

В. П. Гудзь, А. П. Лісовал  
В. О. Андрієнко, М. Ф. Рибак

# **ЗЕМЛЕРОБСТВО З ОСНОВАМИ ГРУНТОЗНАВСТВА І АГРОХІМІЇ**

*Друге видання, перероблене та доповнене*

За редакцією академіка АН ВШ України,  
заслуженого працівника народної освіти,  
доктора сільськогосподарських наук,  
професора В. П. Гудзя

*Затверджено  
Міністерством освіти і науки України  
як підручник для студентів  
вищих навчальних закладів*



Київ – 2007

УДК 631.4(075.8)

ББК 67.400я73

Г 93

*Гриф надано*

*Міністерством освіти і науки України*

*(лист №1.4/18-Г-1102 від 15.11.2006 р.)*

Рецензенти:

**Приймак І. Д.** — професор Білоцерківського державного аграрного університету;

**Тихоненко Д. Г.** — професор Харківського національного аграрного університету ім. В. Д. Докучаєва.

Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф.

**Г 93 Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії:**

Підручник. За редакцією В. П. Гудзя. Друге видання, перероблене та доповнене. — К.: Центр учбової літератури, 2007. — 408 с.

ISBN 978-966-364-514-8

Висвітлені питання походження ґрунтів, їх властивості, поширення, бонітування та шляхи підвищення родючості. Подано відомості про теорію живлення рослин, види і форми добрив, їх використання в системі удобрення культур у сівоzmінах та вплив на формування величини та якості врожаю. Викладено основні теоретичні та практичні питання землеробства: умови життя рослин та їх регулювання, захист посівів від бур'янів, сівоzmіни, обробіток ґрунту, захист його від ерозії, підготовка насіння до сівби, висівання сільськогосподарських культур та системи землеробства в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

Для викладачів і студентів з економічних спеціальностей вищих навчальних закладів III–IV рівнів акредитації.

ISBN 978-966-364-514-8

© Гудзь В. П., Лісовал А. П.,

Андрієнко В. О., Рибак М. Ф., 2007

© Центр учбової літератури, 2007

## ВСТУП

*Ґрунтознавство* — це наука про ґрунти, їх утворення, склад, властивості, закономірності поширення, формування та розвиток головної властивості — родючості, про найраціональніше використання ґрунту. Воно вивчає ґрунт як природне тіло, як засіб виробництва, предмет людської праці та її продукт.

Як основний засіб виробництва в сільському господарстві ґрунт має такі важливі особливості: незамінність, обмеженість, непереміщення у просторі та родючість.

Першоджерела емпіричних знань про ґрунти сягають у дуже давні часи. Розвиток знань про ґрунти в епоху Відродження пов'язаний з іменем Леонардо да Вінчі (Італія), Б. Паліссі (Франція), Я. П. ван Гельмонта (Нідерланди), І. Р. Глаубера (Німеччина) та ін. У Росії М. В. Ломоносов уперше сформулював наукове поняття «чорнозем» та умови його утворення.

В. В. Докучаєва (1846–1903) вважають засновником науки про ґрунт. У докучаєвський період розвитку природничих наук ґрунт розглядався як верхній шар гірських порід або як інертний субстрат, що пасивно передає рослинам необхідні їм мінеральні солі. В. В. Докучаєв перший дав визначення поняття ґрунт. Ґрунтом він називав «денні» або поверхневі горизонти будь-яких гірських порід, що змінюються під сумісним впливом води, повітря та різних живих і мертвих організмів. Він сформулював вчення про природні фактори ґрунтоутворення, до яких відніс такі: материнську, або ґрунтотворну, гірську породу, клімат, рослинність, рельєф та вік формування ґрунту.

В. В. Докучаєв висунув і розвинув ідею про закономірне просторове поширення окремих типів ґрунтів, що покривають поверхню материка Євразія у вигляді широтних зон. Ним була встановлена вертикальна зональність гірських систем, або поясність, розподіл ґрунтів від підніжжя до вершин високих гір.

За сукупністю всіх важливих ознак і властивостей ґрунту як природно-історичного тіла В. В. Докучаєв уперше розробив науково-генетичну класифікацію ґрунтів, яка використовувалася для вирішення різних практичних завдань. Створивши основу та

методи картографування ґрунтів, він склав першу карту ґрунтів північної півкулі Землі.

Великий внесок у розвиток науки про ґрунти вніс проф. П. А. Костичев (1845–1895). Свою наукову діяльність він присвятив дослідженню біологічних факторів ґрунтоутворення та способів підвищення родючості ґрунтів. Він заклав основи агрономічного ґрунтознавства та землеробства.

У подальшому вчення Докучаєва–Костичева про ґрунт розвивали П. С. Коссович, К. Д. Глинка, К. К. Гедройц, Д. М. Прянишников, Л. І. Прасолов, В. Р. Вільямс, Б. Б. Полинов та ін. Так, К. К. Гедройц (1872–1932) заклав основи колоїдної хімії ґрунтів! Він виявив у ґрунтах ґрунтовий вбирний комплекс, основою якого є мінеральні, органічні та орґано-мінеральні часточки та колоїди ґрунту. Величина ґрунтового вбирного комплексу та склад обмінних катіонів характеризують фізичні й хімічні властивості ґрунтів, впливають на динаміку ґрунтових процесів. Значний внесок зробив Гедройц у вирішення питань оцінки потреби ґрунтів у поживних речовинах, їх хімічної меліорації — вапнування та гіпсування. В основу його праці «Вчення про вбирну здатність ґрунтів» було покладено дослідження ґрунтів Носівської дослідної станції на Чернігівщині.

Постійне вивчення еволюції ґрунтів та ґрунтового покриття в умовах інтенсивного землеробства за останні кілька десятиріч дало змогу вченим розробити новий номенклатурний список ґрунтів України, дати детальну діагностику їх. Ці та інші матеріали викладено в «Польовому визначнику ґрунтів» (1981), в «Атласі ґрунтів Української РСР» (1979), у двотомнику «ґрунти України і підвищення їх родючості».

*Агрономічна хімія*, або агрохімія, — наука про взаємодію рослин, ґрунту і добрив у процесі вирощування сільськогосподарських культур, кругообіг речовин у землеробстві та використання добрив для підвищення урожаю, його якості і родючості ґрунту.

Д. М. Прянишников вважав, що завданням агрохімії є вивчення кругообігу речовин у землеробстві та виявлення засобів впливу на хімічні процеси, що відбуваються в ґрунті і рослині, які можуть підвищувати урожай або змінювати його склад. Головним засобом впливу на кругообіг поживних речовин є добрива.

Основним завданням агрохімії є створення регульованих умов живлення рослин і формування урожаю високої якості за рахунок освоєння процесів взаємодії добрив та ґрунту, процесів трансформації і метаболізму поживних речовин, використання біологічних особливостей культури, технології її вирощування і зберігання, підвищення родючості ґрунту з урахуванням економічної та агроекологічної оцінки.

Агрономічна хімія як наука почала формуватись ще в часи Давньої Греції, Римської імперії, коли стали застосовувати зелені добрива, попіл, вапно, гіпс, вивчати ґрунт як джерело мінеральних елементів живлення.

У 1563 р. французький природознавець Б. Паліссі висловив припущення, що сіль є основою життя і росту рослин. На його думку, гній не мав би такого значення, якби не містив солей, які залишаються після розкладання сіна і соломи.

Німецький хімік І. Р. Глаубер у 1656 р. показав, що внесення селітри в ґрунт значно впливає на підвищення урожаю рослин. Наприкінці XVIII ст. у Західній Європі набула поширення гумусова теорія живлення, яку висунув у 1761 р. шведський хімік Ю. Г. Валлеріус. Він вважав, що гумус є єдиним джерелом живлення рослин. А. Л. Лавуаз'є в 1775 р. писав, що рослина поглинає матеріали, які необхідні для її організації, з повітря, води, мінерального царства.

У 1836 р. на основі праць французького вченого Ж.-Б. Буссенго почали вивчати кругообіг поживних речовин у землеробстві. Було встановлено накопичення азоту бобовими культурами. Замість гумусової теорії Буссенго розвивав азотну теорію живлення.

Професор І. М. Комов (1750–1792) у книзі «О земледелии» писав про необхідність «удобрения худой земли», про значення гною не тільки як добрива, а і як сполуки, що сприяє збереженню вологи в ґрунті та його структури.

У 1840 р. у книзі «Химия в приложении к земледелию и физиологии» німецький учений Ю. Лібіх сформулював теорію мінерального живлення рослин. Він пояснив причини зниження родючості ґрунтів, запропонував теорію застосування добрив для підтримання родючості землі, яка ґрунтувалася на повному поверненні в ґрунт засвоєних з нього рослинами мінеральних сполук.

Починаючи з 60–70-х років XIX ст. у Росії вивченням живлення рослин і застосуванням добрив займалися О. М. Енгельгардт,

Д. І. Менделєєв, П. А. Костичев, К. А. Тимірязєв та ін. О. М. Енгельгардт вивчав застосування фосфоритного борошна, сидерації, пропагував застосування вапнування і мінеральних добрив у поєднанні з органічними. Д. І. Менделєєв брав участь у проведенні перших польових дослідів по вивченню ефективності добрив у різних районах Росії, запропонував основи Географічної мережі дослідів для вивчення закономірностей дії добрив у різних ґрунтово-кліматичних зонах. У 1884 р. вийшла у світ книга П. А. Костичева «Учение об удобрении», в якій він критикував «теорію полного возврата» Ю. Лібіха. П. А. Костичев вважав, що родючість ґрунту залежить не тільки від кількості поживних речовин, а й від його структури та інших фізичних властивостей.

З ім'ям Д. М. Прянишникова (1865–1948) пов'язаний розвиток агрохімії як науки у колишньому СРСР. Він вивчав умови живлення рослин фосфором, застосування фосфорних та калійних солей, роль біологічного азоту в землеробстві, виконав класичні роботи з азотного обміну та живлення рослин. На основі теоретичних і експериментальних досліджень, узагальнення результатів роботи Географічної мережі дослідів з добривами обґрунтував необхідність створення промисловості для виробництва мінеральних добрив. Д. М. Прянишников є автором першого підручника «Агрохимия». В Україні методику польових дослідів для вивчення мінеральних добрив уперше науково обґрунтував Б. М. Рожественський (1874–1943).

