га.

*Дана система землеробства базується на таких пріоритетах:*

1. Якісній екологічно безпечній продукції рослинництва.
2. Збереженні та відтворенні родючості ґрунту.
3. Використанні та збереженні водних ресурсів з усіма якісними і безпечними показниками.
4. Гармонійному балансі галузі землеробства і тваринництва.
5. Оптимізації структури посівних площ та системи сівозмін для органічного виробництва.
6. Ефективному використанні органічних добрив (гній, гноєкомпости, торф, сапропель, сидерати, органічні відходи переробної промисловості).
7. Біологізації землеробства за рахунок бобових трав, зернобобових та сидератів.
8. Повній відмові від застосування засобів промислового виробництва (мінеральні добрива, пестициди, хімічні меліоранти та стимулятори росту тощо).
9. Запроваджені енергозберігаючої, ґрунтозахисної, комбінованої за способом і диференційованою за глибиною системи обробітку ґрунту.
10. Забороні використання генетично-модифікованих рослин.
11. Широкому використанні біологічних препаратів у захисті сільськогосподарських культур від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб) – запровадженні інтегрованої системи захисту.

*Переваги органічної системи землеробства:*

1. Отримання якісної і екологічно безпечної продукції землеробства.
2. Відтворення родючості ґрунту за рахунок природних біологічних засобів.
3. Збереження довкілля (ґрунту, вирощеної продукції, води, повітря тощо) від шкідливих речовин.
4. Висока окупність і рентабельність продукції вирощеної за органічної системи землеробства.
5. Управління біологічними ресурсами в регулюванні отримання якісної і екологічно безпечної продукції землеробства.

*Недоліки органічної системи землеробства:*

1. Ґрунти низької і середньої якості обмежено придатні для органічного землеробства.
2. У більшості випадків відбувається зниження урожайності вирощуваних культур на 20–30 % і більше.
3. Не вирішена проблема удобрення сільськогосподарських культур, система захисту посівів від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників, хвороб.
4. Недостатня кількість і низька якість біологічних засобів захисту посівів від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників, хвороб.
5. Потребує удосконалення система машин за системи органічного землеробства.
6. Можливі фінансові втрати у зв'язку із зниженням урожайності і обсягів виробництва продукції.
7. Найбільш придатна і економічно обґрунтована система органічного землеробства для культур з неглибокою переробкою – круп'яні, овочеві, ягідні, садівництва тощо.

Отже, за умов системи органічного землеробства важлива роль належить структурі посівних площ та системі сівозмін, як регуляторів фітосанітарного стану ґрунту, водного і поживного режимів, балансу органічної речовини, елементів живлення, особливо азоту. За відсутності внесення мінеральних добрив значення органічної речовини, особливо гумусу, як регулятора родючості ґрунту, значно зростає. Органічна речовина, як основа біогенності ґрунту, його фізико-хімічної і біологічної ємності та буферності сприяє мікробіологічним процесам у ґрунті, зумовлює трансформацію поживних речовин і сприяє забезпеченню ними рослини в доступних формах, забезпечує швидку утилізацію пестицидів та інших хімічних речовин, а також пом'якшує негативну дію екстремальних погодних умов.

За системи органічного землеробства компенсувати запаси поживних речовин за рахунок органічних добрив не завжди вдається, особливо відносно азоту. Встановлено, що кожна сільськогосподарська культура по-різному поглинає поживні речовини, але в початковий період росту, коли формується рослина і розвивається листовий апарат, вона насамперед використовує більше фосфору, азоту, а потім калію. Тому, в умовах ведення органічного землеробства роль сівозмін значно зростає. Цьому найкраще відповідають плодозмінні сівозміни, відведення 20–30 % у структурі посівних площ багаторічним бобовим травам. Підвищення питомої маси біологічного азоту в ґрунті, завдяки збільшенню площі бобових культур є основним важелем стабілізації продуктивності та енергетичної ефективності агроєкосистем. Відомо, що коефіцієнт азотфіксації в багаторічних бобових трав (еспарцет, люцерна, конюшина) значно вищий, ніж у однорічних бобових культур (горох, соя, люпин, сочевиця, нут тощо). Крім того багаторічні бобові культури значно переважають однорічні за багатьма іншими показниками (табл. 6.2).

**Таблиця 6.2. Порівняння властивостей однорічних та багаторічних бобових культур**

| Властивість                                                | Однорічні бобові                                                                                                                                            | Багаторічні бобові                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кількість залишкового азоту за рахунок азотфіксації, кг/га | Горох – 5–10<br>Кормові боби – 30–40<br>Соя – 25–40<br>Люпин жовтий і білий:<br>на сидерат – до 200<br>на зерно – 30–40<br>Вика яра – 5–10<br>Квасоля – 0–5 | Конюшина червона – 60–80<br>Люцерна – 90–120<br>Еспарцет піщаний – 60–80<br>Лядвенець рогатий – 60–80<br>Буркун білий – 60–80 |
| Затінення ґрунту                                           | Слабке (особливо за широкорядного способу сівби)                                                                                                            | Дуже добре                                                                                                                    |
| Вплив на структуру ґрунту                                  | Слабкий через менш розвинену кореневу систему                                                                                                               | Прекрасний                                                                                                                    |
| Вплив на забур'яненість                                    | Збільшення кількості бур'янів до кінця періоду вегетації                                                                                                    | Сильний пригнічувальний                                                                                                       |

Інтенсивність нестабільної азотфіксації в ґрунті пов'язана із запасами енергетичного матеріалу, тобто органічної речовини. Так, без рослинних решток азотфіксація на дерново-підзолистих та сірих опідзолених ґрунтах становить 2–5 кг/га, на чорноземних ґрунтах – 7–12 кг/га.

Однією з необхідних умов органічного землеробства є рециркуляція біогенних елементів, особливо фосфору і калію, за рахунок ефективного використання побічної продукції рослинництва, головним чином, на місці її вирощування. Кінцевим результатом цього процесу має стати мінімізація винесення біогенних елементів за межі агроєкосистеми, а також економія ресурсів на їхнє транспортування. Такий підхід забезпечує покращення балансу органічної речовини в агроєкосистемах, підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів, ефективніше використання земних факторів життя – вологи поживних речовин, ґрунтового повітря та тепла.

Надзвичайно важлива роль відводиться сівозмінам у захисті культурних рослин від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та хвороб. За відсутності хімічних засобів захисту (пестицидів) тривале використання на полі будь-якої культури, або культур з однієї родин, супроводжується нагромадженням специфічних бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Тільки чергування культур на полі і в часі дає можливість значно покращити фітосанітарний стан вирощуваних культур. Цьому найкраще сприяє плодозмінний характер сівозміни з рекомендованим періодом повернення культур на попереднє місце вирощування.

Для створення оптимальної будови оброблюваного, кореневмісного шару ґрунту, регулювання агрофізичних, агрохімічних, біологічних процесів, регулювання інтенсивності розкладу і нагромадження органічної речовини, захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії, захисту посівів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб провідне місце займає механічний обробіток ґрунту. Дослідженнями встановлено, що застосування традиційної системи основного обробітку ґрунту з використанням плуга приводить до значних втрат

доступної рослинам вологи, значних економічних і енергетичних витрат, посилює процеси мінералізації органічної речовини ґрунту та ерозійні процеси.



**Рис. 6.3. Посвіи бобових культур у сівоzmінах за органічного землеробства:**

1 – люцерна посівна; 2 – горох; 3 – соя; 4 – вика яра

Автори фото: Танчик С. П., Бабенко А. І.

Перехід механічного обробітку ґрунту на систему мінімального, поверхневого або «нульового» з використанням безполицевих знарядь веде до підвищення забур'яненості полів у двічі-тричі, до нагромадження шкідників та збудників хвороб. Щоб подолати ці негативні наслідки потрібно застосовувати хімічні засоби захисту (пестициди) культурних рослин від шкідливих організмів, що за умов органічного землеробства не допускається. Дослідженнями кафедри землеробства та гербології НУБіП України (С. П. Танчик, 2023) встановлено, що за умов органічного землеробства найвищу ефективність у сівоzmіні має комбінована система обробітку ґрунту за способом і диференційована за глибиною. За такої системи відбувається чергування полицевого обробітку (оранки) один раз у 4–5 років під просапні культури сівоzmіни і заходів різноглибинного безполицевого обробітку в період між оранками під решту культур сівоzmіни. За такої системи обробітку ґрунту оранка переміщує більш родючий, але менш оструктурений верхній шар ґрунту, засмічений насінням

бур'янів, шкідниками та збудниками хвороб, з верхнього ґрунтового шару на глибину його обробітку (25–27 см). Перебуваючи протягом 4–5 років на певній глибині шкідливі організми втрачають свою життєздатність, відновлюється структура ґрунту у нижніх шарах і наступною оранкою нижній шар переміщується на поверхню. Відбувається природне підвищення родючості ґрунту, проявляється висока фітосанітарна властивість, поліпшуються екологічні, економічні та енергетичні показники системи органічного землеробства.

Отже, органічна (біологічна) система землеробства в Україні займатиме близько 10 % оброблюваних земель для вирощування культур, продукція яких використовується безпосередньо або має не глибоку переробку: овочі, фрукти, виноград, плоди ягідних культур, лікарські рослини, зернобобові, картопля тощо. Використання промислових засобів не допускається. Органічна система землеробства спрямована на одержання якісної і екологічно безпечної для людини продукції. Їх запроваджують у сертифікованих, спеціалізованих господарствах із вирощування відповідних культур. Основою органічної системи землеробства є природні біологічні засоби і заходи відтворення родючості ґрунту, захисту сільськогосподарських рослин від шкідливих організмів. Вони мають бути екологічно безпечні, адаптивні до відповідних ґрунтово-кліматичних умов України, високопродуктивні, економічно обґрунтовані і ґрунтозахисні.

### 6.3.3. Еколого-зберігаюча система землеробства

Oikos – зв'язок між біоценозом і довкіллям; житло, місцезнаходження. Logos – вчення, закон. Зберігаюча – комплекс заходів, що запобігають втратам ґрунту, енергії, урожайності, якості продукції тощо.

Еколого-зберігаюча система землеробства – це комплекс еколого-економічних, агротехнічних, меліоративних та ґрунтозахисних заходів спрямованих на отримання стабільної, адекватної біокліматичному потенціалу зони, якісної і екологічно безпечної продукції землеробства, а також відтворення родючості ґрунту.

*Дана система землеробства базуються на таких пріоритетах:*

1. Широкому використанні законів природи, біології та землеробства.
2. Виробництві якісних і екологічно безпечних продуктів харчування.
3. Подальша хімізація землеробства економічно необґрунтована і екологічно небезпечна.
4. Управлінні показниками родючості ґрунту природними і промисловими засобами.
5. Еколого-економічне застосування хімічних речовин промислового виробництва.
6. Науково-обґрунтованій ринковій структурі посівних площ.
7. Енергоощадній ґрунтозахисній системі обробітку ґрунту.
8. Повному використанні нетоварної частини врожаю, сидератів, органічних добрив тощо.

*Переваги еколого-зберігаючої системи землеробства:*

1. Управління біологічними, хімічними, агрофізичними та екологічними заходами з підвищення родючості ґрунту та продуктивністю вирощуваних культур.
2. Якісна і безпечна продукція рослинництва та довкілля.
3. Захист посівів від шкідливих організмів за встановлення еколого-економічних рівнів їх чисельності та індексу оптимального вибору цих заходів.
4. Високий кругообіг біогенних елементів за рахунок сівозмін, використання нетоварної частини врожаю, сидератів тощо.
5. Еколого-економічне застосування хімічних речовин у поєднанні з біогенними речовинами.

*Недоліки еколого-зберігаючої системи землеробства:*

1. Потребує удосконалення система захисту культурних рослин від шкідливих організмів.
2. Потребує удосконалення система удобрення на запланований урожай та його якість.

Отже, в основу розробки та впровадження системи еколого-зберігаючого землеробства покладено соціальний закон – попиту і пропозицій. На базі цього закону розробляється ринкова структура посівних площ та система сівозмін. Поряд з цим дана система базується на широкому використанні законів природи, біології, агрономії та землеробства.

*Науково обґрунтована організація земельної території.* Центральною і провідною ланкою системи землеробства є науково обґрунтована організація земельної території господарства з усіма її угіддями – оброблювані землі (рілля), сіножаті, пасовища, багаторічні плодові насадження, лісові масиви, дорожня мережа, водні басейни та інші об'єкти. Історично склалося, що розвиток галузі землеробства в Україні відбувався, головним чином, екстенсивним шляхом. Розораність її території сягає 54 %, перевищуючи екологічно допустимі 40 %. У розвинених країнах світу цей показник становить: США – 25 %, Франція – 38 %, Угорщина – 37 % тощо. Порушення екологічної рівноваги природних ландшафтів привело до посилення ерозійних процесів, які в Україні досягли, за оцінками фахівців ДУ «Інститут охорони ґрунтів», найвищого рівня у світі. Щорічні втрати ґрунту становлять близько 500 млн тонн, у тому числі 20 млн тонн гумусу. З одного гектара оброблюваних земель щорічні втрати азоту, фосфору і калію сягають 500–700 кг, тобто в три рази більше за їх внесення. За даними Світового банку на схисових землях на кожен тонну вирощеного зерна втрачається до 10 тонн змитого ґрунту. За остання 50 років інтенсивні технології зменшили вміст гумусу з 6–7 % до 3–4 %. Баланс гумусу в ґрунтах України став від'ємним.

Усвідомлюючи екологічну небезпеку галузі землеробства була розроблена і схвалена концепція її розвитку. Концепція передбачає зміну систем землеробства у напрямку її екологізації та запровадженні комплексу зберігаючих заходів, що запобігають втратам ґрунту, енергії, урожайності та якості продукції. Екологічним допуском частки оброблюваних земель (ріллі), ми вважаємо, до 40 %, луків і пасовищ до 30 %, багаторічних плодових насаджень і лісів до 30 %

від території країни. Проте, така система землеробства має обмежені площі в Україні.