Великий внесок у розвиток агрохімії в Україні вніс О. І. Душечкін (1874–1956). Внаслідок вивчення надходження поживних речовин у цукрові буряки ним були встановлені біологічні особливості їх живлення, роль мікрофлори та нітрифікації, гною і зеленого добрива у живленні рослин, що стало основою застосування системи удобрення у бурякових сівоzmіах. О. І. Душечкін вивчив ефективність фосфоритів України, біологічне вбирання фосфорної кислоти ґрунтом та рекомендував використовувати фосфорити не тільки як добриво, а і як засіб хімічної меліорації. Значну увагу приділяв він використанню фосфоритного борошна для одноразового збагачення ґрунту фосфором на багато років. П. А. Власюк (1905–1980) — агрохімік, фізіолог, ґрунтознавець, талановитий педагог. Він вивчав живлення рослин макро- та мікроелементами, розробив теорію надходження і метаболізм-

му елементів живлення. Ним були розроблені агрофізіологічні основи застосування методу мічених атомів, розпочате вивчення природної радіоактивності ґрунтів України. П. А. Власюк запропонував спосіб збагачення насіння рослин мікроелементами. Під його керівництвом було складено картограми вмісту мікроелементів (марганцю, молібдену, бору, кобальту, цинку, міді) в ґрунтах України, розроблено технології виробництва і застосування суперфосфатів, нітрофосок та інших добрив з мікроелементами.

*Землеробство* — це дуже стара і складна сфера людської діяльності. Розвиток землеробства став значною подією в становленні людської цивілізації, дав змогу людині перейти до осілого способу життя. Це одна з найважливіших галузей сільського господарства, що об'єднує всі рослинницькі галузі, починаючи з обробітку ґрунту, — рослинництво, кормовиробництво, овочівництво, плідівництво, виноградарство та ін. Землеробство має велике народногосподарське значення, оскільки забезпечує населення продуктами харчування, тваринництво — кормами, переробну промисловість — сировиною.

Правильне поєднання землеробства з тваринництвом значною мірою визначає належний розвиток сільського господарства, їх взаємодія забезпечує постійний біологічний кругообіг у системі ґрунт — рослина — ґрунт, що за певних умов сприяє збереженню біологічної рівноваги у природі та підтриманню природної родючості ґрунту.

Сучасне землеробство — це наука про раціональне використання землі, захист її від ерозії, про закономірності відтворення родючості ґрунту для вирощування та одержання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур.

Землеробство як складова частіша агрономічного циклу наук тісно пов'язане з хімією, фізикою, фізіологією рослин метеорологією, мікробіологією, ґрунтознавством та агрономією. Ці взаємозв'язки окремих наук зумовлені тим, що землеробство як наука вивчає і розробляє методи регулювання водного, повітряного, поживного, світлового та теплового режимів для оптимізації факторів життя вирощуваних культур. Ці завдання здійснюються за допомогою раціонального обробітку ґрунту та впровадження науково обґрунтованих сівозмін, сівби та садіння культур, комплексу заходів по підвищенню родючості ґрунту та захисту посівів

від бур'янів, належної організації території і використання всіх сільськогосподарських угідь.

Основоположник землеробства перший агроном у Росії А. Т. Болотов у своїй роботі «О разделении полей» вперше ввів поняття про сівозміну.

І. М. Комов (1750–1792) написав працю «О земледелии», яка являє собою енциклопедію землеробських знань. Будучи активним прибічником плодозмінної системи землеробства, І. М. Комов надавав великого значення науковому розвитку землеробства. Пропагандистом нових наукових поглядів у землеробстві був професор Московського університету М. Г. Павлов (1793–1840), що написав «Курс сельского хозяйства». Він зробив висновки, що заходи щодо підвищення родючості ґрунту в різних умовах повинні бути не однаковими. Він застерезував, що родючість ґрунту — природна основа всього сільськогосподарського виробництва і її зниження є загрозою підриву всього сільського господарства.

У XIX ст. в галузі агрономії працювали О. В. Советов, І. О. Стебут, В. В. Докучаєв, П. О. Костичев, К. А. Тімірязєв та інші.

О. В. Советов (1826–1901) вважав антинауковим введення єдиної системи землеробства в усіх ґрунтово-кліматичних зонах і надавав великого значення польовому травосіянню.

І. О. Стебут (1833–1923) вперше поставив питання про підбір культур і сортів для різних кліматичних умов, його капітальна праця «Основы полевой культуры и меры к ее улучшению в России» не втратила своєї актуальності й нині. За ініціативою І. О. Стебута та при безпосередній його участі в 1904 р. були організовані вищі жіночі сільськогосподарські курси.

Великий внесок у розвиток агрономічної науки внесли Д. М. Прянишников, М. І. Вавилов, М. М. Тулайлов, В. Р. Вільямс, Б. М. Рождественський, О. О. Ізмаїльський, В. Г. Ротмістров, О. Г. Дояренко, С. С. Рубін, М. М. Годлін, А. Г. Михайловський, Ф. А. Попов, В. М. Ремесло, О. М. Соколовський, О. Ф. Глянцев, П. П. Лук'яненко та інші.

У нашій країні налагоджена і плідно працює широка мережа наукових закладів. На основі наукових висновків і досягнень виробництва розробляються енергозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур, раціональні ґрунтозахисні

системи землеробства, спрямовані на оптимізацію умов життя рослин та розширеного відтворення родючості ґрунту. Сільсько-господарське виробництво має ряд особливостей, які необхідно враховувати при плануванні та організації робіт.

У сільському господарстві країни помітно виявлена сезонність виробництва, яка зумовлена нерівномірністю надходження сонячної енергії по періодах року, біологією вирощуваних культур і необхідністю дотримання агротехнічних строків сільськогосподарських робіт залежно від місцевих природних умов.

В умовах інтенсивного ведення землеробства помітно посилюються процеси мінералізації органічної речовини ґрунту, що призводить до зниження в ньому загальних запасів гумусу. Внаслідок цього погіршуються властивості ґрунту, знижується його родючість. Збереження і підвищення вмісту гумусу в ґрунті в сучасному землеробстві є важливішим завданням сільськогосподарського виробництва.

У землеробстві основним засобом виробництва є земля — поверхневий шар земної кори, придатний для вирощування рослин, Земля — невідтворений засіб виробництва, одночасно виступає в якості об'єкта вкладу і акумуляції людської праці. Як основний засіб виробництва він характеризується важливими особливостями: незамінністю, непереміщеністю і родючістю.

Родючість ґрунту — це здатність забезпечувати рослини поживними елементами, водою, повітрям. Природна родючість — результат розвитку природного ґрунотворного процесу; штучна — виникає під час окультурення ґрунтів. Ґрунт, що знаходиться в землеробському використанні, характеризується економічною, або ефективною родючістю. Показником ефективної родючості є рівень урожайності сільськогосподарських культур.

Родючість будь-якого ґрунту може характеризуватися потенційними запасами елементів живлення кількістю їх у водорозчинній формі, товщиною гумусового шару, гранулометричним складом ґрунту, його структурністю, інтенсивністю мікробіологічних процесів, особливостями водно-повітряного, теплового і світлового режимів, реакцією ґрунтового розчину.

У природних умовах родючість ґрунту створюється дуже повільно, і лише при умові раціонального господарювання людини з використанням досягнень науково-технічного прогресу

відкриваються більш широкі можливості помітного прискорення цього процесу.

Важливим етапом у подальшому вдосконаленні землеробства є обґрунтування і розробка моделей родючості різних типів ґрунтів і їх використання в конкретних умовах господарських підрозділів.

Модель родючості — це експериментально встановлене поєднання найважливіших властивостей ґрунту, що знаходиться в тісному зв'язку з величиною врожаю при інших рівних умовах його одержання.

Основними факторами родючості ґрунту є вміст гумусу, фітосанітарний стан (наявність бур'янів, шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських рослин), глибина орного шару, гранулометричний склад, структура, вміст рухомих форм елементів живлення, реакція ґрунтового розчину. На основі моделі родючості можна робити програмування врожаїв сільськогосподарських культур для конкретних умов кожного поля сівозміни.

Інтенсивне ведення землеробства потребує застосування великої кількості добрив, засобів захисту рослин, раціонального обробітку ґрунту, проведення меліоративних заходів, вдосконалення технологій та техніки.

В основу сучасного землеробства покладено нормативно-технологічний принцип виробництва сільськогосподарської продукції. З врахуванням природних і економічних умов кожного господарства передбачається раціональне використання всіх ресурсів виробництва — ґрунту, добрив, машин, робочої сили. Особливе місце відводиться заходам, спрямованим на охорону навколишнього середовища, захист ґрунтів від водної та вітрової ерозії, підвищення ефективності меліоративних земель, удосконалення методів управління продуктивністю рослин тощо.

### **Контрольні запитання**

1. Основні завдання агрохімічної служби.
2. Які основні роботи виконують проектно-розвідувальні станції хімізації, пункти хімізації господарств та районні об'єднання «Родючість»?
3. Економічна оцінка роботи агрохімічної служби.
4. Землеробство, як наука та галузь виробництва.

# 1. ПОХОДЖЕННЯ, СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ

## 1.1. Гранулометричний склад ґрунтів

Ґрунт як природне тіло складається з чотирьох фізичних фаз: твердої, рідкої, газоподібної та живої (сукупність організмів, що населяють його).

Тверда фаза ґрунту — це його основа, матриця, що сформувалася протягом довготривалого процесу ґрунтоутворення на продуктах вивітрювання материнської гірської породи. Розрізняють продукти вивітрювання, які не зазнали переміщення у просторі — елювій, і ті, які привнесені зі сторони чинниками екзогенної міграції речовин (з водою або вітром) — делювій. Тверда фаза складається з так званих первинних мінералів (уламків гірської породи різної величини і форми) і вторинних продуктів ґрунтоутворення: рослинних решток, продуктів їх часткового розкладання, гумусу, вторинних глинистих мінералів, простих солей та оксидів, переважно кремнію, алюмінію і заліза. Вона характеризується гранулометричним (механічним), мінералогічним та хімічним складом, з одного боку, та складенням, структурою і пористістю — з іншого. Часточки ґрунту різного розміру називаються механічними елементами. Вони мають різний мінералогічний та хімічний склад. Так, грубі часточки переважно складаються з кварцу, пилюваті — з кварцу та польових шпатів, тонкодисперсні — вторинних глинистих мінералів.