Отже, стратегічним напрямом раціонального використання сільськогосподарських ландшафтів України є її екологізація з комплексом зберігаючих організаційно-господарських, агротехнічних, ґрунтозахисних та меліоративних заходів.

Економічною основою проектування та освоєння ефективних сівозмін за еколого-зберігаючого землеробства є науково обґрунтована структура посівних площ. Структура посівних площ – це співвідношення окремих культур чи парів виражених у відсотках до загальної площі в обробітку. Структура посівних площ господарства розробляється у відповідності:

- ринку сільськогосподарської продукції;
- внутрігосподарських потреб продукції землеробства (насіннєвий та фуражний фонди, продаж на ринку тощо);
- напрямку розвитку господарства (спеціалізація);
- природно-економічних умов господарства.

Після визначення загальної потреби в продукції визначають за рахунок яких культур вирішують ці завдання. Для правильного вибору порівнюють врожаї вирощуваних культур у господарстві не менше як за 5 попередніх років та визначають перспективу врожайності на підставі ресурсних можливостей. Крім урожайності враховують затрати на вирощування з метою забезпечення найвищої її окупності.

Для визначення структури посівних площ необхідно визначити ресурсно-забезпечену реальну планову урожайність сільськогосподарських культур. Для цього спочатку визначають середньозважену урожайність ( $Y_{сз}$ ) за фактичними даними господарства за останні 5 років:

$$Y_{сз} = \frac{\sum_1^n B}{\sum_1^n П}, \quad (6.1)$$

де:  $B$  – валове виробництво продукції вирощеної культури за роки, коли проводили аналіз;  $П$  – посівні площі цієї культури за вказані роки. Потім розраховують планову урожайність ( $Y_{п}$ ) на підставі визначеної вище середньозваженої ( $Y_{сз}$ ) та найвищої урожайності ( $Y_{н}$ ), досягнутої в господарстві за роки, коли проводили аналіз:

$$Y_{п} = \frac{Y_{сз} + Y_{н}}{2} \quad (6.2)$$

За визначення планової урожайності слід враховувати її ресурсне забезпечення на перспективу.

Після проведення економічного розрахунку структури посівних площ вирощуваних культур в господарстві необхідно витримувати встановлені нормативи повернення культур на попереднє місце в сівозміні. Кафедра землеробства та гербології НУБіП України (С. П. Танчик, 2009) експериментально встановили допустимі нормативи повернення вирощуваних культур на попереднє поле сівозміни, вони такі:

- озимі та ярі зернові: жито, пшениця, тритикале, ячмінь, овес, гречка, просо – не раніше ніж через один рік;
- кукурудза, сорго, рис і картопля в сівозміні повторно можна вирощувати протягом 2–3 років поспіль;
- багаторічні бобові трави, зернобобові культури (крім люпину), буряки цукрові, ріпак озимий і ярий повертати на попереднє місце в сівозміні не раніше ніж через 3 роки;
- льон олійний – не раніше ніж через рік, а льон довгунець – через 3–4 роки;
- люпин, соняшник – не раніше ніж через 5–6 років;
- томати, капуста, перець, баклажани, огірки – не раніше ніж через 3 роки;
- лікарські рослини (залежно від біологічних властивостей) – не раніше ніж через 1–10 років.

На основі економічних, екологічних і агротехнічних особливостей господарства, розробленої і затвердженої структури посівних площ визначають кількість польових, кормових і спеціальних сівозмін, розмір поля та їх кількість у кожній сівозміні, порядок чергування культур у сівозміні. Кількість і типи сівозмін мають відповідати організаційним особливостям господарства.

Прикладом польових сівозмін для різних ґрунтово-кліматичних зон України можуть бути:

### **Зона Полісся**

- |                  |                       |
|------------------|-----------------------|
| 1. Горох         | 1. Люпин              |
| 2. Пшениця озима | 2. Жито озиме         |
| 3. Картопля      | 3. Кукурудза на зерно |
| 4. Льон          | 4. Ячмінь ярий        |
| 5. Жито озиме    | 5. Кукурудза на силос |

### **Зона Лісостепу**

- |                                    |                       |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1. Горох                           | 1. Соя                |
| 2. Пшениця озима                   | 2. Пшениця озима      |
| 3. Буряки цукрові або ріпак озимий | 3. Соняшник           |
| 4. Ячмінь ярий                     | 4. Ячмінь ярий        |
| 5. Кукурудза на зерно              | 5. Кукурудза на зерно |

### **Зона Степу**

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1. Пар чистий           | 1. Пар зайнятий         |
| 2. Пшениця озима        | 2. Пшениця озима        |
| 3. Соя                  | 3. Соняшник             |
| 4. Ячмінь ярий (озимий) | 4. Соя                  |
| 5. Соняшник             | 5. Ячмінь ярий (озимий) |
|                         | 6. Кукурудза на зерно   |

За еколого-зберігаючої системи землеробства сівозміни мають виконувати наступні завдання:

- забезпечити стабільність галузі землеробства, збереження та підвищення родючості ґрунту;
- встановлення оптимальної структури посівних площ з впровадженням новітніх технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- покращення фітосанітарного стану ґрунту та посівів шляхом підвищення захисних заходів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб;
- освоєння та впровадження енергозберігаючих і природоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур;
- захист ґрунтів від ерозії та дефляції;
- отримання якісної і екологічно безпечної продукції землеробства;
- ефективне використання трудових ресурсів та інженерно-технічного забезпечення.

Для отримання та запровадження еколого-зберігаючої системи землеробства служить визначена величина ймовірної урожайності вирощуваних культур, забезпечення останніх природними ресурсами. Планова урожайність культур у конкретному господарстві не може бути вищою за ту, яку забезпечують природними ресурсами території, зокрема енергією фотосинтетичної активної радіації та ресурсами вологи.

Ресурсно-забезпечену урожайність культури розраховують за таким алгоритмом: спочатку визначають потенційну урожайність абсолютно сухої біомаси основної і побічної продукції (ПУ, т/га) культури за надходженням фотосинтетичної активної радіації (ФАР).

$$ПУ = \frac{\sum Q_{\text{фар}} * K_{\text{фар}}}{g * 10^3 * 100}, \quad (6.3)$$

де:  $\sum Q_{\text{фар}}$  – сумарне надходження ФАР за період активної вегетації культури, МДж/га;

$K_{\text{фар}}$  – проектний коефіцієнт використання ФАР посівами, %. Оцінюють як звичайні за урожайністю посіви з  $K_{\text{фар}} = 0,5\text{--}1,5\%$ , добрі –  $1,5\text{--}3,0\%$ , високі –  $3,5\text{--}5,0\%$ ; теоретично можливі –  $6,0\text{--}8,0\%$ ;

$g$  – енергетична оцінка абсолютно сухої біомаси культури, МДж/кг;

$10^3$  – коефіцієнт для перерахунку урожайності біомаси в т/га;

100 – коефіцієнт для перерахунку в частки.

Розраховуємо потенційну врожайність основної (ПУ<sub>о</sub>) і побічної (ПУ<sub>п</sub>) продукції за умови запроєктованого коефіцієнта використання ФАР за стандартної вологості:

$$ПУ_o = \frac{ПУ * a_o * 100}{(100 - C_o) * a} \quad ПУ_p = \frac{ПУ * a_p * 100}{(100 - C_p) * a}, \quad \text{де:} \quad (6.4)$$

$a, a_o, a_p$  – відповідно, кількість часток всієї маси урожаю ( $a$ ), основної ( $a_o$ ) та побічної ( $a_p$ ) продукції в ньому, одиниць;

$C_o, C_p$  – стандартна вологість відповідно основної та побічної продукції, % (для зернових ярих і озимих – 14; зернобобових – 16; кукурудзи на зелений корм – 70; злаково-бобових сумішок і багаторічних трав на зелений корм – 75; сіна –

16; бульб, бадилля картоплі, коренеплодів і гички буряків цукрових – відповідно 75 і 80; коренеплодів і гички буряків кормових – 80 і 85%).

У практиці землеробства важливим аргументом фактичної урожайності культур є наявні ресурси доступної рослинам води. Цей аргумент виступає обмежуючим чинником формування реальної урожайності, яка не завжди адекватна енергії ФАР. Тому для підвищення достовірності обумовленої природними ресурсами величини очікуваної урожайності розраховують дійсно можливу урожайність (ДМУ, т/га) за ресурсами води:

$$\text{ДМУ} = \frac{10 \cdot W}{\text{ТК}} \quad \text{або} \quad \text{ДМУ} = \frac{10 \cdot W}{\text{ТВ}}, \quad (6.5)$$

де:  $W$  – ресурси доступної рослинам води в кореневмісному шарі ґрунту, мм (кореневмісним слід вважати шар товщиною 1 м).

ТК – транспіраційний коефіцієнт, виражений кількістю одиниць маси води, витраченої на створення одиниці абсолютно сухої маси рослин;

ТВ – коефіцієнт водоспоживання, виражений загальною витратою води з 1 га поля,  $\text{м}^3$  для створення 1 т урожаю основної продукції стандартної вологості.

Ресурси доступної упродовж вегетації рослинам води ( $W$ ) визначають за формулою:

$$W = W_{\text{ГЗ}} + (W_0 \cdot K_0) + W_{\text{ГВ}} - W_3, \quad (6.6)$$

де:  $W_{\text{ГЗ}}$  – ґрунтові запаси доступної рослинам води в кореневмісному шарі ґрунту на час сівби ярих або відновлення вегетації озимих культур (можна взяти величину польової вологості ґрунту), мм;

$W_0$  – кількість опадів за період вегетації культури в місці розташування господарства, мм ;

$K_0$  – коефіцієнт використання кількості опадів за вегетацію культур, який в середньому для України змінюється залежно від рельєфу, інтенсивності випадання опадів у межах  $0,5 \div 0,8$ ;

$W_{\text{ГВ}}$  – кількість води, яка надходить у кореневмісний шар ґрунту з підґрунтових вод по капілярами, мм;

$W_3$  – залишкова доступна вода в кореневмісному шарі ґрунту на час збирання культури (можна орієнтовно взяти для розрахунку величину вологості ґрунту на цей час 15 %), мм.

Пріоритетними матеріальними засобами забезпечення біокліматично обґрунтованої урожайності вирощуваних культур є внесення органічних добрив у максимально можливій нормі 24 тонни на гектар сівозміни. Їх слід вносити у формі гною в нормі 40 т/га під основний обробіток ґрунту та під просапні культури інтенсивного типу (соняшник, кукурудза на зерно, картоплю, буряки цукрові). Внесений в такій кількості гній відповідає для всієї сівозміни в нормі 10–12 т/га. Решту органічних речовин у ґрунт слід вносити в вигляді нетоварної побічної частини урожаю в усіх полях сівозміни (солома, стебла кукурудзи, соняшника, сої, кореневі залишки тощо), що становитиме 6 т/га сівозміної площі та 6 т/га у вигляді сидеральної маси пожнивних посівів (редька олійна,

гірчиця жовта, ріпак озимий, гречка та інші культури) після збирання озимих та ярих колосових (пшениці, ячменю, жита, тритикале тощо) культур.

**Таблиця 6.3. 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 водоспоживання, м <sup>3</sup> /т | Урожайність основної продукції, адекватний ресурсам вологи, т/га за стандартної вологості | Урожайність за ресурсами біокліматичного потенціалу і родючості ґрунту, т/га |
|------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Соя                                      | 1398 • 10 <sup>4</sup>                         | 20,57                                          | 2,0                            | 13,5                                    | 6,7                                                                          | 428                                          | 1300                                         | 3,3                                                                                       | 6,8                                                                          |
| Пшениця озима                            | 1159 • 10 <sup>4</sup>                         | 19,13                                          | 2,5                            | 14,9                                    | 7,0                                                                          | 350                                          | 700                                          | 5,0                                                                                       | 10,6                                                                         |
| Соняшник                                 | 1621 • 10 <sup>4</sup>                         | 19,38                                          | 2,0                            | 16,7                                    | 7,2                                                                          | 428                                          | 1100                                         | 3,9                                                                                       | 7,2                                                                          |
| Люцерна 1-го року використання (3 укоси) | 839 • 10 <sup>4</sup><br>576 • 10 <sup>4</sup> | 21,83                                          | 3,0                            | 11,5<br>7,9                             | 46<br>32                                                                     | 360<br>155                                   | 95<br>95                                     | 38<br>35                                                                                  | 57                                                                           |
| Люцерна 2-го року використання (2 укоси) | 839 • 10 <sup>4</sup><br>576 • 10 <sup>4</sup> | 21,83                                          | 3,0                            | 11,5<br>7,9                             | 46<br>32                                                                     | 360<br>155                                   | 95<br>95                                     | 38<br>35                                                                                  | 45                                                                           |
| Гречка (поукісна)                        | 1207 • 10 <sup>4</sup>                         | 19,38                                          | 2,0                            | 12,4                                    | 4,3                                                                          | 400                                          | 1200                                         | 3,3                                                                                       | 5,1                                                                          |
| Кукурудза на зерно                       | 1621 • 10 <sup>4</sup>                         | 17,6                                           | 2,0                            | 18,4                                    | 9,3                                                                          | 428                                          | 700                                          | 6,0                                                                                       | 15,7                                                                         |
| Горох                                    | 1159 • 10 <sup>4</sup>                         | 20,57                                          | 2,0                            | 11,2                                    | 5,2                                                                          | 350                                          | 1020                                         | 3,5                                                                                       | 7,7                                                                          |
| Ріпак озимий                             | 1159 • 10 <sup>4</sup>                         | 19,13                                          | 2,0                            | 12,0                                    | 36,9                                                                         | 350                                          | 800                                          | 4,4                                                                                       | 8,1                                                                          |
| Кукурудза на силос                       | 1207 • 10 <sup>4</sup>                         | 16,39                                          | 2,0                            | 14,7                                    | 49                                                                           | 373                                          | 80                                           | 47                                                                                        | 116                                                                          |
| Буряки цукрові                           | 1735 • 10 <sup>4</sup>                         | 18,26                                          | 2,0                            | 19,0                                    | 67,0                                                                         | 474                                          | 120                                          | 40,0                                                                                      | 127                                                                          |
| Ячмінь                                   | 1159 • 10 <sup>4</sup>                         | 19,13                                          | 2,0                            | 12,0                                    | 6,0                                                                          | 350                                          | 900                                          | 4,0                                                                                       | 9,3                                                                          |

Реальність внесення вказаних норм органічних добрив залежить від розвитку тваринництва і може бути забезпечена за наявності на кожен гектар ріллі по дві умовні голови великої рогатої худоби зі шлейфом інших тварин. Потребу в кормах забезпечують за рахунок їх виробництва в польових і кормових сівозмінах.

Кількість органічних добрив є ймовірною граничною можливістю мобілізації внутрішніх резервів органіки в господарстві. Розрахунки свідчать, що з цією кількістю органічних добрив та за рахунок ґрунтових запасів в умовах України кожний гектар оброблюваних земель у сівозміні матиме доступних форм поживних речовин близько 350 кг (N<sub>150</sub>P<sub>50</sub>K<sub>150</sub>), в той же час на біологічно обґрунтовану урожайність вирощуваних культур становитиме близько 410 кг (N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>170</sub>). Баланс поживних речовин буде дефіцитним на величину 60 кг/га (N<sub>25</sub>P<sub>20</sub>K<sub>15</sub>). Щоб забезпечити визначену урожайність цей дефіцит слід компенсувати внесенням мінеральних добрив у кількості 120 кг/га (N<sub>45</sub>P<sub>35</sub>K<sub>40</sub>). У цьому випадку індекс екологізації землеробства становитиме 5,0 (120:24), що є підставою для віднесення до стану еколого-зберігаючого землеробства.

З метою підвищення ефективності органічних добрив кафедрою землеробства та гербології НУБіП України на базі ТОВ «Агрофірма Колос» Білоцерківського району, Київської області розроблена технологія виробництва гноєкомпостів. Для ферментації використовували органічні відходи власного

тваринництва і рослинництва (свіжий гній ВРХ, свиней, коней, пташиний послід), вуглецевмісні компоненти (солома ярих і озимих культур, стебла кукурудзи, соняшника і ріпаку, дикоростуча рослинність з берегів ставків та річок, лушпиння, тирса деревини тощо) та торф, сапропель, фосфоритне борошно, калійну сіль, мікробні препарати тощо. Співвідношення вказаних складових компосту залежить від біологічних властивостей вирощуваних культур під які вносять приготовлений гноєкомпост. Так, під буряки цукрові, кукурудзу, зернові та овочеві культури оптимальне співвідношення NPK має бути 1,0:0,8:0,8. Соняшник – рослина-калієфіл, вміст калію в добривах має становити 50–60 %. Після змішування компонентів формуємо бурти. У процесі ферментації органічних речовин у буртах контролюємо температуру, вологість, склад повітря (особливо вміст кисню), щільність та реакцію середовища.

У разі зменшення вологості компостованої маси в буртах менше 45 % необхідно її зволожувати та вносити мікробні препарати з одночасним перемішуванням всього бурта. Компостні бурти літнього складування перемішуємо через 5–8 діб. Додаткове перемішування виконуємо за зростання температури у буртах понад 65° С.



**Рис 6.4. Виготовлення гноєкомпостів у ТОВ «Агрофірма Колос»**

Автори фото: Танчик С. П., Центило Л. В.

Залежно від складу компонентів, які використовували в компостній суміші та дотримання умов ферментації, процес компостування становить 40–55 днів.

За результатами експериментальних і виробничих досліджень нами розроблено технологічний регламент аеробної ферментації органічних речовин на відкритих площадках. Технологічні процеси необхідно підтримувати у наступних межах: вологість – оптимальний рівень 50–60 % (допустимий – 45–

70 %); температура – 50° С (допустима – 40–60° С); концентрація кисню – понад 10 % (допустима не менше 5 %); щільність – 650 кг/м<sup>2</sup> (допустима – 550–750 кг/м<sup>2</sup>).

Гноєкомпост екологічно безпечний, не містить схожого насіння бур'янів, патогенів. Його доцільно використовувати у технологіях вирощування різних сільськогосподарських культур у агропідприємствах та дачних і присадибних ділянках, вирощуванні овочевих та ягідних культур, особливо за органічного та рекомендованого нами еколого-зберігаючого землеробства. Рекомендовані нами гноєкомпости багатоцільового призначення і є представником нового покоління органічних добрив, який суттєво відрізняється від традиційних добрив за технологією отримання, хімічного і біологічного складу. Виробництво їх може здійснюватися як у спеціальних ферментаторах, так і на відкритих майданчиках. Одним з головних умов отримання якісних і екологічно безпечних біокомпостів є співвідношення вихідних компонентів, що використовуються для його отримання, їх хімічний склад і ретельність перемішування між собою (табл. 6.4).

**Таблиця 6.4. Агрохімічні показники органічних добрив**

| № з/п                                          | Показник                                                                                                              | Гній        | Гноєкомпост на основі гною ВРХ | Гноєкомпост на основі куриного посліду |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 1.                                             | рН водної суспензії                                                                                                   | 8,3         | 8,05                           | 7,8                                    |
| 2.                                             | рН сольової суспензії                                                                                                 | 7,9         | 8,2                            | 7,5                                    |
| 3.                                             | Масова частка вологи, %                                                                                               | 27,0        | 59,87                          | 28,57                                  |
| 4.                                             | Вміст золи, %                                                                                                         | 19,97       | 18,92                          | 19,50                                  |
| 5.                                             | Уміст органічних речовин, %                                                                                           | 80,03       | 81,08                          | 80,50                                  |
| 6.                                             | Уміст нітратного азоту, мг/кг                                                                                         | 108,7       | 263,0                          | 363,1                                  |
| 7.                                             | Уміст амонійного азоту, %                                                                                             | 0,14        | 0,10                           | 0,21                                   |
| 8.                                             | Масова частка загального азоту в абсолютно сухій речовині/ на натуральну вологу, %                                    | 0,492/0,359 | 1,669/0,670                    | 3,854/2,753                            |
| 9.                                             | Масова частка загального фосфору (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) в абсолютно сухій речовині/ на натуральну вологу, % | 0,2/0,146   | 0,72/0,289                     | 4,40/3,143                             |
| 10.                                            | Масова частка загального калію (K <sub>2</sub> O) в абсолютно сухій речовині/ на натуральну вологу, %                 | 0,516/0,377 | 1,22/0,490                     | 1,80/1,286                             |
| 11.                                            | Співвідношення вуглецю до азоту (C:N)                                                                                 | 21,7 : 1    | 15,3 : 1                       | 10,44:1                                |
| Уміст мікро- і макроелементів на суху речовину |                                                                                                                       |             |                                |                                        |
| 12.                                            | Уміст міді, мг/кг                                                                                                     | 0,73        | 2,94                           | 25,0                                   |
| 13.                                            | Уміст цинку, мг/кг                                                                                                    | 33,5        | 124,0                          | 456,0                                  |
| 14.                                            | Уміст марганцю, мг/кг                                                                                                 | 166         | 218,0                          | 1020,0                                 |
| 15.                                            | Уміст заліза, мг/кг                                                                                                   | 520,0       | 454,0                          | 2600,0                                 |
| 16.                                            | Уміст бору, мг/кг                                                                                                     | 13,18       | 151,0                          |                                        |
| 17.                                            | Уміст сірки, %                                                                                                        | 0,18        | 0,15                           |                                        |
| 18.                                            | Уміст MgO, %                                                                                                          | 0,185       | 0,578                          | 0,174                                  |
| 19.                                            | Уміст CaO, %                                                                                                          | 0,724       | 1,924                          | 2,934                                  |

Спрямованість та інтенсивність біологічних процесів у ґрунті за внесення біокомпостів залежить від складу останніх, поєднання з іншими добривами, особливо мінеральними, та оптимального водно- повітряного та теплового режимів ґрунту. Біокомпости, порівняно з гноєм, забезпечують більш тривалий період мікробіологічної активності ґрунту, особливо за локального їх внесення.

Це підвищує доступ до кореневої системи вирощуваних культур поживних речовин, забезпечуючи формування високих врожаїв.

Механічний обробіток ґрунту є однією з головних ланок будь якої системи землеробства, у тому числі еколого-зберігаючої. Це один з найбільш енергоємних і затратних процесів у землеробстві. В середньому на обробіток ґрунту припадає близько 40 % енергетичних і 20 % трудових затрат загального обсягу польових робіт.

Головні завдання механічного обробітку ґрунту:

- створення оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту і його структурного стану для регулювання водного, повітряного, поживного та теплового режимів ґрунту;
- регулювання агрофізичних та агрохімічних процесів, що відбуваються в ґрунті;
- загортання у ґрунт органічних і мінеральних добрив, побічної продукції рослинництва, сидератів, післяжнивних решток, пестицидів тощо;
- управління мікробіологічними процесами у ґрунті;
- захист посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників, хвороб);
- захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії.

Протягом усього періоду розвитку землеробства товаровиробник вирішує: спосіб обробітку ґрунту і його глибина. За способом обробітку виділяють полицевий і безполіцевий, за глибиною – нульовий, поверхневий – до 8 см, мілкий – 8–16 см, звичайний – 16–24 см, глибокий – більше 24 см.

Систематичний різноглибинний полицевий обробіток створює глибокий, гомогенний оброблюваний шар, який забезпечує оптимальні умови для більшості вирощуваних сільськогосподарських культур, нормативну віддачу від внесених добрив за тривалої післядії різних видів органічних добрив. Ефективність оранки достатньо висока за оптимального і підвищеного зволоження в умовах вирівняного ерозійно небезпечного рельєфу. Разом з тим беззмінний полицевий обробіток погіршує структуру ґрунтів, за рахунок активної мобілізації гумусу знижує загальний вміст і посилює рухомість органічної речовини, знижує ерозійну стійкість ґрунтів, останні характеризуються надмірно високим непродуктивним випаровування вологи. Поліцевий обробіток – найбільш затратний у землеробстві.

Систематичний безполіцевий обробіток неоднозначно впливає на властивості і режими ґрунтів, створює гетерогенний за родючістю оброблюваний шар. Такий обробіток поліпшує водний режим як усього кореневмісного шару ґрунту, так і верхньої його частини. За цього обробітку створюються близькі до оптимальних величин щільність будови, загальна пористість і повітроємність, проявляється тенденція до підвищення вмісту в ньому органічної речовини. За безполіцевих обробітків у поверхневому шарі ґрунту істотно зростає біологічна активність. Проте, органічно такий обробіток призводить до ущільнення нижніх частин оброблюваного шару ґрунтів, істотного зменшення вмісту в них коріння і зниження біологічної активності. Уже на третій-четвертий роки проведення беззмінного безполіцевого обробітку ґрунту відбувається істотна диференціація оброблюваного шару за родючістю,

зменшується глибина активної частини кореневмісного шару, що супроводжується зниженням продуктивності угідь. Зосередження у верхньому (5–10 см) шарі мінеральних добрив, у тому числі фізіологічно кислих форм, зростає їх відносна іммобілізація і виникає локальне підкислення ґрунтів.

За безполицевого обробітку у верхньому шарі ґрунту збільшується кількість целюлозоруйнуючих мікроорганізмів, посилюються процеси розкладання клітковини, а при внесенні мінеральних добрив посилюється мінералізація, підвищується здатність ґрунтів до амоніфікації і нітрифікації. Ці процеси не сприяють накопиченню гумусу. Активне його здійснення відбувається тільки за аеробних умов і вологості вище вологості розриву капілярів, при дефіциті вологи в шарі 0–10 см гумус може нагромаджуватися у невеликій кількості.

Проблема ефективного використання добрив за безполицевого обробітку також вимагає свого вирішення. В умовах такого обробітку виникає необхідність корінної перебудови опрацьованої за традиційної оранки системи удобрення сільськогосподарських культур і одночасного удосконалення способів їх внесення, особливо органічних. Проте така цілісна система ще не розроблена, а перспективні способи основного внесення добрив, зокрема локального, великого поширення у виробництві не одержав.

Сучасна світова практика механічного обробітку ґрунту перебуває під сильним впливом економічних, екологічних і енергетичних проблем суспільства. Об'єктивною рекомендацією на дефіцит та зростання вартості енергоносіїв стала мінімізація механічного обробітку ґрунту, аж до повної відмови від нього. Окрім суттєвої економії витрат на вирощування сільськогосподарських культур практика мінімального і нульового механічного обробітку ґрунту має також позитиви з агрономічного погляду. Скорочення чи повне вилучення з технологій механічного обробітку ґрунту сприяє захисту його від ерозії, ощадливому використанню потенційної родючості.

Проте, за таких технологій суттєво знижується ефективність механічного обробітку ґрунту у виконанні важливої функції – захист посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та хвороб). У зв'язку з цим в казаній технології у сучасному землеробстві відрізняються надмірним навантаженням пестицидами, які покликані в цих умовах виконувати функцію захисту посівів. Інтенсивне застосування пестицидів водночас створює екологічні проблеми в агроландшафтах. Розв'язання вказаного протиріччя полягає у пріоритетному застосуванні для контролювання шкідливих організмів систем механічних обробітків ґрунту, які б відрізнялися економією витрат пального та допоміжним економічно і екологічно обґрунтованим застосуванням пестицидів.