Ґрунтове тіло — це суміш механічних елементів різного розміру. Близькі за розмірами механічні елементи, об'єднані у певні групи, називаються гранулометричними фракціями. Існує кілька класифікацій механічних елементів за розмірами. Нині найчастіше застосовується класифікація механічних елементів, розроблена Н. А. Качинським (табл. 1).

Часточки, крупніші за 1 мм, тобто камінці і гравій, називають скелетом ґрунту, а часточки, дрібніші за 1 мм, дрібноземом. У межах фракції дрібнозему виділяють дві групи часточок: крупніші за 0,01 мм, об'єднані у групу під назвою «фізичний пісок», та дрібніші за 0,01 мм, об'єднані у групу «фізична глина».

Таблиця 1

**Класифікація механічних елементів ґрунтотворних порід  
і ґрунтів (за Н. А. Качинським, 1965)**

Фракція	Діаметр часточок, мм	Фракція	Діаметр часточок, мм
Камінці	> 3	Пил	
Гравій	3–1	крупний	0,05–0,01
Пісок		середній	0,010–0,005
крупний	1–0,5	дрібний	0,005–0,001
середній	0,50–0,25	Мул	
дрібний	0,25–0,05	грубий	0,001–0,0005
		тонкий	0,0005–0,0001
		Колоїди	< 0,0001

Залежно від водно-фізичних та хіміко-мінералогічних властивостей механічні елементи згруповані у певних межах за розмірами — гранулометричні фракції. Кожна із механічних фракцій характеризується відповідними фізичними властивостями.

Фракції гравію та крупного піску мають велику водопроникність і незначну капілярність. Тому їхня вологоємність дуже низька. Часточки середнього і дрібного піску мають також високу водопроникність, слабку водопідіймальну здатність та вологоємність, проте ці властивості помітно змінюються із зменшенням розміру піщаних часточок.

Фракція пилу за своїми властивостями неоднорідна. Грубий пил (0,05–0,01 мм), так само як і пісок, — це поверхнево пасивна, а середній та дрібний — поверхнево активна фракції. Вони добре затримують вологу в ґрунті, мають задовільну водопідіймальну здатність, незначне набухання, слабкопластичні та слабколипкі (за В. А. Ковдою).

Мул є найактивнішою фракцією твердої фази ґрунту. Милувата фракція має дуже погану водопроникність, здатна затримувати велику кількість вологи та поживні речовини. Водопідіймальна здатність мулу менша, ніж у пилюватих часточок. За хімічним складом часточки < 0,001 мм є найціннішими у ґрунтотворних породах та ґрунтах, оскільки в них зосереджені основні запаси зольних елементів живлення.

Відносний вміст у ґрунті механічних елементів різного розміру називається *гранулометричним складом*. Існує кілька класифікацій ґрунтів за гранулометричним складом, однак нині в Україні найбільш поширена класифікація, яку розробив М. М. Сибірцев, а потім уточнив Н. А. Качинський. Вона побудована за співвідношенням у ґрунті фізичної глини та фізичного піску (табл. 2).

Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом, коли враховують тільки фізичний пісок і фізичну глину, називається

Таблиця 2

**Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом  
(за Н. А. Качинським, 1965)**

Назва ґрунту за гранулометричним складом	Вміст фізичної глини (< 0,01 мм) у ґрунтах, %			Вміст фізичного піску (> 0,01 мм) у ґрунтах, %		
	Підзолистого типу ґрунтоутворення	Степового типу ґрунтоутворення, червоноземах і жовтоземах	У солонцях та сильно-солонцюватих	Підзолистого типу ґрунтоутворення	Степового типу ґрунтоутворення, червоноземах і жовтоземах	У солонцях та сильно-солонцюватих
Піщаний пухкопіщаний зв'язнопіщаний	0–5	0–5	0–5	100–95	100–95	100–95
	5–10	5–10	5–10	95–90	95–90	95–90
Супіщаний	10–20	10–20	10–15	90–80	90–80	90–85
Суглинковий легкосуглинковий середньосуглинковий важкосуглинковий	20–30	20–30	15–20	80–70	80–70	85–80
	30–40	30–45	20–30	70–60	70–55	80–70
	40–50	45–60	30–40	60–50	55–40	70–60
Глинистий легкоглинистий середньоглинистий важкоглинистий	50–65	60–75	40–50	50–35	40–25	60–50
	65–80	75–85	50–65	30–20	25–15	50–35
	80	85	65	20	15	35

двочленною. В Україні поширена також тричленна класифікація ґрунтів за гранулометричним складом, яку розробив проф. М. М. Годлін. Суть її полягає тому, що з групи часточок «фізичний пісок» було виділено окремо фракцію грубого пилу (0,05–0,01 мм), питома вага якої її ґрунтах України досить велика (табл. 3). Ґрунти різного гранулометричного складу значно різняться своїми властивостями, мають різну родючість, потребують неоднакового обробітку тощо.

У піщаних, супіщаних, легкосуглинкових та середньосуглинкових ґрунтах переважає фізичний пісок, тому вони чинять невеликий опір ґрунтообробним знаряддям. Такі ґрунти називають *легкими*. Важкосуглинкові та глинисті ґрунти, навпаки, чинять дуже великий опір під час обробітку, і їх називають *важкими*.

Від гранулометричного складу ґрунту залежать майже всі його фізичні властивості, що визначають умови росту та розвитку кореневих систем рослин. Безструктурні глинисті ґрунти дуже ущільнені, мають малу водопроникність і високу вологемкість, несприятливі повітряні й теплові властивості. Агрегація механічних елементів сприяє поліпшенню фізичних властивостей ґрунту: збільшується пористість, створюються сприятливі повітряні й теплові умови.

У піщаних і супіщаних ґрунтах механічні елементи, стикаючись один з одним, не взаємодіють і не утворюють агрегатів. Тому вони пухкі, мають високу водопроникність, дуже малу вологемкість, добрі повітряні властивості, швидко нагріваються і охолоджуються.

Від гранулометричного складу залежать також хімічні властивості ґрунту. Глинисті ґрунти завжди містять більше зольних елементів живлення порівняно з суглинковими, супіщаними й піщаними. Гумусові речовини краще закріплюються у глинистих ґрунтах, особливо при вмісті в них карбонату кальцію.

Знання гранулометричного складу ґрунтів дає змогу спеціалістам передбачати (в певних межах) їх властивості та вирішувати питання відносно підбору ґрунтообробних знарядь, строків і способів обробітку ґрунту та внесення органічних і мінеральних добрив.

За агрономічними властивостями найкращими за гранулометричним складом є середньосуглинкові ґрунти.

Таблиця 3

**Класифікація ґрунтів за гранулометричним складом  
(за М. М. Годліним, 1940)**

Групи ґрунтів за гранулометричним складом	Підгрупи ґрунтів за гранулометричним складом	Часточки, мм		
		> 0,05	0–0,5–0,01 (грубий пил)	< 0,01
Піщаний	Піщаний <sup>1</sup>	90	6	6
	Пилувато-піщаний <sup>2</sup>	90	6	6
	Глинисто-піщаний	75–90	15	15
Супіщаний	Супіщаний	40–60	30–45	10–20
	Піщано-супіщаний	45–70	20–35	10–20
	Пилувато-супіщаний	25–50	40–60	10–25
Піщано-суглинковий	Піщано-легко-суглинковий	30–60	10–30	25–40
	Піщано-середньо-суглинковий	20–40	20–40	35–50
	Піщано-важко-суглинковий	10–20	20–40	45–60
Грубопилувато-суглинковий	Легкосуглинковий	25	55–65	20–35
	Середньосуглинковий	15	50–60	30–50
Пилувато-суглинковий	Пилуватолегкосуглинковий	20	40–50	30–45
	Пилуватосередньо-суглинковий	10	35–45	40–55
	Пилуватоважкосуглинковий	5	30–40	50–65
Глинистий	Глинистий	10	35	60–80
	Важкоглинистий	10	25	70–90
	Піщано-глинистий	10	30	60–80

<sup>1</sup> За умови, що часточок розміром 1–0,25 мм понад 50%,

<sup>2</sup> За умови, що часточок розміром 1–0,25 мм менш як 50%.

## 1.2. Мінералогічний склад ґрунтів

Механічні елементи ґрунту залежно від походження та розмірів поділяють на дві групи. Першу з них становлять зерна первинних мінералів, тобто дрібних уламків щільних порід різного походження, що руйнуються при вивітрюванні. До другої групи належать тонкодисперсні вторинні мінерали, переважно глинисті, що постійно утворюються внаслідок трансформації первинних мінералів під час вивітрювання і ґрунтоутворення.

**Первинні мінерали** майже цілком зосереджені в гранулометричних фракціях розміром понад 0,001 мм. Вони становлять 90–98% маси дрібнозему пісків, 50–80% — суглинків, 10–12% — глин.

Серед первинних мінералів у ґрунтах переважає кварц  $\text{SiO}_2$  (40–60% і більше), для якого характерні значна механічна міцність і стійкість проти хімічного вивітрювання. З оксидів, крім кварцу, у ґрунті в невеликих кількостях є магнетит  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , гематит  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , рутил  $\text{TiO}_2$ . Частка силікатів серед первинних мінералів коливається в межах 5–10%. Крім того, в ґрунті зустрічається авгіт, рогова обманка, олівін та ін. Силікати порівняно легко руйнуються.

Алюмосилікати представлені польовими шпатами і слюдами. Серед польових шпатів найчастіше трапляються ортоклаз та мікроклін — мінерали, які важко руйнуються при механічному подрібненні, однак порівняно з кварцом вони менш стійкі проти хімічного вивітрювання. Загальний їх вміст досягає 20% і більше. З-поміж слюд найпоширеніші мусковіт і біотит. Слюди легко подрібнюються при вивітрюванні, відносно стійка проти хімічного вивітрювання лише біла слюда. Вміст слюд у ґрунті досягає 10%.

Первинні фосфати представлені апатитом, вміст якого становить приблизно 0,5%.

Для первинних мінералів, що містяться у ґрунтах, характерними є динамічні процеси фізичного й хімічного перетворення різної швидкості та інтенсивності. У їх вивітрюванні активну участь беруть різноманітні живі організми. Швидкість процесів вивітрювання та утворення окремих вторинних мінералів залежать від складу первинних мінералів і певних біокліматичних умов.