Тому ми в умовах еколого-зберігаючого землеробства в сівоzmіні рекомендуємо комбінований обробіток за способом і диференційований за глибиною. Цьому найбільше відповідає система полицево-безполицевого обробітку ґрунту в сівоzmіні, яка відрізняється підвищеною ефективністю контролювання шкідливих організмів та економією витрат на її здійснення.

Сутність такої системи полягає у чергуванні у продовж ротації сівоzmіни полицевого обробітку ґрунту оборотними плугами з обертання ґрунту не менше як на 160–180° (цьому найбільш відповідають напівгвинтові полиці) під просапні

культури (буряки цукрові, кукурудза на зерно, соняшник, картопля) один раз в 4–5 років із заходами безполицевого обробітку дисковими або чизельними знаряддями у проміжку часу між оранками під решту культур. Пшеницю озиму після гороху та сої доцільно на ґрунтах з оптимальною рівноважною щільністю здійснювати сівбу сівалками «прямої сівби». За безполицевих обробітків протягом 4–5 років під дією ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин, робочих органів знарядь і машин, опадів у вигляді дощу, перепаду атмосферного тиску, вітру та інших природних і антропогенних факторів верхній шар ґрунту руйнується і втрачає агрономічно цінну структуру (0,25–10 мм). Крім цього у верхньому шарі ґрунту накопичується насіння бур'янів, яке осипалося з материнських рослин, шкідники та збудники хвороб. Концентрація органічних і мінеральних добрив у 0–10 см шарі ґрунту веде до істотної диференціації оброблюваного шару за родючістю.

Одночасно з цим у нижніх шарах ґрунту під дією мікробіологічних процесів та дощових черв'яків відновлюються структура ґрунту і її водотривкість, насіння бур'янів втрачає життєздатність, що веде до очищення нижніх шарів від шкідливих організмів, у тому числі шкідників і збудників хвороб. Провівши один раз у 4–5 років оранку після полицевих обробітків ми переміщуємо у вертикальному напрямку горизонти ліквідовуючи негативні ознаки як полицевого, так безполицевого способів обробітку. Система полицево-безполицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні відрізняється економією пального на 17 %, прямих витрат – 12 %, зниження потенційної забур'яненості оброблюваного шару на 40 % і актуальної на 43 % та стабільною тенденцією підвищення продуктивності оброблених земель на 5–7 %.

Однією із складових ланок еколого-зберігаючого землеробства є система інтегрованого захисту посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб). Стрижнем такої системи служить раціональна сівозміна, в якій застосовують всі науково-обґрунтовані ланки системи землеробства: удобрення ґрунту, його механічний обробіток тощо. Основа успіху в цій важливій справі полягає у якомого повному спрямуванні ланки системи землеробства на застереження поширення на полях шкідників, збудників хвороб та бур'янів. Запобіжні заходи передбачають:

- запровадження ефективних сівозмін;
- очищення посівного матеріалу, своєчасна сівба та збирання врожаю сільськогосподарських культур;
- правильне згодовування відходів рослинництва та грубих кормів (перемелювання зернових відходів, запарювання та хімічна обробка грубих кормів тощо);
- правильне зберігання та приготування органічних добрив (гною, гноєкомпостів, гноївки, торфу, сапропелю тощо);
- обкошування доріг, меж, лісосмуг, каналів, пустирів до утворення насіння бур'янами;
- запровадження сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Серед ланок системи еколого-зберігаючого землеробства провідна роль у такому спрямуванні належить системі полицево-безполцевого основного обробітку ґрунту. Допоміжним заходом захисту посівів від шкідливих організмів у сучасних технологіях служить застосування хімічних винищувальних засобів.

Особливістю їх застосування в умовах моделі еколого-зберігаючого землеробства є попередній розрахунок критерію еколого-економічного порогу наявності шкідливих об'єктів на полях, що є підставою для прийняття правильних рішень.

Еколого-економічний поріг чисельності шкідливого організму (ЕЕП) вказує на його чисельність на період здійснення захисного заходу, повне усунення якої відшкодовує затрати на його здійснення вартістю збереженого врожаю за виконання планової рентабельності вирощування конкретної культури і дотримання екологічних регламентів. Його визначають за моделлю 6.7.

$$\text{ЕЕП} = \frac{3 \cdot (100 + P) \cdot T}{Ш \cdot Ц \cdot Вф}, \text{ шт./м}^2 \quad (6.7)$$

де: 3 – затрати на здійснення заходу, грн./га;

P – планова рентабельність виробництва конкретної продукції, %;

T – очікувана технічна ефективність заходу, виражена часткою знищених шкідливих об'єктів, частин;

Ш – шкідливість об'єкта, виражена втратами урожаю (т/га, ц/га) обумовленими постійною його наявністю у посівах конкретної культури, упродовж її вегетації, в кількості 1 шт./м<sup>2</sup>.

Для розрахунку ЕЕП орієнтовно середньо видову шкідливість бур'янів у посівах пшениці озимої може бути прийнято 0,25 ц/га, буряків цукрових – 6,0 ц/га, кукурудзи на зерно – 0,5 ц/га, кукурудзи на силос – 1,5 ц/га, гороху – 0,15 ц/га, ячменю – 0,3 ц/га та люцерни на сіно – 0,5 ц/га втрат врожаю основної продукції від рясності бур'янів 1 шт./м<sup>2</sup>.

Ц – реалізаційна вартість основної продукції досліджуваної культури, грн/ц;

Вф – нормативне виживання шкідливого об'єкту в посівах конкретної культури на час збирання урожаю на фоні базової технології її вирощування без застосування додаткового заходу, для якого розраховують порогову чисельність, у % до кількості шкідливого об'єкта на застосування заходу.

Важливим шляхом підвищення продуктивності сільськогосподарських культур є застосування біологічних препаратів на основі живих організмів (бактерій, грибів) або їхніх продуктів життєдіяльності (ферментів, біоактивних речовин), які призначені для захисту рослини від різних стресів – екстремальні температурні умови, нестача води та поживних речовин, ураження шкідниками та хворобами, а також для відновлення ґрунту. Захищаючи рослини від важких умов і збільшуючи використання ними таких ресурсів, як вода, можливо збільшити врожайність культур на фоні зменшення потреби в добривах та в кінцевому рахунку підвищити економічну ефективність виробництва.



**Рис. 6.5. Розвиток рослин кукурудзи в досліді з вивчення передпосівної обробки насіння біопрепаратами на основі мікроорганізмів:**

1 – необроблений контроль; 2 – досліджуваний варіант

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.



**Рис. 6.6. Розвиток рослин соняшнику в досліді з вивчення передпосівної обробки насіння біопрепаратами на основі мікроорганізмів:**

1 – необроблений контроль; 2 – досліджуваний варіант

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.



**Рис. 6.7. Розвиток рослин сої в досліді з вивчення передпосівної обробки насіння біопрепаратами на основі мікроорганізмів:**

1 – необроблений контроль; 2 – досліджуваний варіант

Автори фото: Павлов О. С., Бабенко А. І.

У дослідях кафедри землеробства та гербології НУБіП України з вивчення ефективності біопрепаратів на основі мікроорганізмів встановлено, що передпосівна обробка насіння досліджуваними препаратами забезпечила збільшення таких показників розвитку рослин як висота та вага рослин, довжина та вага коренів, а також діаметр стебла (рис. 6.5–6.7). В кінцевому результаті, суттєво збільшилася урожайність сільськогосподарських культур, зокрема, кукурудзи на 9,17 %, соняшнику – 6,15 та сої – 7,37 % відносно необробленого контролю.

Результати порівняльної оцінки господарської, енергетичної та економічної ефективності трьох систем землеробства представлені в таблиці 6.5.

Отримані результати переконують переваги еколого-зберігаючої системи землеробства в енергетичній і економічній ефективності. За продуктивністю ріллі вона суттєво не відрізняється від промислової, проте переважає за енергетичною і економічною ефективністю та покращує якість і безпечність продукції рослинництва.

**Таблиця 6.5. Порівняльна оцінка ефективності моделей систем землеробства**

| Показники                                      | Промислова система (контроль) | Органічна          |                 | Еколого-зберігаюча |                 | No-till            |                 |
|------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
|                                                |                               | абсолютні величини | ± % до контролю | абсолютні величини | ± % до контролю | абсолютні величини | ± % до контролю |
| Господарська ефективність                      |                               |                    |                 |                    |                 |                    |                 |
| Продуктивність ріллі, кормових одиниць, т/га   | 8,3                           | 6,5                | -22             | 8,2                | -1              | 6,9                | -17             |
| Стабільність, %                                | 91,2                          | 88,3               | -3,2            | 95,7               | +4,9            | 83,5               | -8,5            |
| Адекватність ресурсному забезпеченню           | 0,91                          | 0,81               | -11             | 0,94               | +3,3            | 0,79               | -13,2           |
| Енергетична ефективність                       |                               |                    |                 |                    |                 |                    |                 |
| Коефіцієнт енергетичної ефективності, $K_{ee}$ | 7,7                           | 14,4               | +87,0           | 9,1                | +18,2           | 5,3                | -32,2           |
| Витрати пального на 1 га, кг                   | 110,0                         | 123,1              | +11,9           | 94,7               | -14,0           | 62,1               | -56,5           |
| Економічна ефективність                        |                               |                    |                 |                    |                 |                    |                 |
| Рентабельність, %                              | 68,0                          | 83,7               | -               | 89,5               | -               | 81,4               | -               |
| Обсяг умовно чистого прибутку з 1 га, грн.     | 3427                          | 3781               | -               | 4077               | -               | 3619               | -               |

Отже, застосування системи еколого-зберігаючого землеробства дає можливість одержати стабільну, біокліматично, енергетично і економічно обґрунтовану продуктивність ріллі, підвищує якість продукції рослинництва, зберігає та відтворює родючість ґрунту. Зміст рекомендованої системи еколого-зберігаючого землеробства об'єднує наступні заходи:

1. Економічне, агрономічне, господарське та екологічне обґрунтування організації господарства з освоєнням зональних зерно-просапних сівозмін насичених посівами поживних сидеральних культур на 30 % їх 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. Для цього необхідно на 1 га оброблюваних земель у сівозміні вносити 20–24 т органічних добрив, зокрема 10 т/га гноєкомпостів або 12 т/га гною, 6 т/га побічної рослинної продукції, 6 т/га сидератів і 100–120 кг/га мінеральних добрив. За такого ресурсного наповнення технологій індекс екологізації (6,0–6,5) свідчить про стан еколого-зберігаючого землеробства. Запровадження такої системи удобрення в сівозміні протягом 2005–2025 рр. сприяло підвищенню

вмісту гумусу в ґрунтах ТОВ «Агрофірма Колос» Білоцерківського району, Київської області на 0,36 % (з 3,94 до 4,30 %).

4. Система полищево-безполицевого основного обробітку ґрунту в сівозміні полягає у проведенні оранки плугом один раз на 4–5 років ротації під буряки цукрові, соняшник або кукурудзу на зерно і безполицевих розпушувачів чизелем та дискуванням під решту культур в інтервалі часу між оранками. Під пшеницю озиму після гороху та сої проводити пряму сівбу.

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

6. Застосування біологічних препаратів поліпшує живлення рослин біологічним азотом, мобілізує запаси фосфору і калію у ґрунті в достатній та доступній для рослин формі, посилює біологічну активність ґрунту, сприяє захисту посівного матеріалу та сходів рослин від хвороб та шкідників.

Перераховані заходи є предметом впровадження системи еколого-зберігаючого землеробства і служать технологічними регламентами сучасних зональних технологій, економічно і енергетично обґрунтованого виробництва якісної і екологічно безпечної продукції рослинництва.

#### **6.3.4. Система землеробства No-till**

No-till – означає не орати, механічно не обробляти.

Запровадження і розвиток технології No-till відбулося в 1955 році у Великій Британії після винаходу гербіцидів суцільної дії з коротким періодом розкладу, які дали можливість ефективно контролювати бур'яни на полях навіть тоді, коли сільськогосподарських рослин на них немає. Теоретичним підґрунтям були розробки відомого англійського вченого Є. Рассела. Проте першими зуміли скористатися цими винаходами виробничники США. У 1962 році американські виробничники першими у світі застосували англійську сівалку прямого висіву. Відсутність механічного обробітку повністю компенсувалося застосуванням гербіцидів у захисті від бур'янів. Проте, технічно і технологічно запровадити систему No-till не завжди вдавалося. Вироблені сівалки не завжди могли забезпечити якісне висівання насіння сільськогосподарських культур через наявність на поверхні поля рослинних решток. З розвитком інженерної науки для сучасних сівалок це не є перешкодою, більш того – нині обов'язковою умовою технології No-till є наявність подрібнених рослинних решток на поверхні поля. За зведеними даними світові обсяги застосування системи No-till у світовому землеробстві становлять більше 200 млн. га. Щорічно світова площа під No-till зростає на 1 млн. га.

В Україні виділяють кілька етапів розробки і впровадження системи землеробства No-till. Значна частина практиків в Україні в сліпу копіюють зарубіжний досвід із системи No-till. Проте, кожна країна, в якій запроваджується технологія прямого посіву, має свої власні, «національні» аргументи. Для США – це підвищення продуктивності праці і ґрунтозахисне значення нульового обробітку. Для Канади, де виробництво зерна зосереджено у

степових регіонах, головним чинником є нагромадження і збереження вологи. Теж саме, що до землеробства західних провінцій Австралії. Для тропіків Бразилії система No-till є державною програмою, яка направлена на збереження родючості ґрунтів. Оцінюючи поширення прямого висіву на Європейському континенті, де безперечним лідером є Велика Британія, головним аргументом запровадження нульового обробітку є підвищення продуктивності праці на етапах підготовки ґрунту і сівби зернових колосових культур.

Отже, товаровиробники України методом проб і помилок напрацьовують власний досвід системи No-till. Це свідчить про відсутність напрацьованого «українського варіанту» з технології прямого висіву. Відомо що класична система No-till не передбачає ніякого розпушування, ніякого механічного втручання в ґрунт. Виробничників цікавлять такі проблеми:

- економічні – зменшення витрат на вирощування сільськогосподарських культур, придбання пального та додаткової сільськогосподарської техніки;
- агротехнічні – підвищення вмісту і балансу органічної речовини та вологи в ґрунті, збереження структури ґрунту, зменшення загрози ерозії;
- екологічні – захист ґрунтів та довкілля від шкідливих речовин за інтенсивних систем землеробства;
- організаційні – зменшення кількості технологічних операцій під час вирощування сільськогосподарських культур;
- соціальні – вивільнення робочого часу, зменшення зайнятості працівників, створення можливостей для інших занять.

Головною помилкою під час впровадження системи землеробства No-till є проста заміна традиційного механічного (плужного, безполицевого) обробітку на так званий «нульовий». Практично не враховуються, або частково враховуються такі ланки систем землеробства, як структура посівних площ та ефективна систем сівозмін, система удобрення, система захисту сільськогосподарських культур від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та хвороб), система насінництва та запровадження високопродуктивних сортів і гібридів сільськогосподарських культур, агроекологічні заходи запобігання забрудненню ґрунтів, довкілля та продукції галузі землеробства. Вважається, що недоцільно і некоректно систему прямого висіву з нульовим обробітком називати технологією No-till. Це є система землеробства No-till з повною відповідністю притаманних систем землеробства її ланок.

Під час переходу на систему землеробства No-till є обов'язковою умовою є вирівняність поверхні поля. Відомо, що за будь-якої системи землеробства рівномірне загортання насіння сільськогосподарських культур має надзвичайне значення. За умов системи No-till не передбачається проведення основного, передпосівного або обробітку ґрунту із догляду за культурами, що не дає змоги усунути недоліки попереднього механічного обробітку (борозни, гребені, колії від тракторів або сільськогосподарських машин тощо). Тому рекомендується за переходу на систему землеробства No-till розпочати з Mini-till, який передбачає обробіток ґрунту на глибину до 8–10 см дисковими, полицевими або безполицевими знаряддями. За цих умов доцільно залишати на поверхні поля подрібнену, у вигляді мульчі, побічну продукцію рослинництва. Після

агрозаходу вирівнювання поверхні поля слід провести обробіток глибокорозпушувачами для зменшення ґрунтової підшви. Ці заходи є затратними, проте необхідними для створення оптимальної будови оброблюваного шару ґрунту і одноразовими.



**Рис. 6.8.** роль рослинних решток у снігозатриманні та збереженні вологи на полі

Автор фото: Мокляк В. Я.

Обов'язковою вимогою за системи землеробства No-till є подрібнення до певного розміру (завдовжки до 10 см) та рівномірне розміщення полем побічної продукції. За недостатньо чіткої організації збирання врожаю відбувається хаотичний рух комбайнів і машин полем, що може призвести до переущільнення ґрунту. Неякісне подрібнення або повна відсутність подрібнювачів у комбайнах спричинюють утворення валків із рослинних решток, що робить послідоючі польові роботи більш трудомісткими або взагалі унеможлиблює їх. За системи землеробства No-till наявність валків соломи не допускається. Нерівномірний розподіл рослинних решток полем може стати причиною таких проблем:

- вимушеного проведення додаткових робіт для подрібнення і рівномірного розподілу рослинних решток полем;

- оскільки валки соломи або їх скупчення є причиною неякісної сівби сільськогосподарських культур (робочі органи сівалки, ніж і дискові сошники не можуть прорізати собі хід через велике скупчення рослинних решток), рештки загортаються в ґрунт разом із насінням. Це спричинює недостатній контакт насіння з ґрунтом, у наслідок чого насіння проросте не все і нерівномірно. Або ж дисковий культер чи сошник сівалки можуть просто переїхати через надмірне скупчення рослинних решток, і в цьому місці сівба не відбудеться;

- коли велика кількість побічної рослинної продукції вкриває сходи культурних рослин, їхні проростки можуть пошкоджуватися, що призведе до зниження врожайності;

- у місцях відсутності рослинних решток на поверхні поля відбувається інтенсивне випаровування вологи з ґрунту, значне підвищення температури ґрунту та інтенсивний ріст і розвиток бур'янів.

Відомо і слід пам'ятати, що стебла кукурудзи, солома озимих та ярих зернових культур характеризуються високим вмістом целюлози та геміцелюлози (близько 70 %), що зумовлює потребу внесення на кожен тону побічної продукції 10–15 кг/га діючої речовини азотних добрив, з метою позбавлення азотного голодування інших культур сівозміни. Солома сої, гороху має вузьке співвідношення вуглецю до азоту, тому після збирання цих культур внесення додаткового азоту не обов'язково, щоб компенсувати його в ґрунті.

Система землеробства No-till успішно починає працювати, коли на поверхні поля перед сівбою культур накопичується шар побічної рослинної продукції завтовшки понад 3 см. Для цього потрібно від 3 до 5 років (стільки триває перехідний період від традиційної промислової до системи землеробства No-till), слід щорічно на 1 га залишати 6–7 тонн органічних решток у вигляді соломи, стебел кукурудзи, соняшнику, зернобобових тощо. За таких умов відбуваються природні процеси, ґрунт «пронизаний» життям. Показники біологічної активності ґрунту характеризують умови середовища для живлення і розвитку рослин. В умовах біологічного землеробства, у тому числі і землеробства No-till, біологічна активність ґрунтів на 12–18 % вища, ніж за альтернативних систем. Середня кількість мікроорганізмів у 10 г ґрунту становить: дерново-підзолисті – 6 млрд., чорноземи звичайні – 25 млрд., сіроземи – 16 млрд. штук. Кількість дощових черв'яків в оброблюваному шарі збільшується до 400 тонн на гектарі. У формуванні родючості ґрунту мікроорганізми відіграють важливу роль і одним із методів біоіндексації стану ґрунтового середовища є активність целюлозорозкладаючих мікроорганізмів. Як стверджує В. І. Вернадський, на міграцію та розчинність багатьох елементів живлення впливає вуглекислота, яка утворюється під час розкладу (мінералізації) целюлози. За аеробних умов інтенсивно відбуваються процеси мінералізації рослинних решток, окисно-відновні реакції сприяють накопиченню доступних для рослин макро- і мікроелементів живлення. Проте вирішити проблему живлення сільськогосподарських культур тільки за рахунок розкладу побічної рослинної продукції не можливо. Тому внесення мінеральних добрив за системи землеробства No-till є обов'язковим і водночас проблемним. Для отримання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур у ґрунті повинно бути достатньо і в доступних формах елементів живлення.

Розробка та впровадження системи удобрення окремих культур є складним і відповідальним завданням. Встановлюючи норми й співвідношення мінеральних добрив для окремих культур слід враховувати такі чинники: ґрунтово-кліматичні умови; народногосподарське значення культури; величезну врожаю; сорт чи гібрид культури; попередник та його удобрення; вологозабезпеченість; фітосанітарний стан полів; загальний рівень агротехніки

тощо. Слід обов'язково враховувати основні біологічні властивості вирощуваних культур: нерівномірність засвоєння елементів живлення протягом вегетації (критичний період і період максимального споживання); чутливість культур до концентрації ґрунтового розчину; чутливість рослин до реакції ґрунтового середовища; завсвоювальну здатність кореневої системи; характер розвитку та глибину проникнення кореневої системи; співвідношення між основної і побічною продукцією тощо.

Найчастіше для удобрення окремих культур використовують рекомендовані норми органічних та мінеральних добрив, що встановлені за результатами польових дослідів. Проте, це середні норми й для підвищення агрономічної та економічної ефективності добрив у кожному конкретному випадку, залежно від рівня забезпечення рослин елементами живлення, їх уточнюють за допомогою поправних коефіцієнтів.

Останнім часом для визначення норми мінеральних добрив використовують розрахункові методи, серед яких найбільш поширеним і доступним є метод визначення норм добрив за нормативами витрат головних елементів живлення на формування одиниці продукції. Розрахунки проводять за формулою:

$$Д = У * Н * К_{\text{п}}, \quad (6.8)$$

де: Д – норма добрив, кг/га;

У – запланований урожай, т/га

Н – норма витрат елементів живлення для формування однієї тонни продукції, кг;

$K_{\text{п}}$  – поправковий коефіцієнт на забезпечення рослин азотом, фосфором і калієм

Наприклад, у зоні Лісостепу необхідно виростити урожай зерна кукурудзи 10 т/га, на формування 1 т продукції у цій зоні витрачається 22 кг азоту, забезпеченість рослин азотом середня. Норма азоту для вирощування 10 т зерна кукурудзи становить 220 кг/га

$$Д = 10 * 22 * 1 = 220 \text{ кг/га}$$

Як відмічалось вище, за системи землеробства No-till механічне втручання (обробіток) у ґрунт не допускається. Тому, внесення органічних та мінеральних добрив як основне удобрення є проблематичним. Проте із органічних добрив доцільно вносити перепрілий гній або перегній, гноївку, торфогнойові компости, вермикомпост тощо. Такі добрива слід рівномірно розсівати поверхнею ґрунту, що дає добрий контакт добрив із побічною продукцією рослинництва (солома зернових та зернобобових культур, стебла кукурудзи, соняшнику тощо), створюється змішаний мульчуючий шар з такими органічними добривами, вноситься значна частина макро- та мікроелементів (у 1 т – близько 5–8 кг азоту, 3–6 кг фосфору і 6–9 кг калію), покращується біологічна активність ґрунту, що сприяє прискореному розкладу органічної речовини. Мінералізація рослинних решток за системи землеробства No-till відбувається упродовж тривалішого часу ніж за промислової системи. В перші роки запровадження системи No-till (2–3 роки) зв'язування азоту в ґрунтовому органічному середовищі збільшується, а

кількість доступного для рослин азоту зменшується. Тобто, із збільшенням органічної речовини в ґрунті відбувається підвищення потенційної родючості, одночасно – зниження вмісту доступних елементів живлення для рослин. Тому внесення вказаних вище органічних добрив є доцільним. Норми внесення на чорноземах звичайних у зоні: нестійкого зволоження (Лісостеп України) становлять 9–10 т/га, недостатнього (Степ України) – 7–8 т/га, достатнього (Полісся України) – 12–15 т/га. Із зниженням потенційної родючості ґрунтів норми внесення органічних добрив доцільно збільшити на 25–30 %. Отже, система землеробства No-till передбачає залучення якомога більше органічної речовини. Для оптимального співвідношення між органічними та мінеральними добривами, уникнення азотного голодування культур у сівозміні потрібно в основне удобрення на кожен тону побічної продукції рослинництва вносити 10–15 кг/га д. р. азотних добрив. Норму мінерального азоту слід розрахувати з урахуванням азоту, внесеного з органічними добривами (перегною, гноївки, компосту тощо).

Фосфорно-калійні мінеральні добрива в основне удобрення слід вносити рівномірно розсіваючи поверхнею поля без загортання в ґрунт. Норма внесення має становити 30–35 % загальної кількості розрахованих мінеральних добрив для отримання запланованого врожаю. Осінньо-зимові опади дадуть змогу перейти елементам живлення у стан розчину і проникнути у верхній кореневмісний шар ґрунту.

Під час сівби доцільно вносити комплексні мінеральні добрива, перевагу надаючи фосфору. Співвідношення NPK має бути 1:2:1, норма внесення – 30–35 % загальної кількості мінеральних добрив, розрахованих на запланований врожай. Проте, норма внесення діючої речовини не має перевищувати 45–50 кг/га. Надлишкова кількість хімічних елементів може створити підвищену концентрацію ґрунтового розчину, що негативно впливає на молоді проростки насіння культурних рослин.

Близько 35–40 % розрахованих мінеральних добрив доцільно вносити у підживлення. Проте при кореневі підживлення (внесення мінеральних добрив у ґрунт культиваторами-рослинопідживлювачами) за системи землеробства No-till не проводяться. За такої системи землеробства підживлення проводять двома способами: на посівах культур суцільного способу сівби, особливо озимих зернових, мінеральні добрива рівномірно розподіляють поверхнею ґрунту; другий спосіб – позакореневе підживлення (внесення розчину мінеральних добрив по вегетуючих культурних рослинах). Найвідповідальнішим є позакореневе підживлення, його проводять 3–4 рази за вегетаційний період, коли рослини у молодому віці. Ці обприскування, як правило, поєднують із внесенням засобів захисту рослин, стимуляторів росту тощо, що дає можливість значно скоротити затрати на додаткові обробки. Слід пам'ятати, що високі концентрації розчину мінеральних добрив можуть пошкодити молоді вегетуючі рослини, пошкодження проявляються у вигляді опіків, що різко знижує асиміляційну активність і продуктивність культур. Найоптимальніша концентрація робочого розчину – 0,2 %.

За системи землеробства No-till найбільш доцільно вносити комплексні добрива, які мають усі макроелементи (азот, фосфор і калій) і насичуються мікроелементами у різних співвідношеннях. Нині хімічна промисловість України виробляє комплексні водорозчинні добрива з вмістом діючої речовини NPK до 60 % і повним насиченням мікроелементами. Співвідношення елементів живлення може бути різне, залежно від вирощуваної культури, ґрунтово-кліматичних зон тощо. Крім того, у виробництві використовують нітроамофоску, діамонітрофоску, нітроамофос, карбоамофоску тощо. Високий вміст діючої речовини в мінеральних добривах дає змогу значно скоротити внесення фізичної маси добрив і підвищити їхню ефективність.