**Вторинні мінерали** зосереджені переважно у тонкодисперсних гранулометричних фракціях ( $< 0,001$  мм), які представлені глинистими мінералами, мінералами оксидів заліза та алюмінію,

алофанами, а також мінералами (солями). Глинисті мінерали, як правило, становлять основну частину вторинних мінералів. Називаються вони так тому, що визначають переважно мінералогічний склад глин. Поряд з гумусом вони є основним джерелом надходження мінеральних елементів у рослини. До головних глинистих мінералів належать мінерали груп каолініту, гідрослюд, монтморилоніту, хлориту, змішаношаруватих мінералів.

Незважаючи на наявність загальних для всіх глинистих мінералів властивостей (шарувата кристалічна будова, високі дисперсність та вбирна здатність), окремі їх групи внаслідок відмінності у будові і властивостях при їх значному вмісті можуть істотно впливати на властивості ґрунтів. Так, ґрунти, що містять значну кількість мінералів групи каолініту, мають низьку вбирну здатність, невеликі набряклість та липкість, добру водопроникність. Мінерали групи гідрослюд сприяють накопиченню в ґрунтовому розчині значної кількості калію. Мінерали монтморилонітової групи здатні сильно набрякати і мають високу вбирну здатність. Вони найпоширеніші в ґрунтах з нейтральною або слабколужною реакцією — чорноземах, каштанових ґрунтах, солонцях.

Група змішаношаруватих мінералів найпоширеніша в ґрунтах помірного поясу і становить 30–80% усіх глинистих мінералів.

Характер і швидкість руйнування первинних та утворення вторинних глинистих мінералів, тобто процесів ґрунтоутворення, залежать від зволоження та температури, біологічної активності ґрунтів.

### 1.3. Ґрунотворні породи

За походженням ґрунотворні породи поділяють на такі основні групи: елювіальні, делювіальні, колювіальні, пролювіальні, алювіальні, озерно-алювіальні, льодовикові, водно-льодовикові, еолові (нанесені вітром) та лесові відклади. Породи відрізняються одна від одної зовнішніми ознаками, умовами залягання, будовою, а також хімічним, мінералогічним і гранулометричним складом.

*Елювіальними породами, або елювієм, називаються продукти вивітрювання вихідних гірських порід, що залишились на місці свого утворення. Елювій щільних гірських порід поширений*

здебільшого у гірських районах (Кавказ, Памір, Тянь-Шань, Урал, Карпати, Кримські гори тощо). Характерною ознакою цієї групи порід є грубозернистість та щебенистість, що збільшується звернуто до низу ґрунтового профілю, невелика потужність і поступовий перехід до невивітрених шарів.

Як породи у ґрунтах України найбільш поширений елювій твердих карбонатних порід (2,3% території). Це вапняки, крейда, доломіти, мергелі. Продукти вивітрювання безкарбонатних щільних порід — піщаників, магматичних порід — також займають 2,3% території.

Делювіальні відклади — це пухкі продукти вивітрювання різних порід, що перевідкладені водою. Займають вони шлейфи схилів, понижені місця, характеризуються слабкою шаруватістю матеріалу. Склад делювію дуже різноманітний і тісно пов'язаний з характером порід, що виходять на денну поверхню на підвищених ділянках рельєфу. В районах, де вододіли складені з лесів, делювій представлений лесовидними породами. Розрізняють давній і сучасний делювій: давній характеризується добре сформованим ґрунтовим покривом, сучасний — слабким проявом процесів ґрунтоутворення.

*Колювіальні породи, або колювій* — це відклади на схилах чи біля підніжжя гір у вигляді осипів та обвалів. Характеризуються різноманітним гранулометричним складом, аж до кам'янистого.

*Пролювіальні відклади, або пролювій*, формуються в результаті дії потужних, але короткочасних потоків зливових, талих, снігових і льодовикових вод (селеві потоки). Вони зустрічаються на пригірських похилих рівнинах. Гранулометричний склад представлений погано відсортованими продуктами вивітрювання, включаючи грубі уламки.

*Алювіальні відклади* займають близько 9% території України. Вони, як правило, утворюються внаслідок дії постійних водних потоків у долинах річок. Під час розливання річок відбувається переміщення, шліфування та сортування скаламученого матеріалу. Для алювіальних відкладів характерна добра обкатаність мінеральних зерен та шаруватість — горизонтальна у заплавному алювію та навскісна — у руслового.

За віком розрізняють сучасний та давній алювій: з першого складені заплавні, а з другого — надзаплавні тераси річок. Ха-

рактерною ознакою сучасних відкладів є постійне оновлення їх щорічними наносами, а тому у них добре виражена шаруватість.

*Озерно-алювіальні відклади* утворюють озерні та алювіальні відклади. Ці породи формувались на низьких рівнинах внаслідок весняних повеней та обширних розливів, коли після спаду води утворювались тимчасові водоймища. Такі відклади характерні для Полісся, де вони займають значні площі.

*Льодовикові або моренні відклади* зустрічаються окремими островами на буграх та їхніх схилах на Поліссі. На значній території (близько 0,1%) морена є підстилаючою породою, причому зверху вона покрита водно-льодовиковими піщано-супіщаними відкладами. Льодовикові відклади складені з неоднорідного матеріалу, мають переважно суглинковий склад із включенням валунів, гальки і гравійних пісків. У більшості випадків ці породи кислі, збагачені кварцом, однак трапляються і карбонатні морени. Забарвлення цих відкладів — від бурого, червонувато-бурого до палево-бурого.

*Еолові відклади* утворюються завдяки діяльності вітру — розвівання та акумуляції дрібнозему. У сухих і пустельних районах до них належать бугристі та барханні піски, а в районах помірного клімату — дюни на берегах морів та в долинах річок.

*Лесові породи* на території України займають 74,8%. Це осадові породи. Походження їх до кінця ще не встановлено. Вони покривають усі межиріччя, а також прадавні тераси в лісостеповій і степовій зонах України. У складі цих порід розрізняють леси та лесовидні відклади.

Леси — пухкі, пилювато-суглинкові або пилювато-глинисті породи палевого, світло-палевого, палево-жовтого або каштаново-бурого кольору. Найлегший гранулометричний склад лесів на Поліссі і приполіській частині Лісостепу. На південь і схід він стає важчим. Найбільш важкий склад лесів у степовій частині Криму та на Приазовській височині.

Потужність лесів змінюється від 1–2 до 25–30 м, причому вона більша на плоскорівнинних і менша — на підвищених елементах рельєфу. Леси, як правило, підстилаються переважно пісками, карбонатними породами та глинами. Вони характеризуються високою пористістю (45–50%), карбонатністю (10–15%), у зоні Степу мають у своєму складі гіпс та легкорозчинні солі. Кількість

останніх збільшується на південь до приморських районів, що зумовлює в цих місцях засолення та осолонцювання ґрунтів. Леси добре розмиваються, тому в районах їх поширення швидко утворюються яри та провалля з майже прямовисними схилами.

Лесовидні породи за зовнішніми ознаками та багатьма важливими в агрономічному відношенні властивостями (пухкість, карбонатність) подібні до типових лесів, проте основною їх відмінністю є шаруватість, наявність невеликих прошарків гальки, прісноводних мушлів та піску.

На від'ємних елементах рельєфу зустрічаються оглеєні лесовидні породи. Їх утворення пов'язане із сезонним поверхневим перезволоженням. Від неоглеєних лесовидних порід вони відрізняються сизувато-зеленими плямами, злитістю та більш важчим гранулометричним складом.

В Україні невелику площу (близько 1,6% території) як ґрунотворні породи займають глини різного походження: червоно-бурі, строкаті, балтські, тортонські, майкопські, сарматські, карбонові та пермотріасові.

У степовій зоні в районах з розвиненим водно-ерозійним рельєфом на схилах балок, де лесовидні породи змиті, виступають червоно-бурі глини. Вони карбонатні, іноді засолені водорозчинними солями, мають виражену призматичну структуру.

Строкаті глини залягають під червоно-бурими. Як ґрунотворні породи вони трапляються на схилах. Мають строкате забарвлення — на сірому фоні оливкові, іноді бурі плями. Місцями у них зустрічаються піщані прошарки.

На схилах середнього Придністров'я ґрунтоутворення розвивається на балтських глинах. Забарвлення їх сіре або жовтуватосіре із зеленуватим відтінком. Вони важкі за гранулометричним складом, характеризуються злитістю, практично водонепроникні. В товщі їх трапляються прошарки карпатської гальки.

Тортонські глини за властивостями близькі до балтських, однак менше містять карпатської гальки. Поширені в Чернівецькій області.

Майкопські (морські) глини сірого або темно-сірого кольору, важкі за гранулометричним складом, дуже щільні, мають тонку шаруватість, засолені водорозчинними солями та гіпсом. Поширені на Керченському півострові.

Сарматські глини сірого та зеленого кольору, за властивостями наближаються до майкопських. Поширені переважно в степовій частині Криму.

Карбонові і пермотріасові глини представлені комплексом глин, що забарвлені в сірі, червоні та зелені кольори. Більшість з них засолені. Виходять на денну поверхню переважно на схилах. Зустрічаються на Донбасі.

### **1.4. Суть ґрунтоутворного процесу**

Ґрунт — це верхній шар земної кори невеликої потужності (за виразом В. І. Вернадського «благородна іржа землі»). Саме в цьому поверхневому шарі літосфери відбуваються процеси, пов'язані з кругообігом речовин і потоками енергії.

Згідно з В. В. Докучаєвим, ґрунт — це самостійне природне тіло, що формується в результаті складного процесу взаємодії п'яти факторів ґрунтоутворення: ґрунтоутворних порід; рослинних і тваринних організмів; клімату; рельєфу; віку країни. Утворення ґрунту та його розвиток відбуваються при поєднанні геологічного, біологічного та біогеохімічного кругообігу речовин. В. А. Ковда називає геологічним кругообігом речовин усю сукупність процесів утворення земної кори, магматичних і осадових гірських порід та мінералів, формування її стратиграфічних горизонтів, кори звітрення і форм рельєфу, денудації, водного, твердого та хімічного стоку, седиментації й акумуляції речовин, принесених наземними і підземними водами та еоловим шляхом. Біологічний кругообіг включає суму циклічних процесів, обміну речовин та енергії між ґрунтом і сукупністю рослинних і тваринних організмів. Біологічні й абіотичні процеси трансформації і пересування речовин у ґрунтах пов'язані в єдиний біогеохімічний кругообіг. Він є системою узгоджених у просторі і часі потоків речовин, що утворюються або за участю живих організмів, або в неживих фазах ґрунту. Є дві важливі особливості біологічного та біогеохімічного кругообігів речовин. Перша — це вибіркове поглинання організмами необхідних елементів з навколишнього середовища, друга — циклічність, пов'язана з ритмічністю надходження на поверхню Землі сонячної радіації, що зумовлює цикли розвитку рослинних і тваринних організмів.