Одним із відповідальних технологічних заходів за системи землеробства No-till є захист культурних рослин від шкідливих організмів: бур'янів, шкідників та хвороб. Дослідженнями встановлено, що забур'яненість посівів сільськогосподарських культур за такої системи землеробства, особливо у перехідний період, збільшується в 4–5 разів, шкідників і хвороб – у 3–4 рази. Відсутність механічного обробітку ґрунту і залишки побічної продукції рослинництва на поверхні поля спричиняють розвиток шкідливих організмів. Утворюється гетерогенний шар ґрунту з переважаючим розміщенням насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту, збудників хвороб і шкідників на рослинних рештках. Нові дані в галузі біології, міграції бур'янів, шкідників і хвороб потребують сучасного вивчення проблеми, особливо за нових енергоощадних систем землеробства.

Відомо, що у системі інтегрованого захисту найбільша частка затрат на захист посівів від шкідливих організмів припадає на бур'яни – 60–70 %. Це викликано зростанням забур'яненості ріллі в Україні, причин цього кілька. Перша з них – істотне зниження культури землеробства в країні, що викликане порушенням науково обґрунтованих сівозмін, безсистемним застосуванням основного обробітку ґрунту, внесенням непідготовлених органічних добрив та різким зниженням, а часто і повною відмовою від застосування гербіцидів через гострий дефіцит обігових коштів у господарствах. Наразі в багатьох із них широкої практики набуло спрощення технологій вирощування більшості сільськогосподарських культур. Особливо від цього потерпають високопродуктивні просапні культури, насамперед цукрові буряки, кукурудза, соняшник, картопля тощо.

Другою причиною є адаптація самих рослин бур'янів до мінливих екологічних умов. Найбільш пристосованими і масовими виявилися бур'яни понад 300 видів, а найшкідливішими – багаторічні. Проте, незважаючи на складність проблеми, створюваної багаторічними бур'янами, її можна успішно вирішити. Кілька років цілеспрямованої роботи з поєднанням фітоценотичних, механічних і хімічних заходів контролю спроможні звільнити поля від таких бур'янів.

Значно складніше подолати бур'яни, що створили в ґрунті великі насінніві банки, особливо за системи землеробства No-till. Різноманітність видів бур'янів у посівах сільськогосподарських культур досить велика, що створює труднощі

щодо їхнього контролювання. Річний баланс насіння бур'янів у ґрунті залежить від протибур'янової ефективності системи землеробства та їхніх складових.

Оптимальна глибина, з якої з'являється основна маса сходів бур'янів, – від 3–4 до 10 см. Основна маса сходів бур'янів з'являється навесні – 70–80 % річних сходів бур'янів. Максимальна довговічність насіння бур'янів в умовах України становить близько 8 років (лобода біла, щиріця біла і загнута, мишій сизий, куряче просо, осот польовий, берізка польова тощо). Отже, за системи землеробства No-till (навіть за її високої культури), дотримання всіх прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур) виникає потреба у застосуванні запобіжних (профілактичних), знищувальних та спеціальних заходів захисту культурних рослин від шкідливих організмів, що є складовими комплексної інтегрованої системи захисту. Найбільш екологічно безпечні і найменш затратні запобіжні заходи, серед яких: запровадження правильних сівозмін, особливо плодозмінних, очищення посівного матеріалу та використання стійких проти хвороб і шкідників гібридів і сортів сільськогосподарських культур, правильне зберігання та приготування органічних добрив, застосування прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Слід пам'ятати, що за системи землеробства No-till, особливо у перехідний її період, система контролю бур'янів спрямована не на захист посівів конкретної культури у сівозміні, а на контроль їхньої наявності на полі протягом біологічного року (від збирання попередника до збирання культури). Найбільш відповідальним і ефективним заходом очищення посівів від бур'янів є пожнивний період. Після збирання зернових культур (пшениця озима та яра, ячмінь, овес, тритикале тощо) до кінця вегетаційного періоду проходить 2–2,5 місяця. За цей період проростає значна частина насіння і органів вегетативного розмноження багаторічних бур'янів. За масової появи сходів до утворення генеративних органів обов'язковим є внесення гербіцидів суцільної дії, особливо гербіцидів на основі діючої речовини гліфосат. Під час вирощування сільськогосподарських культур за системи землеробства No-till технологія вирощування передбачає контроль бур'янів за допомогою гербіцидів. У посівах зернових культур такий контроль відбувається навесні у фазі кушення культурних рослин і за масової появи бур'янів. Досить ефективними є бакові суміші препаратів на основі трибенурон-метилу з флорасуламом або тифенсульфурон-метилу, а також використання препаратів на основі 2,4-Д, дикамби, клопіраліду, дифлюфенікану та флуороксипіру проти однорічних та багаторічних дводольних бур'янів. Для контролю злакових видів у посівах цих культур можливе застосування гербіцидів з такими діючими речовинами як сульфоссульфурон, піноксаден, піроксулам, феноксапроп-П-етил. На ринку України щорічно з'являються все нові і нові препарати, тому їх потрібно застосовувати відповідно до «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні».

Особливої технології у захисті від бур'янів потребують пізні ярі культури: соняшник, кукурудза, соя, гречка, просо тощо. Від початку вегетаційного періоду до сівби цих культур проходить 30–50 днів. За цей час відновлюють вегетацію озимі, зимуючі і багаторічні бур'яни, а також з'являються сходи однорічних видів. За таких умов у кінці квітня – на початку травня (за 8–10 днів до сівби культури) вносять гербіцид на основі гліфосату (3 л/га), що робить поле



**Рис. 6.9. Стан бур'янів через 5 днів після внесення гліфосату перед сівбою соняшнику**

Автор фото: Павлов О. С.

на час сівби культури практично чистим від бур'янів (рис. 6.9). Проте, після висіву культури (кінець травня – початок червня) масово з'являються сходи однорічних бур'янів. Унесення ґрунтових гербіцидів за системи землеробства No-till не завжди доцільно через наявність на поверхні ґрунту рослинних решток і унеможливлення загортання гербіцидів механічними знаряддями у ґрунт, що робить їх малоефективними. За таких умов, як правило, запроваджують тільки препарати по вегетуючих рослинах. Проте, якщо попередниками кукурудзи були такі культури як соя, горох або ж озимі зернові, то застосування ґрунтових гербіцидів може бути цілком виправданим. У будь-якому випадку, необхідно орієнтуватися на кількість та стан розкладання рослинних решток попередника. Наприклад, у посівах кукурудзи високу ефективність проявив

двокомпонентний гербіцид на основі S-метолахлору і тербутилазину – ПРИМЕКСТРА TZ GOLD. Цей препарат вносять у фазу від 3–4 листків до 5–6 у кукурудзи, що на 80–90 % знищує сходи малорічних бур'янів, оскільки після проходження сівалки частина поверхні відкривається, а гербіцид потрапляє в ґрунт. Комбіноване внесення перед чи відразу після сівби кукурудзи гліфосату і примекстри tz gold робить посіви впродовж вегетації чистими від бур'янів.

За системи землеробства No-till високоефективна система захисту посівів від бур'янів із високим насиченням гербіцидів має застосовуватися протягом усього перехідного періоду (4–5 років). За цей період повністю зникнуть багаторічні бур'яни, значно виснажиться насіннєвий банк шкідливих рослин у ґрунті. Створення мульчуючого шару з побічної продукції культурних рослин завтовшки 3–5 см захищає ґрунт від бур'янів. Насіння бур'янів, яке утворилося й осипалося з вегетуючих екземплярів, потрапляє на рослинні рештки, втрачає контакт із ґрунтом. Значна частина його гине під впливом екологічних умов (температура, відсутність вологи, висихання тощо), отримані сходи гинуть від відсутності основних факторів життя рослин. За ефективною системою контролю

бур'янів протягом 4–5 років витрати гербіцидів скоротилися на 38–40%, а зниження забур'яненості відбулося у 2,8 рази.

Таким чином, за системи землеробства No-till у більшості випадків віддають перевагу післясходовому внесенню гербіцидів. Післясходове внесення має низку переваг перед ґрунтовими препаратами, оскільки ЗЗР застосовують у той час, коли можна встановити тип і ступінь забур'яненості, видовий склад бур'янів, тобто впевнено можна прийняти рішення про доцільність внесення препаратів. Крім того, обприскування післясходовими препаратами можна поєднувати з проведенням заходів захисту від шкідників і хвороб, позакореновим підживленням, внесенням стимуляторів росту тощо.

Проте, поряд із перевагами таке застосування препаратів має і недоліки. За несприятливих погодних умов (тривалі дощі, зависока температура повітря, надмірної сили вітер), коли наземне обприскування використовувати неможливо, є вірогідність порушити оптимальні строки застосування. Через випаровування відбуваються непродуктивні втрати препаратів, підвищується загроза забруднення довкілля, можливе поширення їх на сусідні поля і культури.

Одним із чинників, що суттєво впливають на величину і якість урожаю, є хвороби і шкідники. Останніми роками вони набули широкого розповсюдження і спричиняють значні збитки народному господарству. Втрати від них тим вищі, чим нижча культура землеробства. Однією з проблем поширення шкідників і хвороб за системи землеробства No-till є наявність рослинних решток на поверхні поля, в яких зберігаються збудники шкідливих організмів. Кореневі гнилі пшениці, жита, ячменю, вівса, гороху належать до числа зовнішньо малопомітних, але надзвичайно шкідливих захворювань хлібних злаків. Збудниками коренових гнилей є широко розповсюджені види грибів, які живуть на оболонках і всередині насіння, в ґрунті та на рештках відмерлих рослин (побічній продукції). Вони уражують багато видів рослин із різних родин, легко переносять зміни екологічних і ґрунтових умов. Кореневі гнилі хлібних злаків — інфекційні хвороби, які викликають напівпаразитичні гриби ряду ботанічних родів: *Drechslera*, *Fusarium*, *Ophiobolus*, *Cercospora*. Вони спричиняють загнивання і руйнування кореневої та прикореневої частини рослин, у результаті чого спостерігається пригнічення рослин, пожовтіння і висихання листя, білостебловість, затримка колосіння, плюсклість зерна і пустоколосиця, а також загибель продуктивних стебел. Інфекція коренових гнилей накопичується в ґрунті, особливо за беззмінного вирощування хлібних злаків, а також на побічній продукції рослинництва.

Аналізуючи врожайність сільськогосподарських культур хворобами і шкідниками за системи землеробства No-till, спостерігаємо істотне зростання шкідливих організмів у перехідний період. Найбільш радикальним заходом зменшення поширеності і зниження шкідливості хвороб і шкідників є запровадження сівозмін, особливо плодозмінних. Прикладом такої сівозміни може бути: 1 – горох; 2 – пшениця озима + бобові на сидерат; 3 – соняшник; 4 – соя; 5 – ячмінь ярий + гречка на сидерат; 6 – кукурудза на зерно (ріпак ярий або озимий). Чергування зернових і дводольних культур порушує цикл життєдіяльності шкідників і хвороб.

Одним із заходів є запровадження стійких до хвороб та шкідників сортів і гібридів сільськогосподарських культур, протруювання насіння, оптимальні строки сівби, знищення бур'янів тощо. В період вегетації обов'язковим заходом захисту є внесення інсектицидів і фунгіцидів, у багатьох випадках – і як профілактичний захід.

За системи землеробства No-till однією з проблем є розповсюдження мишоподібних шкідників. Неякісне збирання врожаю (значні втрати основної продукції) і побічна продукція рослинництва забезпечують цих шкідників достатньою кількістю корму, а місця їхнього поселення – рослинними рештками. Мишоподібні шкідники завдають великої шкоди сільськогосподарським культурам, особливо озимим в осінній і зимовий періоди. Тому знищення цих шкідників за допомогою різних принад є обов'язковим заходом.

Учені і виробничники під час переходу на систему землеробства No-till одним із ризиків вбачають переущільнення ґрунту, що веде до зниження врожайності сільськогосподарських культур. Щільність будови орного шару (об'ємна маса ґрунту) – це відношення маси сухого ґрунту до його об'єму, з щільностями за відсутності води. Для більшості вирощуваних сільськогосподарських культур оптимальною щільністю будови на чорноземних ґрунтах є  $1,0\text{--}1,3\text{ г/см}^3$ . Є інший показник, який характеризує стан ґрунту за щільністю будови – рівноважна щільність. Для різних ґрунтів, окремих ділянок вона є стабільним показником і лише в часі може змінюватися на зовсім незначні величини під дією різних природних і антропогенних факторів. Якщо показники оптимальної для культури і рівноважної щільності ґрунту близькі між собою, тоді відпадає будь-яке механічне втручання в ґрунт з метою його розпушування або ущільнення.

На практиці завжди виникає потреба регулювати щільність ґрунту, утримуючи її на оптимальному для конкретної культури рівні за допомогою механічного обробітку ґрунту. Після надання ґрунту оптимальної щільності вона впродовж певного періоду під дією різних природних факторів повертається до рівня рівноважної. Виходячи з цього за традиційної системи обробітку ґрунту оптимальної щільності досягають шляхом застосування різних заходів його обробітку. Застосування системи землеробства No-till механічного впливу на ґрунт не передбачається. На це впливають природні фактори (волога, температура), коренева система рослин, ґрунтові тварини, дощові черв'яки тощо.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що в перехідний період за системи землеробства No-till (3–4 роки) щільність ґрунту перевищувала оптимальну для культур сівозміни на 10–15 % і на чорноземах звичайних становила  $1,35\text{--}1,40\text{ г/см}^3$ . У дальші роки щільність ґрунту стабілізувалася завдяки значному зменшенню руху тракторів і сільськогосподарських машин полем, накопиченню органічної речовини у вигляді побічної продукції і кореневої системи рослин, збільшенню до 70 % дощових черв'яків у ґрунті, поліпшенню біологічної активності ґрунту під дією фізичних сил тощо. Щільність ґрунту кореневмісного шару наблизилася до рівноважної, що відповідає оптимальній для культурних рослин і становить  $1,25\text{--}1,27\text{ г/см}^3$ .

Позитивний вплив системи землеробства No-till позначається на збереженні і підвищенні родючості ґрунту внаслідок зменшення змивання ґрунту на 80–90 % і поверхневого стоку – на 60–70 %. Сприяє цьому наявність на поверхні ґрунту значної кількості стерні і органічних решток нетоварної частини урожаю. Окрім цього, значно підвищується водопроникність та зменшується випаровувальна здатність ґрунту.

Встановлено, що із загальної кількості доступної вологи, яку використовують рослини, 60–70 % припадає на опади за період вегетації. Впродовж доби з кореневмісного шару ґрунту (0–30 см) за полицевого обробітку втрачається близько 20 мм, за плоскорізного – 10, за технології No-till – близько 5 мм. Це пояснюється механізмом випаровування вологи з ґрунту.

Системи землеробства за різних технологій обробітку ґрунту суттєво впливають на швидкість інфільтрації води атмосферних опадів. Багаторічні спостереження за водопроникністю ґрунту за полицевого обробітку і технології No-till засвідчили перевагу цього показника за нульової технології. Встановлено, що чим триваліший період застосування технології No-till, тим кращий показник водопроникності.

*Система землеробства No-till базується на таких пріоритетах:*

1. Самовідновлюваності системи ведення землеробства.
2. Екологічно збалансованому і ощадливому веденню землеробства на основі наукоємних технологій.
3. Залучені нетрадиційних джерел мінерального живлення – отриманий врожай культури зобов'язаний підвищувати вміст обмінної речовини ґрунту.
4. Управлінні ерозійними процесами.
5. Збережені та підвищені родючості ґрунтів.
6. Охороні довкілля – зменшення викидів парникових газів у атмосферу.
7. Зменшені енерговитрат та металомісткості сільськогосподарських машин і знарядь.
8. Підвищені інтелектуального рівня фахівців, зменшені чисельності працівників галузі.

*Переваги системи землеробства No-till:*

1. Підвищення родючості ґрунту та продуктивності праці.
2. Захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії.
3. Поліпшення структури ґрунту.
4. Покращення водного режиму ґрунту.
5. Підвищення біологічної активності ґрунту.
6. Зменшення механічного навантаження на ґрунт тракторів та сільськогосподарських машин.
7. Зменшення матеріальних витрат і трудомісткості вирощування сільськогосподарських культур.
8. Зменшення до 30 % і більше витрат палива за вирощування сільськогосподарських культур.
9. Зменшення фінансових витрат на придбання сільськогосподарської техніки.

10. Зменшення забруднення довкілля та водоймищ шкідливими речовинами.

11. Зменшення надходження в атмосферу парникових газів.

12. Мульчування ґрунту захищає його від руйнування дощовими краплями та механічними системами машин і знарядь.

Співробітниками кафедри землеробства та гербології НУБіП України впродовж більш ніж двадцяти років проводяться дослідження ефективності системи землеробства No-till в умовах Правобережного Лісостепу України. На рисунку 6.10 зображено порівняння стану посівів соняшнику за системи землеробства No-till з промисловою в умовах 2025 року. Відмічено, що за системи No-till рослини подовжили термін своєї вегетації на 10 днів, що дало змогу оптимізувати використання ними вологи та поживних речовин і, в кінцевому результаті, сформувати вищий на 15 % урожай порівняно з контролем.



**Рис. 6.10. Стан посівів соняшнику:** 1 – No-till; 2 – промислове землеробство (контроль)

Автор фото: Павлов О. С.

В умовах цього ж дослідю соя, вирощена за системи No-till утворила в середньому на 4 боби більше ніж на контрольному варіанті, що забезпечило вищу урожайність культури на 12,4 % (рис. 6.11).



**Рис. 6.11. Рослини сої: 1 – No-till; 2 – промислове землеробство (контроль)**

Автор фото: Павлов О. С.

*Недоліки системи землеробства No-till:*

1. Система землеробства No-till потребує вищої кваліфікації агрономічного, інженерного та технічного персоналу.
2. Перехід від традиційної до системи землеробства No-till потребує перехідного періоду (близько 5 років), що часто супроводжується зниженням продуктивності ріллі.
3. Повільніше прогрівається ґрунт на весні.
4. Зростає щільність ґрунту, особливо у перехідний період.
5. Значної уваги потребує захист посівів від шкідливих організмів (бур'янів, шкідників та збудників хвороб). Знижується ефективність ґрунтових гербіцидів.
6. Особливої уваги потребує розробка та впровадження системи удобрення, особливо органічних добрив.
7. У сівоzmінах не рекомендується вирощувати культури, які формують урожай у ґрунті (корене- та бульбоплідні рослини).
8. Посилюється ризик появи резистентних видів бур'янів до гербіцидів.
9. Ускладнюється система захисту культурних рослин від мишоподібних гризунів.

Отже, система землеробства – це невід'ємна і важлива складова системи ведення сільськогосподарського виробництва. Система землеробства – результат

тривалого історичного розвитку людства, відображає хід розвитку культури, продуктивних сил і виробничих відносин. Від результатів впровадження і діяльності систем землеробства значною мірою залежить діяльність системи тваринництва, переробки, системи машин, системи фінансового забезпечення, системи адміністративно-господарського забезпечення тощо.

Теоретичною основою сучасних систем землеробства є закони агрономії, творче використання яких забезпечує високий технологічний, екологічний і економічний ефект не тільки окремих ланок, але й системи землеробства в цілому.

Природні і економічні умови землеробства України різносторонні. Це визначає різний характер і порядок використання засобів і заходів з метою отримання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур, а також підвищення родючості ґрунтів. В їхній основі лежить забезпечення всіх біологічних вимог культурних рослин та усунення негативних явищ, які стримують високий ріст продуктивності: посухи, перезволоження, ерозії, нестача елементів живлення, не сприятливі екологічні умови, захист від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників, хвороб тощо. Звідси, системи землеробства мають впроваджуватися з урахуванням місцевих, зональних умов, бути динамічними і прогресивними, екологічно безпечними і енергоощадними, а також високопродуктивними.

У результаті тривалої роботи науково-дослідних і навчальних закладів, дослідних станцій, державних сортовипробувальних ділянок, провідних товарних сільськогосподарських підприємств різних форм власності накопичений значний матеріал із ефективного використання землі, їхнього меліоративного покращення і рекультивації, з обробітку ґрунту, застосування добрив, засобів захисту культурних рослин від шкідливих організмів, стимуляторів росту і меліорантів тощо. Землеробство має бути високопродуктивним, конкурентоспроможним, адаптованим до відповідних ґрунтово-кліматичних умов, енергоощадним, ґрунтозахисним, зберігаючим, продукція отримана від галузі – якісною і екологічно безпечною для людей і тварин.

## **Висновки**

1. Система землеробства – це комплекс організаційно-господарських, технологічних, економічних та екологічних заходів спрямованих на ефективне використання агрокліматичних ресурсів, відтворення родючості ґрунтів, отримання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур.

2. Впроваджена система землеробства має бути економічно обґрунтована і екологічно безпечна, базуватися на біорізноманітті сівозмінного ландшафту.

3. Промислова система землеробства – найбільш поширена інтенсивна і енергоємна, передбачає використання всіх придатних земель для вирощування сільськогосподарських культур.

4. Органічна система землеробства – це сертифікована діяльність без використання синтетичних хімічних речовин (мінеральних добрив, пестицидів, меліорантів) і ГМО.

5. Еколого-зберігаюча система землеробства базується на науково обґрунтованій ринковій структурі посівних площ, еколого-економічному застосуванні хімічних речовин промислового виробництва, повному використанні нетоварної частини врожаю, сидератів, органічних добрив.

6. Система землеробства No-till – екологічно збалансоване і ощадливе ведення землеробства на основі наукоємних технологій, управлінні ерозійними процесами, зменшені енерговитрат та металомісткості сільськогосподарських машин і знарядь.

### Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняттю «система землеробства».
2. Які системи землеробства відносяться до екстенсивних та охарактеризуйте їх?
3. Які системи землеробства відносяться до перехідних та охарактеризуйте їх?
4. Чим відрізняються інтенсивні (сучасні) системи землеробства?
5. Які основні складові інтенсивних систем землеробства?
6. На яких пріоритетах базується промислова система землеробства?
7. Наведіть переваги промислової системи землеробства.
8. Які недоліки промислової системи землеробства?
9. На яких пріоритетах базується органічна система землеробства?
10. Наведіть переваги органічної системи землеробства.
11. Які недоліки органічної системи землеробства?
12. На яких пріоритетах базується еколого-зберігаюча система землеробства?
13. Наведіть переваги еколого-зберігаючої системи землеробства.
14. Які недоліки еколого-зберігаючої системи землеробства?
15. На яких пріоритетах базується система землеробства No-till?
16. Наведіть переваги системи землеробства No-till.
17. Які недоліки системи землеробства No-till?

## Алфавітний предметний покажчик

### А

|                               |        |
|-------------------------------|--------|
| Агрегатний склад ґрунту ..... | 38     |
| Адаптація .....               | 26     |
| Аерація .....                 | 61, 80 |
| Аерація ґрунту .....          | 61     |
| Амоніфікація .....            | 70     |

### Б

|                                            |                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Багаторічні бур'яни .....                  | 248, 249                                    |
| Беззагінна (гладка) оранка .....           | 160                                         |
| Беззмінна культура .....                   | 86                                          |
| Безполицевий спосіб обробітку ґрунту ..... | 145, 155                                    |
| Біологічна азотфіксація .....              | 70                                          |
| Борознування ґрунту .....                  | 187                                         |
| Боронування ґрунту .....                   | 145, 174                                    |
| Будова ґрунту .....                        | 50                                          |
| Бур'яни .....                              | 240, 241, 243, 245, 246, 248, 261, 336, 337 |

### В

|                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| Валкування ґрунту .....              | 186         |
| Вбирний комплекс .....               | 44          |
| Введення сівозмін .....              | 134         |
| Вивідне поле .....                   | 84          |
| Вид сівозміни .....                  | 128         |
| Вирівнювання ґрунту .....            | 146, 179    |
| Відновлення родючості .....          | 38, 39, 283 |
| Водний баланс .....                  | 57          |
| Водний режим ґрунту .....            | 5, 56, 63   |
| Водопідймальна здатність .....       | 64, 66      |
| Водопроникність .....                | 66          |
| Водорозчинні органічні сполуки ..... | 39          |
| Водотривкість .....                  | 49          |
| Водоутримуюча здатність .....        | 58          |
| Вологоємність .....                  | 65, 66      |

### Г

|                                       |             |
|---------------------------------------|-------------|
| Гербіциди .....                       | 260, 261    |
| Гранулометричний склад .....          | 38, 47, 237 |
| Гребенування ґрунту .....             | 146         |
| грудочкувато-зерниста структура ..... | 48          |
| Грядкування ґрунту .....              | 146         |
| ГТК .....                             | 10, 59, 100 |

|                         |                    |
|-------------------------|--------------------|
| Гумати .....            | 40                 |
| Гуміни .....            | 41                 |
| Гумінові кислоти .....  | 40                 |
| Гумус .....             | 38, 41, 49, 87, 93 |
| Гумусові речовини ..... | 40, 41             |

### Г

|                               |                                                   |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|
| Ґрунт .....                   | 35, 46, 58, 64, 150, 153, 176, 198, 211, 225, 237 |
| Ґрунтове повітря .....        | 16, 35, 37, 78, 80, 81, 147, 148                  |
| Ґрунтовтома .....             | 92                                                |
| Ґрунтозахисна сівозміна ..... | 133                                               |

### Д

|                                 |          |
|---------------------------------|----------|
| Денітрифікація .....            | 69, 70   |
| Дисковий обробіток ґрунту ..... | 145, 168 |
| Дифузія газів .....             | 80, 81   |

### Е

|                                               |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| Еколого-зберігаюча система землеробства ..... | 7, 301, 332 |
| Експлікація .....                             | 135         |
| Енергія проростання .....                     | 265         |
| Ерозія .....                                  | 217, 336    |
| Ефемери .....                                 | 247         |

### Ж

|                     |    |
|---------------------|----|
| Жаростійкість ..... | 27 |
|---------------------|----|

### З

|                                    |                                             |
|------------------------------------|---------------------------------------------|
| Загінна оранка .....               | 160                                         |
| Зайнятий пар .....                 | 207                                         |
| Закони землеробства ...            | 3, 16, 32, 82, 83, 279                      |
| Закриття вологи .....              | 177, 198, 200, 201, 207, 223, 238, 256, 257 |
| Заліжна система землеробства ..... | 282                                         |
| Збірне поле .....                  | 84                                          |
| Зв'язність ґрунту .....            | 151                                         |
| Звичайний обробіток .....          | 145                                         |
| Землеробство .....                 | 1, 2, 3, 4, 13, 86, 291, 331, 336, 337      |
| Зено-трав'яна сівозміна .....      | 131                                         |
| Зернова сівозміна .....            | 129                                         |

|                                    |                                      |
|------------------------------------|--------------------------------------|
| Зерно-парова сівозміна.....        | 129                                  |
| Зерно-паро-просапна сівозміна..... | 129                                  |
| Зерно-просапна сівозміна.....      | 129                                  |
| Зяблевий обробіток.....            | 144, 188, 189, 194,<br>195, 197, 224 |

## I

|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Інтенсивність транспірації..... | 62 |
|---------------------------------|----|

## K

|                                    |          |
|------------------------------------|----------|
| Капілярна вологоємність.....       | 66       |
| Капілярна пористість.....          | 50       |
| Коефіцієнт водотривкості.....      | 49       |
| Коефіцієнт структурності.....      | 49       |
| Коефіцієнт транспірації.....       | 56       |
| Комбінований обробіток ґрунту..... | 146      |
| Кормова сівозміна.....             | 131      |
| Коткування ґрунту.....             | 180      |
| Кришення ґрунту.....               | 146      |
| Кротування ґрунту.....             | 186, 230 |
| Кулісний пар.....                  | 97, 205  |
| Культивація ґрунту.....            | 146, 171 |