Ґрунтотворний процес належить до категорії біофізико-хімічних процесів. За визначенням О. А. Роде, ґрунтотворним процесом називається закономірне поєднання явищ перетворення і пересування речовин та енергії у ґрунтовій товщі.

Ґрунтоутворення починається з часу поселення живих організмів на скальних породах або на продуктах їх вивітрювання. Чинниками ґрунтоутворення є живі організми та продукти їхньої життєдіяльності, кисень повітря та вугільна кислота.

Найважливішими складовими ґрунтотворного процесу є:

- 1) нагромадження на поверхні, а також у верхній частині ґрунтового профілю органічних залишків та поступова трансформація їх;
- 2) нагромадження (акумуляція) у верхній частині ґрунту біофільних елементів і насамперед елементів живлення;
- 3) перетворення мінералів ґрунтотворної породи, з якої утворюється мінеральна частина ґрунту;
- 4) взаємодія мінеральних та органічних речовин з утворенням складної системи орґано-мінеральних сполук;
- 5) пересування продуктів ґрунтоутворення з низхідним током вологи в ґрунтовому профілі.

Мінеральні, органічні та орґано-мінеральні речовини, що утворюються в процесі ґрунтоутворення, характеризуються різною рухомістю. Вона залежить від розчинності речовин і типу водного режиму для певної кліматичної зони. Мінімальна рухомість продуктів ґрунтоутворення приводить до формування профілю ґрунту з гумусово-акумулятивним типом розподілу речовин. Якщо рухомість продуктів ґрунтоутворення добре виражена, то формування ґрунтового профілю відбувається за елювіально-ілювіальним типом розподілу речовин.

Прояв зазначених вище складових ґрунтотворного процесу на різних етапах виникнення і розвитку ґрунту має свої особливості, що дає змогу говорити про кілька стадій ґрунтотворного процесу. Генезис (походження) будь-якого ґрунту складається з трьох послідовних стадій.

1. Початок ґрунтоутворення, який інколи називають первинним ґрунтотворним процесом.
2. Стадія розвитку ґрунту, за якої субстрат материнської породи послідовно набуває характерних ознак ґрунту: формуються добре виражений профіль ґрунту, своєрідні фізико-хімічні та

водно-фізичні властивості. Відсутність рівноваги з факторами ґрунтоутворення на цій стадії є причиною розвитку ґрунтотворного процесу.

3. Стадія сформованого (зрілого) ґрунту, за якої переважають циклічно обернені процеси. Ґрунтоутворення за незмінних природних умов вступає у фазу рівноваги з факторами середовища.

Важливе значення у зміні ґрунтів та умов ґрунтоутворення має господарська діяльність людини, яка виділяється як особливий фактор ґрунтоутворення. Різноманітність властивостей порід, рослинності, клімату, рельєфу, а також особливості використання ґрунтів у сільськогосподарському виробництві визначають швидкість та якісний напрям розвитку ґрунтотворного процесу.

### **1.5. Морфологічні ознаки ґрунту**

При взаємодії складних біологічних та фізико-хімічних процесів ґрунтоутворення формується ґрунтовий профіль. Залежно від умов і процесів ґрунтоутворення формуються відповідні генетичні горизонти. Їх відрізняють один від одного за морфологічними ознаками. До основних морфологічних ознак, які беруть до уваги при польовому дослідженні ґрунтів, є такі: будова профілю, товщина ґрунту та окремих його горизонтів, забарвлення, гранулометричний склад та структура, складення, новоутворення, включення та характер переходу одного горизонту до іншого.

Для ознайомлення з будовою ґрунту та морфологічними ознаками окремих його генетичних горизонтів викопують яму завглибшки 1,5–2 м так, щоб одна стінка була вертикальною.

Розподіл ґрунтової товщі на окремі горизонти називається *будовою ґрунтового профілю*. Формування ґрунтових горизонтів пов'язане з пересуванням різних продуктів ґрунтоутворення по ґрунтовій товщі. Залежно від клімату і напрямку пересування ґрунтових розчинів вони можуть пересуватись в ґрунтовому профілі вниз або вгору. У верхньому горизонті завжди утворюються і нагромаджуються органічні речовини. Тому верхній горизонт ґрунту називається *перегнійно-акумулятивним* (від лат. *assimilatio* — акумуляція, нагромадження), або *гумусовим*. Разом з акумуляцією гумусових речовин у верхніх горизонтах ґрунту при

низхідному русі води відбувається розчинення та винос у нижні горизонти мінеральних та органічних сполук. Такий верхній горизонт ґрунту називається *гумусово-елювіальним* (від лат. *eluo* — вимивати). Отже, в цьому горизонті ґрунту одночасно з нагромадженням гумусу відбувається і його вимивання. Горизонт ґрунту, в якому винос речовин переважає над нагромадженням і який, як правило, формується безпосередньо під гумусово-елювіальним горизонтом, називається *елювіальним*. Горизонт ґрунтового профілю, що знаходиться нижче елювіального горизонту і в якому осідають вимиті зверху речовини, називається *ілювіальним* (від лат. *illuo* — вмивати). Потім ілювіальний горизонт переходить у ґрунотворну породу.

Усі названі вище горизонти при морфологічному дослідженні ґрунтового профілю позначають умовними знаками — символами. Для цього використовують літери латинського алфавіту. В Україні застосовують символи, запропоновані акад. О. Н. Соколовським, а в інших країнах СНД — символи В.В. Докучаєва (табл. 4).

Якщо основні ознаки однакові за формою своєї прояви, то їх можна записати двома великими літерами (наприклад — HP). У випадку, коли ступінь вираження ознаки слабкий, то її можна відобразити малою літерою, та ще й у дужках — P(h)к.

Кожний горизонт ґрунту має свою потужність (товщину), яка вимірюється в сантиметрах. Загальна потужність профілю різних ґрунтів залежить від процесу ґрунтоутворення та стадії розвитку і буває від кількох сантиметрів (примітивний ґрунт в екстремаль-

Таблиця 4

**Система символів генетичних горизонтів**

Назва горизонту	Символи, прийняті в Україні	Символи В. В. Докучаєва
Лісова підстилка або степова повсть	$H_0$	$A_0$
Гумусовий	$H$	$A_1$
Елювіальний	$E$	$A_2$
Ілювіальний	$I$	$B$
Материнська порода	$P$	$C$

них умовах полярних або пустельних областей, слабкорозвинутий ґрунт на продуктах звітрення твердих порід) до 200–250 см (ґрунти Полісся, Лісостепу і північного Степу).

Велике значення при описі ґрунтового профілю має визначення окремих його горизонтів, яке залежить від наявності у ґрунті гумусу, сполук заліза, кремнієвої кислоти та карбонатів. Гумусові речовини зумовлюють чорне, темно-сіре й сіре забарвлення. Так, гумусовий горизонт у сухому стані має темно-сіре забарвлення, у вологому — майже чорне. Елювіальні горизонти, як правило, збагачені кремнієвою кислотою і мають білясте забарвлення, ілювіальні — червонувато-буре, оглеєні горизонти, де є закисне залізо, — сизувато-блакитне. На забарвлення ґрунту впливає також структурний стан ґрунту. Оструктурені ґрунти темніші, ніж безструктурні — останні більш розпилені.

*Структурою* називають агрегати, на які може розпадатись ґрунт. Форма і розміри структурних агрегатів у різних ґрунтах та в окремих генетичних горизонтах неоднакові. У ґрунтах виділяють за формою три основних типи структури: кубоподібна — всі грані агрегатів рівномірні в трьох взаємно перпендикулярних осях; призмоподібна — агрегати більш витягнуті по вертикальній осі; плитоподібна — агрегати розвинені по горизонтальній осі. У межах типів агрегати залежно від їх форми та розмірів поділяють на роди і види. В окремому генетичному горизонті агрегатів лише однієї форми та розміру не буває. Найчастіше структура ґрунту змішана — грудкувато-зерниста, грудкувато-пилювата, грудкувато-пластинчасто-пилювата та ін.

Грудкувата і зерниста структура характерна для гумусово-аккумулятивних горизонтів, горіхувата та призматична — для ілювіальних, пластинчасто-листувата — для елювіальних.

В агрономічному відношенні найціннішими є грудкувато-зернисті водостійкі агрегати розміром від 10 до 0,25 мм.

*Складення* — це щільність та пористість ґрунту або окремих його горизонтів у їх природному стані. Розрізняють дуже щільне, щільне, пухке та розсипчасте складення.

Дуже щільне складення характерне для глинистих безструктурних ґрунтів, переважно для їхніх нижніх горизонтів, коли тонкодисперсні часточки щільно прилягають одна до одної. Таке складення властиве також ілювіальним горизонтам солонцюватих ґрунтів.

Щільне складення характерне для більшості збіднених на органічну речовину суглинкових та глинистих ґрунтів, особливо для ілювіальних горизонтів, де завдяки наявності мулистих часточок відбувається цементация ґрунту.

Пухке складення мають збагачені на органічну речовину суглинкові та глинисті ґрунти, що добре оструктурені і пористі. Таке складення мають також гумусовані піщані та супіщані ґрунти.

Сипуче складення властиве переважно піщаним ґрунтам, у яких окремі часточки не зв'язані одна з одною. При механічній дії вони легко розсипаються.

Отже, складення — дуже важлива властивість ґрунту, за якою можна оцінити його вологоємність, водопроникність та аерацію, величину опору при обробітку ґрунтообробними знаряддями.

Під *новоутвореннями* розуміють утворення та накопичення різних речовин, які утворились у ґрунті внаслідок процесів ґрунтоутворення. Новоутворення виявляються у різних формах і зустрічаються в різних частинах профілю ґрунту. Розрізняють хімічні і біологічні новоутворення. До хімічних відносяться тонкодисперсний оксид кремнію, сполуки карбонату кальцію, окислені і відновлені форми заліза, мангану і фосфору та легкорозчинних солей. До біологічних новоутворень відносяться екскременти дощових черв'яків (копроліти) та безхребетних, ходи дощових черв'яків і землерийв, живі і мертві корінці трав'янистих рослин та інші наслідки життєдіяльності тварин і рослин. При польовому обстеженні ґрунтів новоутворення є тими ознаками, за якими діагностують ґрунти, часто визначають характер і напрям ґрунтотворних процесів, а також умови походження ґрунту.

*Включення* — це уламки кристалічних порід (камені, щебінь, галька), рештки рослин і тварин, які тривалий час зберігають свою форму (кістки тварин, черепашки молюсків, товсте коріння дерев), реліктові залишки людської культури (черепки посуду, уламки цегли та різних знарядь, рештки вугілля та попелу).

Значення включень полягає в тому, що за ними можна орієнтовно визначати вік ґрунтів, походження ґрунтотворних порід. Так, наявність валунів у ґрунті свідчить про льодовикове походження ґрунтотворних порід, а включення у вигляді уламків вапняку — про карбонатність породи та ґрунту.

Характер переходу між горизонтами у ґрунтовому профілі виражає інтенсивність ґрунтоутворення та його напрям. При цьому звертають увагу на форму лінії переходу між горизонтами та її виявлення у профілі. За формою лінія переходу між двома горизонтами буває рівною, хвилястою, у вигляді кишені, язика або палісадника, затічною, розмитою, пилоподібною, а за ступенем вираження в ґрунті — чіткою, помітною або поступовою. Отже, вивчення морфологічних ознак профілю ґрунту дає уявлення про процеси ґрунтоутворення, стадії їхнього розвитку та агрономічні властивості конкретного типу ґрунту.

## **1.6. Органічна частина ґрунту**

ґрунтоутворення — біологічний процес, у розвитку якого беруть участь різні зелені рослини, живі організми та продукти їхньої життєдіяльності.

Органічна частина ґрунту — це сукупність живої біомаси й органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їхнього обміну та специфічних новоутворень органічних речовин ґрунту — гумусу.

Потенціальними джерелами органічної речовини в ґрунті є надземне та кореневе обпадання з дерев'янистих та трав'янистих рослин, біомаса безхребетних тварин та мікроорганізмів. Біомаса зелених рослин (фітомаса) та її річний приріст (первинна продукція) в кілька десятків, а то і в сотні разів перевищує біомасу тварин та мікроорганізмів. Проте активна життєдіяльність останніх, їх специфічний хімічний склад, високий вміст білків визначають їхню роль у гумусоутворенні та нагромадженні в ґрунті азотних сполук. Так, у лісах тайгово-лісової зони запас фітомаси становить 25–40 кг/м<sup>2</sup>, причому коренева маса менша за надземну в 3–5 разів. Біомаса мікроорганізмів у лісових ґрунтах досягає 30 г/м<sup>2</sup>, у ній переважають гриби; біомаса безхребетних тварин у дерново-підзолистих ґрунтах становить 7–12 г/м<sup>2</sup>, а в сірих лісових — 90 г/м<sup>2</sup>.

Трав'яниста рослинність степової зони нагромаджує значно меншу фітомасу, ніж лісостепової (1200–2500 г/м<sup>2</sup>), причому коренева маса перевищує надземну в 3–6 разів. Біомаса мікроорганізмів

дещо менша, але мікрофлора різноманітніша: частка грибів зменшується, а кількість спорових бактерій та актиноміцетів збільшується. Біомаса безхребетних тварин досягає 12–16 г/м<sup>2</sup>, у якій домінує біомаса дощових черв'яків.

В орних ґрунтах джерелом гумусу є пожнивні і кореневі рештки культурних рослин, органічні добрива — гній, торфокомпости.

Хімічний склад органічних залишків різноманітний. Основну масу їх (75–90%) становить вода. До складу сухої речовини входять вуглеводи, білки, лігнін, ліпіди (жири), воски, смоли, дубильні речовини тощо. Співвідношення цих сполук у різних органічних залишках неоднакове. Так, у складі деревини та хвої багато лігніну, смол, дубильних речовин і мало білків. Розкладання таких органічних речовин відбувається повільно. Залишки бобових трав, навпаки, багаті на білки і завдяки цьому розкладаються швидко.

Розкладання органічних залишків включає механічне руйнування, біологічну та біохімічну трансформацію внаслідок життєдіяльності гетеротрофних організмів. Бактерії за допомогою своїх екзоферментів здатні розкладати майже всі органічні сполуки. Активну участь у розкладанні органічних речовин беруть актиноміцети. Особливо велику роль відіграють вони в трансформації органічної речовини чорноземів. Гриби мають великий набір ферментів і здатні розкладати найскладніші органічні сполуки, такі як лігнін і целюлоза.

Ґрунтова фауна численна і різноманітна. До неї відносять безхребетні організми. До безхребетних належать найпростіші, дощові черв'яки, енхітреїди та членистоногі (багатоніжки, кліщі, різні комахи).

Найпростіші організми так само, як і мікроорганізми, є в кожному ґрунті незалежно від його типу та географічного розташування. Їх життєдіяльність активна в періоди, коли ґрунт оптимально зволожений. Роль найпростіших у ґрунтоутворенні подібна до ролі мікроорганізмів.

Ґрунтові безхребетні подрібнюють рослинні рештки, внаслідок чого їх поверхня збільшується в сотні і тисячі разів і вони стають більш доступними для подальшого розкладання грибами та бактеріями. Безхребетні сприяють діяльності мікроорганізмів, що прискорює процес трансформації органічної речовини. Вони також транспортують рослинні рештки по профілю ґрунту. Так,

завдяки риючій здатності дощових черв'яків та землеріїв (різні види гризунів) гумусові речовини в чорноземах типових виявляють на глибині 2 м і більше.

Екскременти безхребетних поліпшують структуру ґрунту, оскільки їх накопичення підвищує його біологічну активність. На екскрементах розвиваються бактерії, актиноміцети, гриби, яких тут у десятки разів більше, ніж в оточуючому ґрунті.

Безхребетні тварини розкладають майже всі хімічні компоненти рослинних решток. Завдяки симбіозу з мікроорганізмами і широкому набору ферментів у стравоході це прискорює процес трансформації органічної речовини. Наприклад, білки швидко розкладаються на амінокислоти за участю ферментів протеаз, а розкладання цукрів відбувається за участю ферменту сахарози. Гідроліз крохмалю протікає за участю ферменту амілази. Целюлозу розкладають ті мікроорганізми, що виробляють фермент целюлазу. Ліпіди розкладаються повільніше, ніж білки, вуглеводи та крохмаль. Найповільніше розкладається лігнін. У цьому процесі беруть участь ферменти оксиредуктази, ліази, естерази та лактази.

Поряд з процесами розкладання органічних залишків у ґрунті протікає процес синтезу гумусових речовин. Утворюються вони з «уламків» біологічних макромолекул та їх складових частин — мономерів за участю живих організмів та ферментів. Такий процес перетворення органічних речовин називається *гуміфікацією*. За сучасним визначенням, гуміфікація — складний біофізико-хімічний процес трансформації проміжних високомолекулярних продуктів розкладання органічних залишків на гумусові кислоти.

Гумусові кислоти — це специфічна група сполук із змінним складом. Виділяють групу гумінових кислот та групу фульвокислот. Гумінові кислоти добре розчинні у лугах, слабкорозчинні у воді і не розчинні в кислотах. Елементний склад гумінових кислот такий, %: вуглець — 46–62, кисень — 32–38, водень — 3–5, азот — 2–6. Молекула гумінових кислот має складну будову. Ядро молекули складається з ароматичних компонентів, а периферія — з ланцюгів бічних радикалів, що несуть функціональні групи: карбоксильні, фенолгідроксильні, метоксильні, карбонільні, амідні.

Фульвокислоти мають світле забарвлення, розчинні у воді, кислотах, слабких розчинах лугів, в органічних розчинниках.

Елементний склад їх коливається, %: вуглець — 40–52, кисень — 42–52, водень — 4–6, азот — 2–6. Водні розчини фульвокислот сильнокислі ( $\text{pH} = 2,6 \dots 2,8$ ), завдяки чому вони енергійно руйнують мінеральну частину ґрунту. Кислотна природа фульвокислот зумовлена карбоксильними та фенолгідроксильними групами, водень яких здатний до обмінних реакцій.

Одночасно з гуміновими та фульвокислотами в груповому складі гумусу міститься негідролізований (нерозчинний) залишок — гумін. Гумін — це сукупність гумінових та фульвокислот, міцно зв'язаних з мінеральною частиною ґрунту і нерозчинних в лугах і кислотах.

Акад. О. Н. Соколовський, виходячи з колоїдної природи гумусу встановив наявність в гумусі активної і пасивної частини.

*Активна частина* — це рухомий гумус, розчинність якого залежить від насичення ґрунту увібраним кальцієм. Активний гумус депонує в собі поживні елементи для рослин, є фактором утворення агрономічно-цінних агрегатів структури ґрунту. Зменшення насиченості ґрунту кальцієм призводить до зменшення щільності активного гумусу, що викликає зміну властивостей ґрунту в негативну сторону.

*Пасивна частина (пасивний гумус)* — це та частина органічних колоїдів гумусової природи, що зазнала «старіння» і міцно утримується фізико-хімічними силами на поверхні тонкодисперсних часток ґрунту.

Найбільш суттєвим показником групового складу гумусу та його якості є співвідношення вуглецю гумінових та фульвокислот. За цим показником визначають тип гумусу, який змінюється від фульватного ( $\text{Сг.к.} : \text{Сф.к.} < 0,5$ ) до гуматного ( $\text{Сг.к.} : \text{Сф.к.} > 2$ ).

Вміст і склад гумусу в орних землях змінні. При низькій агротехніці, недостатньому внесенні органічних добрив вміст гумусу в ґрунтах значно зменшується і при цьому збільшується відносна кількість фульвокислот. Найбільш яскраво це спостерігається у підзолистих та дерново-підзолистих ґрунтах. Гумус чорноземів найстійкіший, однак за час інтенсивного освоєння цих ґрунтів кількість гумусу в них зменшилася на 30%. Це спостерігається особливо там, де мало вирощують багаторічних трав і не вносять органічні добрива. Стабілізація та збільшення запасів гумусу в ґрунтах — найактуальніше питання сучасного землеробства.

Важливість його визначена багатосторонньою роллю органічної речовини у створенні родючості ґрунтів.