## L

|                                      |          |
|--------------------------------------|----------|
| Ланка сівозміни.....                 | 84       |
| Липкість ґрунту.....                 | 152      |
| лісопильна система землеробства..... | 281      |
| Лукопасовищна сівозміна.....         | 132      |
| Лункування ґрунту.....               | 146, 186 |
| Лущення ґрунту.....                  | 146, 168 |

## M

|                                 |         |
|---------------------------------|---------|
| Міжрядний обробіток ґрунту..... | 146     |
| Мілкий обробіток ґрунту.....    | 144     |
| монокультура.....               | 86, 140 |

## N

|                                             |                                                               |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Найменша або польова вологоємність.....     | 38,<br>65                                                     |
| Напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту..... | 144, 193                                                      |
| Насіння.....                                | 114, 116, 119, 120, 188, 242, 244,<br>263, 265, 271, 272, 325 |
| Некапілярна пористість.....                 | 50                                                            |
| Непарові попередники.....                   | 102, 106                                                      |
| Нітрифікація.....                           | 69                                                            |
| Норма висіву.....                           | 273                                                           |

## O

|                                     |                                                                                                         |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Обробіток ґрунту.....               | 55, 142, 144, 166, 199,<br>202, 208, 210, 211, 212, 214, 215, 223,<br>224, 225, 233, 237, 253, 293, 338 |
| Оранка...6,                         | 145, 155, 161, 162, 211, 238, 287                                                                       |
| Органічна система землеробства..... | 7, 297,<br>301, 332                                                                                     |
| Органічні речовини.....             | 39                                                                                                      |
| Освоєна сівозміна.....              | 137                                                                                                     |
| Освоєння сівозміни.....             | 136                                                                                                     |
| Основний обробіток.....             | 144, 189, 192, 196,<br>203, 205, 211, 222                                                               |
| Основний обробіток ґрунту...144,    | 192, 205,<br>211, 222                                                                                   |

## P

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| Пар.....                               | 97, 304          |
| Передпосівний обробіток ґрунту ..      | 144, 226,<br>232 |
| Перемішування ґрунту.....              | 146, 150         |
| Питома маса.....                       | 51               |
| Підгортання ґрунту.....                | 146, 183         |
| Підсівна культура.....                 | 126              |
| Післяжнивні культури.....              | 126              |
| Післяпосівний обробіток ґрунту ..      | 144, 212,<br>225 |
| Післяукісні культури.....              | 126, 232         |
| План освоєння сівозміни.....           | 137              |
| Пластичність ґрунту.....               | 151              |
| Плодозмінна сівозміна.....             | 131              |
| Плодючість бур'янів.....               | 241              |
| Плоскорізний обробіток ґрунту.....     | 145, 166         |
| Поверхневий обробіток ґрунту.....      | 144              |
| Повітроємність.....                    | 79, 80           |
| Повітропроникність.....                | 79               |
| Повітряний режим.....                  | 5, 78, 82        |
| Повна вологоємність.....               | 65               |
| Повторна культура.....                 | 86               |
| Поживний режим ґрунту.....             | 5, 68, 82        |
| Полицевий спосіб обробітку ґрунту..... | 145,<br>155      |
| Поліпшений зяблевий обробіток ґрунту   | 144              |
| Польова сівозміна.....                 | 129              |
| Польова схожість.....                  | 242, 262, 273    |
| Попередник.....                        | 84, 104          |
| Пористість.....                        | 46, 49           |
| Потужність гумусового шару ґрунту..... | 38               |
| Приєм (захід) обробітку ґрунту.....    | 145              |

|                                       |                  |
|---------------------------------------|------------------|
| Прикочування ґрунту.....              | 145              |
| Примітивні системи землеробства ..... | 7, 280           |
| Природна (потенційна) родючість ..... | 36               |
| Прифермська сівозміна.....            | 131              |
| Промислова система землеробства ...   | 7, 292, 293, 331 |
| Проміжні культури .....               | 6, 124, 125      |
| Просапна сівозміна .....              | 130              |

## Р

|                                                |                                          |
|------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Ранній пар .....                               | 97, 204                                  |
| Родючість ґрунту...16, 35, 36, 41, 43, 50, 53, | 75, 82, 87, 88, 125, 133, 140, 221, 236, |
| 240, 280, 289, 316, 339                        |                                          |
| Розпушування ґрунту.....                       | 146                                      |
| Ротація сівозміни.....                         | 137                                      |

## С

|                                              |                         |
|----------------------------------------------|-------------------------|
| Світловий режим.....                         | 5, 73, 82               |
| Сидеральна сівозміна.....                    | 131                     |
| Сидерати .....                               | 42, 100                 |
| Сидерація .....                              | 127                     |
| Система землеробства 7, 278, 317, 320, 328,  | 330, 331, 332           |
| Система землеробства No-till..               | 318, 322, 332           |
| Система обробітку ґрунту ..6, 146, 187, 188, | 202, 217, 223, 232, 239 |
| Система сівозмін .....                       | 133                     |
| Сівба .....                                  | 6, 124, 189, 266, 274   |
| Сівозміна .....                              | 5, 83, 93, 133          |
| Спеціальні сівозміни.....                    | 132, 141                |
| Спілість (стиглість) ґрунту.....             | 152                     |
| Спосіб обробітку ґрунту.....                 | 145                     |
| Строки сівби .....                           | 257, 272                |
| Структура ґрунту .....                       | 48                      |
| Структура посівних площ .84, 132, 135, 303   |                         |
| Структурність ґрунту.....                    | 48                      |
| Схема сівозміни.....                         | 83                      |
| Схожість насіння.....                        | 263                     |

## Т

|                                  |               |
|----------------------------------|---------------|
| Температуропровідність .....     | 77            |
| Тепловий режим ґрунту .....      | 5, 75, 76, 82 |
| Теплоємність ґрунту .....        | 76            |
| Теплопровідність .....           | 76            |
| Тип сівозміни .....              | 128           |
| Трав'яно-просапна сівозміна..... | 130           |
| Травопільна сівозміна .....      | 131           |
| Транспірація .....               | 56, 61, 62    |

## У

|                         |          |
|-------------------------|----------|
| Ущільнення ґрунту ..... | 146, 149 |
|-------------------------|----------|

## Ф

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Фактори життя рослин ..... | 5, 15, 82  |
| Фотосинтез .....           | 57, 73, 74 |
| Фрезування ґрунту.....     | 145, 184   |
| Фульвокислоти.....         | 40         |

## Ч

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Чизельний обробіток ґрунту..... | 145, 165             |
| Чистий пар.....                 | 24, 97, 98, 202, 203 |
| Чистота насіння.....            | 264                  |
| Чорний пар .....                | 97, 203              |

## Ш

|                              |          |
|------------------------------|----------|
| Шкодочинність бур'янів ..... | 241, 261 |
| Шлейфування ґрунту.....      | 145, 179 |
| Штучна родючість .....       | 36       |

## Щ

|                        |          |
|------------------------|----------|
| Щільність ґрунту ..... | 38, 327  |
| Щілювання ґрунту ..... | 146, 185 |

## Я

|                     |     |
|---------------------|-----|
| Яра культура.....   | 189 |
| Ярусна оранка ..... | 160 |

## Список рекомендованої літератури

1. Agrifood solutions to climate change. FAO's work to tackle the climate crisis <https://doi.org/10.4060/cc8055en>
2. Právělie R. Exploring the multiple land degradation pathways across the planet. *Earth-Science Reviews*. 2021. 220, article number 103689. doi: 10.1016/j.earscirev.2021.103689.
3. Soil and human security in the 21st century / R. Amundson et al. *Science*. 2015. 348 (6235) doi: 10.1126/science.1261071.
4. Worldometers [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.worldometers.info/uk/>.
5. Адаптивні системи землеробства : підручник / В. П. Гудзь та ін. Київ : ЦУЛ, 2007. 334 с.
6. Атлас бур'янів / М. П. Косолап та ін. К. НУБіП України, 2022. 112 с.
7. Бегей С. В., Шувар І. А. Екологічне землеробство. Підручник. Львів: «Новий Світ–2000», 2020. 429 с.
8. Бур'яни та заходи боротьби з ними : навчальний посібник / І. В. Веселовський та ін. Київ : Учбово методичний центр Мінагропрому України, 1988. 240 с.
9. Веселовський І. В., Манько Ю. П., Лисенко А.К., Центило Л. В. Атлас – визначник бур'янів : навчальний посібник. Київ : НУБіП України, 2018. 256 с.
10. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>.
11. ДСТУ 4362:2004. Якість ґрунту. Показники родючості ґрунтів. Київ : Держспоживстандарт, 2007. 15 с.
12. ДСТУ 4691:2006. Землеробство. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт, 2008. 37 с.
13. ДСТУ 6070:2008. Гербологія. Терміни та визначення понять. Київ : Держспоживстандарт, 2010. 22 с.
14. Екологічні проблеми землеробства : підручник / В. П. Гудзь та ін. Житомир: Житомирський національний аграрний університет, 2010. 708 с.
15. Ерозія і дефляція ґрунтів та заходи боротьби з ними : навчальний посібник / І. Д. Примак та ін. Біла Церква, 2001. 392 с.
16. Землеробство / В. П. Гудзь та ін. 3-тє вид., перероб. та допов. Київ : ЦУЛ, 2014. 480 с.
17. Землеробство : навчальний посібник / С. П. Танчик та ін. Київ : ФОП Корзун. Д. Ю., 2013. 278 с.
18. Землеробство : навчальний посібник / С. П. Танчик та ін. Київ : ЦП «Компринт», 2022. 350 с.
19. Землеробство : підручник / В. П. Гудзь та ін. видання друге. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
20. Землеробство : підручник / В. П. Гудзь та ін. Київ : Центр учбової літератури, 2014. 479 с.

21. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації: аналіт. доповідь / [С.П. Іванюта, О. О. Коломієць, О. А. Малиновська, Л. М. Якушенко]; за ред. С. П. Іванюти. К. : НІСД, 2020. 110 с.
22. Інтернет-бібліотека Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/data/oecd-agriculture-statistics\\_agr-data-en](https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/data/oecd-agriculture-statistics_agr-data-en).
23. Косолап М. П. Гербологія : навчальний посібник. Київ : Арістей, 2004. 364 с.
24. Органічне землеробство : навчальний посібник / М. П. Косолап та ін. Київ : НУБіП України, 2025. 240 с.
25. Основи землеробства і рослинництва : навчальний посібник / С. П. Танчик та ін. 2-ге видання спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій». Київ : НУБіП України, 2019. 264 с.
26. Основи землеробства і рослинництва : підручник / С. П. Танчик та ін. Київ : ЦП «КОМПРИНТ», 2022. 352 с.
27. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. ТОВ «Юнівест Медіа», 2024. 1040 с.
28. Практикум з гербології. Навчальний посібник / М. П. Косолап та ін. 3-тє видання, доповнене і перероблене. Київ : НУБіП України, 2021. 876 с.
29. Примак І. Д., Танчик С. П., Кротінов О. П. Механічний обробіток ґрунту : навчальний посібник. Біла Церква, 2002. 367 с.
30. Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних націй (ФАО) [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/ru/?iso3=UKR>.
31. Системи зберігаючого землеробства No-till і Strip-till / М. П. Косолап та ін. Київ : НУБіП України, 2023. 378 с.
32. Сівозміни : підручник / С. П. Танчик та ін. Київ : НУБіП України, 2019. 364 с.
33. Солома, післяжнивні рештки і сидерати – агротехнологічні елементи біологізації сучасного землеробства : монографія / В. В. Івашина та ін. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2020. 292 с.
34. Танчик С. П. No till і не тільки. Сучасні системи землеробства : монографія. К.: Юнівест Медіа, 2009. 160 с.
35. Танчик С. П., Круть В. М. Землеробство: основні терміни і їх визначення. Навчальний посібник. Полтава, 2003. 38 с.
36. Танчик С. П., Примак І. Д., Манько Ю. П. Бур'яни в землеробстві України: прикладна гербологія : підручник. Біла Церква: Державний аграрний університет, 2005. 664 с.
37. Танчик С. П., Рожко В. М., Карпенко О. Ю. Землеробство з основами ґрунтознавства : навчальний посібник. Київ. ЦП «КОМПРИНТ», 2020. 448 с.
38. Танчик С. П., Цюк О. А., Центило Л. В. Наукові основи систем землеробства : монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. 314 с.
39. Танчик С. П., Цюк О. А., Центило Л. В. Управління родючістю ґрунту за зберігаючого землеробства : монографія. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2021. 364 с.

40. Циліорик О. І. Система мульчувального обробітку ґрунту в сівоzmінах Північного Степу. Монографія. Дніпро: Новий Світ, 2019. 297 с.
41. Шувар І. А., Гудзь В. П., Печенюк В. І. Обробіток ґрунту в адаптивно-ландшафтних системах землеробства : підручник. Львів, 2011. 382 с.
42. Шувар І. А., Гудзь В. П., Шувар А. М. Еколого-герbологічний моніторинг і прогноз в агроценозах : підручник. Львів, 2011. 208 с.

Автори присвячують дану роботу агрономам, невтомним працівникам полів з надією, що вона допоможе їм отримати високі врожаї сільськогосподарських культур і відтворювати родючість ґрунту. Студентам різних рівнів, магістрам, аспірантам і викладачам навчальних закладів освіти зичим пізнати істину, отримати або доповнити знання з важливих напрямків землеробства – систем рільництва. Автори висловлюють всім подяку за розуміння піднятої підручнику проблеми і сподіваються на зворотній зв'язок, особливо від людей практичної і наукової діяльності.