Фізичні і фізико-хімічні властивості ґрунтів тісно пов'язані з вмістом гумусу та загальними запасами органічної речовини в них. Органічна речовина є джерелом поживних елементів для рослин і насамперед азоту: 50% азоту рослини засвоюють з ґрунтових запасів. Органічні речовини та гумус сприяють створенню оптимальних умов для ефективного використання високих доз мінеральних добрив. Водночас органічна речовина ґрунту знижує побічну негативну дію деяких мінеральних добрив, сприяє закріпленню їх надлишку.

Органічна речовина ґрунту містить велику кількість фізіологічно активних речовин, визначає біологічну активність ґрунту. У більш гумусованих ґрунтах різноманітніший видовий склад мікроорганізмів та безхребетних і більша їх кількість. На ґрунтах з високою біологічною активністю, як правило, вирощують більші врожаї польових культур. Оптимізація вмісту гумусу в ґрунтах передбачає розробку таких заходів господарської діяльності, які можуть створити умови для вирощування високих і стійких урожаїв без зниження родючості ґрунту.

Таблиця 5

**Запас гумусу (т/га) в метровому шарі основних типів і підтипів ґрунтів України**

<b>Тип, підтип ґрунту</b>	<b>Запас гумусу, т/га</b>
Дерново-підзолисті	45–90
Ясно-сірі лісові	60–25
Сірі лісові	80–240
Темно-сірі опідзолені	140–270
Чорноземи опідзолені і реградовані	170–410
Чорноземи типові	260–560
Чорноземи звичайні	260–530
Чорноземи південні	190–250
Каштанові солонцюваті	100–185
Солонці каштанові і лучно-каштанові	90–165
Буроземи кислі	140–220
Коричневі ґрунти	150–180

Оптимальний гумусний стан ґрунтів визначається комплексом показників. Із них найважливішими є такі: вміст гумусу (%), його запаси в профілі ґрунту (т/га), збагаченість гумусу азотом за відношенням С : N, тип гумусу (Сг.к. : Сф.к.), вміст гумінових кислот, зв'язаних з  $\text{Ca}^{2+}$  (% до суми ГК). Одним з найбільш вживаних показників є запас гумусу в орному шарі ґрунту (0–20 см) і в метровому шарі (0–100 см) (табл. 5). Останній показник використовується як один з критеріїв при визначенні бонітету ґрунту.

Запас гумусу наростає від дерново-підзолистих ґрунтів Полісся до чорноземів типових південної частини Лісостепу і чорноземів звичайних північної частини Степу, а потім знову спадає.

Гумусний стан ґрунтів є важливим показником їх родючості та об'єктом для контролю навколишнього середовища.

## 1.7. Вбирна здатність і реакція ґрунту

Самою активною фракцією фізичної глини дрібнозему ґрунту є колоїди. *Колоїдами* називаються дрібні часточки речовини, що мають розміри від 0,1 до 0,001 мк. Такі часточки речовини невидимі неозброєним оком, а наявність їх у розчині свідчить про те, що цей розчин не істинний. При відсутності колоїдів у розчині в останньому є лише молекули та іони мінеральних і органічних речовин — це істинний розчин. Молекули гумусових речовин належать до колоїдів, оскільки мають велику молекулярну масу.

Колоїдні часточки утворюються у природному середовищі двома шляхами: дисперсійним (подрібненням мінеральних уламків до розмірів колоїдних часточок) і конденсаційним (сполученням, ущільненням іонів і молекул). У колоїдних системах розрізняють дисперсну фазу (власне колоїдна часточка) і дисперсійне середовище (речовина, що знаходиться навколо колоїдної часточки: вода, повітря або тверде мінеральне середовище).

У ґрунті колоїди знаходяться у двох станах: у вигляді золя (колоїдний розчин) та у вигляді геля (колоїдний осад). Гелі ґрунту здатні зв'язувати та склеювати більш великі механічні елементи (мул, пил) в окремі агрегати різної величини і форми, які називають *агрегатами*, або структурними утвореннями. Від склеюючої властивості колоїдів (від лат. *colla* — клей) виникла їх назва.

У водному середовищі поведінка колоїдних часточок описується законами броунівського руху. Колоїди здатні проникати крізь звичайні паперові фільтри, а в клітинах живих організмів — крізь мембрани.

Найважливішою властивістю колоїдів є наявність на їхній поверхні електростатичного заряду. Колоїдні часточки з однойменними зарядами відштовхуються, а з різнойменними — притягаються (заряд може нейтралізуватись). Електронейтральна колоїдна часточка називається *міцелою* (рис. 1). Вона складається з ядра, розмір якого від 0,1 до 0,001 мк. У ґрунтах знаходиться понад 90% колоїдів, ядра яких представлені кристалічними уламками мінералів. На поверхні ядра знаходиться потенціалвизначаючий шар, що визначає заряд колоїду. Ядра колоїдів, що мають у потенціалвизначаючому шарі аніони, називаються *ацидоїдами* (у ґрунті більшість таких колоїдів). Якщо в потенціалвизначаючому шарі є катіони, то такі колоїди називаються *базоїдами*. Є ще третя група колоїдів, які називають *амфолітоїдами*. Вони здатні змінювати знак заряду (залежно від зміни реакції середовища). При наявності заряду на поверхні ядра навкруги колоїду в дисперсійному середовищі (вода) утворюється дифузний шар. В ацидоїдів у дифузному шарі знаходяться катіони, у базоїдів — аніони, в амфолітоїдів — катіони або аніони (залежно від зміни реакції середовища).

Інтерміцелярний розчин

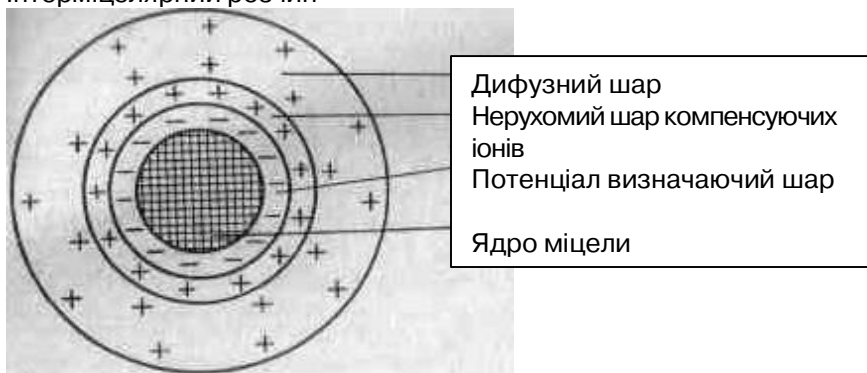


Рис. 1. Схема будови міцели ацидоїдного колоїду (за М. І. Горбуновим)

Ґрунтові колоїди бувають гідрофільними і гідрофобними, тобто їхній стан зумовлюють дипольні властивості води. *Гідрофільними* називаються такі колоїди, які здатні притягувати до своєї поверхні молекули води. Отже, утворюється багатошарова гідратна плівка (стан золя). Гідрофільність колоїдів посилюється при наявності в ґрунтовому розчині одновалентних катіонів, особливо катіонів натрію. Тоді колоїдна система ґрунту знаходиться в стані пептизації, тобто всі колоїдні часточки відокремлені чи зокремлені. Об'єднанню їх протидіють гідратні оболонки разом з катіонами натрію. При зволоженні такої ґрунтової маси відбувається її запливання, текучість, що призводить до різкого погіршення умов росту і розвитку рослин.

Гідрофобність ґрунтових колоїдів посилюється у присутності дво- і тривалентних катіонів, енергія взаємодії яких перевищує енергію диполя води. Наприклад, катіони кальцію легко відштовхують молекулу води від поверхні колоїдів, нейтралізують поверхневий заряд колоїдів. Звільнившись від гідратної плівки, такі нейтральні колоїди можуть випадати в осад. Відбувається явище коагуляції з утворенням геля (колоїдного осаду), яке супроводжується склеюванням механічних елементів ґрунту та агрегацією мінеральної маси, що призводить до поліпшення властивостей ґрунтів.

Внаслідок малих розмірів колоїди мають велику загальну поверхню. Так, якщо наповнити колоїдами посудину об'ємом 1 мл, то їх загальна поверхня буде дорівнювати майже 1 га (від 6000 до 10000 м<sup>2</sup>). Велика загальна і питома поверхня колоїдів зумовлює значну реакційну здатність, що має назву вбирна здатність ґрунту.

*Вбирна здатність ґрунту* — це властивість його поглинати (затримувати в собі) іони і молекули різних речовин, газу, рідини, сольові розчини, тверді часточки. Її величина визначається кількістю та якістю колоїдів ґрунту. Академік К. К. Гедройц створив вчення про вбирну здатність ґрунту. Сукупність ґрунтових колоїдів, мулуватих часточок і частково часточок дрібного пилу разом з увібраними іонами він назвав *ґрунтовим вбирним комплексом* (ГВК). К. К. Гедройц виділив п'ять видів вбирної здатності ґрунтів: механічну, фізичну, хімічну, фізико-хімічну і біологічну.

*Механічна вбирна здатність* зумовлена пористістю ґрунтової маси. Ґрунт затримує у своїй товщі часточки, що більші за розміри його пор. Величина механічного вбирання залежить від гра-

нулометричного і структурного складу, складення ґрунтів. Завдяки механічному вбиранню утворюється мулуватий осад у заплавах і зрошуваних ґрунтах, проходить очищення стічних вод у полях фільтрації та у відстійниках, утворюється ілювіальний горизонт у ґрунтах з промивним типом водного режиму.

*Фізична вбирна здатність* ґрунтів означає зміну концентрації розчиненої речовини на межі розділу дисперсійного середовища і дисперсної фази. Фізичне вбирання залежить від кількості колоїдів ґрунту, що здатні фізично (на основі дії електростатичних сил) вбирати заряджені часточки (диполі води, катіони, аніони), створюючи різну концентрацію їх у ґрунтовому розчині.

Зміна концентрації речовини на поверхні розділу двох фаз, що зумовлена властивостями поверхні колоїдів, називається *адсорбцією*. У ґрунтах найбільш поширена позитивна адсорбція, при якій відбувається збільшення концентрації речовини на поверхні колоїдів. Значно рідше зустрічається негативна адсорбція, тобто зменшення концентрації речовин на поверхні дисперсної фази та її збільшення в дисперсійному середовищі. Таке явище характерне для аніонів, які можуть втрачатись з ґрунту при низхідному пересуванні води. В одних випадках це явище позитивне, наприклад при відмиванні солеутворюючих аніонів (хлор, сульфат-іони), а в інших — негативне, наприклад при втраті нітратів, фосфатів та інших поживних речовин. Тому добрива, що мають нітрат-іони, не рекомендується вносити в ґрунт за кілька місяців до посіву або восени.

Прикладом фізичного вбирання є адсорбція сухим ґрунтом пари води з повітря, адсорбція чорнила і типографської фарби на папері.

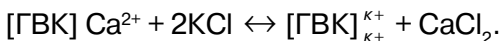
*Хімічна вбирна здатність* ґрунтів зумовлена здатністю аніонів розчинених солей утворювати з катіонами нерозчинні сполуки, що випадають в осад і примішуються до твердої фази ґрунту. Якщо в ґрунт внести суперфосфат  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ , то ця розчинна сіль може вступати в реакцію з солями заліза, утворюючи нерозчинний осад  $\text{FePO}_4$ . З солями кальцію в такому випадку може утворюватись важкорозчинний у воді ортофосфат кальцію  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ . Дуже часто в ґрунтах при хімічному вбиранні проходить нагромадження в карбонатному горизонті важкорозчинного у воді кальциту  $\text{CaCO}_3$ .

*Фізико-хімічна, або обмінна, вбирна здатність* зумовлена обміном деякої частини іонів, що знаходяться на поверхні твердої фази, на еквівалентну (рівновелику) кількість іонів, що знаходяться в оточуючому її розчині. Обмінне поглинання здійснюється за рахунок іонів, що розташовані на зовнішніх рівнях колоїдних часточок — дифузному шарі колоїдних міцел.

При контакті ґрунту з будь-яким розчином солі відбувається обмінна реакція: катіони солі поглинаються твердою фазою, а в розчин витісняються в еквівалентній кількості катіони з твердої фази. Так, якщо невелику кількість дерново-підзолистого ґрунту помістити на паперовий фільтр у лійці і налити розчин хлориду калію, то в фільтраті буде розчин соляної кислоти, який легко виявити за допомогою індикатора:



Якщо в аналогічному досліді використати зразок чорнозему, що насичений кальцієм, то реакція обміну катіонами проходить так:



Як видно з наведених рівнянь реакцій, на поверхні твердої фази ґрунту відбувається фізичне поглинання катіонів (адсорбція), а в ґрунтовому розчині — перетворення одних речовин на інші, тобто хімічне явище. Тому цей вид вбирної здатності ґрунтів має подвійну назву.

Вивчивши закономірності фізико-хімічної вбирної здатності, К. К. Гедройц встановив: 1) катіонний обмін між твердою фазою ґрунту і розчином проходить в еквівалентних відношеннях, тобто кількість катіонів, витіснених з твердої фази і поглинених нею з розчину, еквівалентна (рівновелика); 2) обмін катіонів відбувається дуже швидко, майже миттєво; 3) реакція обміну зворотна.

Іони, що мають підвищену енергію поглинання (дво- і тривалентні), міцніше утримуються ґрунтом, ніж одновалентні. Одні і ті самі іони утримуються ґрунтом неоднаково. За М. І. Горбуновим, приблизно 80% загальної кількості катіонів утримуються відносно слабо і здатні до процесів обміну. Інші 20% міцно закріплені на поверхні колоїдів ґрунту. Іони, що розташовані на гострих і випуклих місцях поверхні колоїдних часточок, витісняються легше, ніж іони, розташовані на ввігнутих місцях або на внутрішній поверхні мікропор і міжпакетних проміжках глинистих мінералів.

Ввібрані катіони, їх кількість і співвідношення визначають багато властивостей ґрунту, тому завжди важливо знати склад увібраних катіонів, особливо наявність представників лужно-земельних і лужних елементів:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ . Для більшості ґрунтів характерними ввібраними основами є катіони  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ . Так, у більшості підтипів чорноземів ГВК насичений іонами  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ . У кислих ґрунтах у складі обмінних катіонів є водень (або алюміній), в солонцях — натрій.

Загальну кількість увібраних катіонів виражають у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту і називають ємкістю катіонного обміну (ЄКО). Цю величину можна наближено розрахувати за такою формулою:

$$\text{ЄКО} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{H}^+.$$

Сумарний вміст двох увібраних катіонів (кальцію і магнію) характеризується як сума обмінних основ. Вона позначається символом суми і вимірюється у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту. Отже,

$$\text{ЄКО} = \sum + \text{H},$$

де  $\sum = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  — сума двох увібраних катіонів (кальцію і магнію), мг-екв/100 г ґрунту;

H — величина гідролітичної кислотності, мг-екв/100 г ґрунту.

Частка від ділення суми обмінних основ на ємкість катіонного обміну, виражена в процентах, характеризує ступінь насичення ґрунту основами:

$$V = \sum \times 100 / \text{ЄКО}.$$

К. К. Гедройц виділив ґрунти, насичені основами (в ГВК лише іони  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), і ґрунти, що ненасичені основами (в ГВК серед обмінних катіонів є іони  $\text{H}^+$  і  $\text{Al}^{3+}$ ).

Указані вище характеристики фізико-хімічних явищ у ґрунтах знаходять широке практичне застосування в меліорації ґрунтів, при розрахунку доз добрив, є незамінними при науковому обґрунтуванні проведення агротехнічних та агрохімічних заходів для підвищення родючості ґрунтів.

Під біологічною вбирною здатністю розуміють закріплення речовин у тілах організмів (рослинах, мікроорганізмах і тваринах,

що живуть у ґрунті). Суттєвою особливістю біологічної вбирної здатності є поглинання живими організмами (як рослинами, так і тваринами) необхідних для їх життєдіяльності речовин. Завдяки вибірковому біологічному поглинанню у верхніх горизонтах ґрунту акумулюються необхідні для продовження життя наступних поколінь організмів макро- і мікроелементи.

Отже, вбирна здатність ґрунтів має велике значення в нагромадженні в ґрунті елементів родючості. Колоїди через фізичні властивості генетичних горизонтів визначають водний і повітряний режими ґрунтів. Від складу колоїдів та їх властивостей залежить рівень активності мікроорганізмів, а також умови росту і розвитку сільськогосподарських рослин.

**Ґрунтовий розчин.** Рідка фаза ґрунту є найбільш рухомою, динамічною і водночас активною його частиною. В ґрунтовому розчині мінеральні й органічні речовини знаходяться в молекулярному, колоїдному та іонному станах. У ґрунтовому розчині відбуваються процеси руйнування і синтезу гумусових речовин, формуються вторинні мінерали, утворюються органо-мінеральні сполуки. Із ґрунтового розчину рослини отримують необхідні поживні речовини і воду. В результаті того, що одні речовини можуть поглинатись рослинами, мікроорганізмами та адсорбуватись колоїдами, а інші — залишатись у ґрунтовому розчині, між рідкою і твердою фазами ґрунту встановлюється динамічна адсорбційна рівновага.

Із мінеральних сполук у ґрунтовому розчині, як правило, переважають карбонати кальцію, магнію, є нітрати, фосфати, сульфати, хлориди та солі кремнієвої кислоти. Є ґрунти, що містять у ґрунтовому розчині соду. До органічних речовин ґрунтового розчину належать гумусові кислоти та їхні солі, молекулярні розчини цукрів, амінокислот, органічних кислот тощо.

Слабкомінералізовані ґрунтові розчини характерні для тундрових, підзолистих та опідзолених ґрунтів, чорноземів та червоноземів, більш мінералізовані — для каштанових, бурих, напівпустельних і сіроземних ґрунтів, сильномінералізовані — для солончаків і солонців. При підсиханні з розчину випадають солі у вигляді кристалів.

У сільськогосподарській практиці концентрацію ґрунтового розчину вважають слабкою тоді, якщо 1 л розчину містить 0,5–2 г

солей. Така концентрація характерна для ґрунтів північних областей України, що мають періодично промивний тип водного режиму. Осмотичний тиск таких розчинів коливається від 100 до 300 кПа. По мірі просування з півночі на південь концентрація ґрунтового розчину зростає і в засолених ґрунтах коливається від 5 до 100 г і більше на 1 л розчину. Осмотичний тиск розчинів досягає 1–2 МПа. На таких ґрунтах ростуть тільки солестійкі рослини, які мають високий осмотичний тиск клітинного соку.

Серед катіонів у ґрунтовому розчині знаходяться ті катіони, що входять до складу обмінних:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ . Найважливішими аніонами ґрунтового розчину є такі:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ . Більшість з них має визначальне значення у живленні рослин. У дуже малих кількостях у ґрунтовому розчині знаходяться катіони мікроелементів:  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  та ін.

Реакція ґрунтового розчину характеризує кислотність і лужність ґрунту. Це динамічна характеристика ґрунту, яка залежить від погодних умов, інтенсивності біологічних процесів у ґрунті, внесення добрив, агротехніки вирощування сільськогосподарської культури тощо.

Реакція розчину визначається співвідношенням у ньому іонів  $\text{H}^+$  і  $\text{OH}^-$ . Відомо, що вода при  $22^\circ\text{C}$  розкладається на іони в кількості 1/10 000 000 моль, тобто  $10^{-7}$  моль/л води. З кожної молекули води при дисоціації виділяється по одному іону  $\text{H}^+$  і  $\text{OH}^-$ . Їхня концентрація в дистильованій воді при  $22^\circ\text{C}$  дорівнює  $[\text{H}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7}$  моль/л. Добуток іонів  $\text{H}^+$  на  $\text{OH}^-$  при будь-якій концентрації має стале значення, що дорівнює  $10^{-14}$ . Якщо до дистильованої води прилити кислоту і тим самим збільшити в розчині концентрацію іонів  $\text{H}^+$ , то кількість іонів  $\text{OH}^-$  зменшиться настільки, на скільки збільшиться кількість іонів  $\text{H}^+$ . У зв'язку з цим реакція будь-якого розчину визначається співвідношенням у ньому іонів  $\text{H}^+$  і  $\text{OH}^-$ . Якщо в розчині іонів  $\text{H}^+ > \text{OH}^-$ , то реакція кисла, при  $\text{H}^+ = \text{OH}^-$  — нейтральна, при  $\text{H}^+ < \text{OH}^-$  — лужна.

Реакцію ґрунтового розчину визначають через величину водневого показника (pH), що є від'ємним десятичним логарифмом концентрації іонів  $\text{H}^+$ . Якщо концентрація іонів  $\text{H}^+$  в 1 л розчину дорівнює 0,1 г, то  $\text{pH} = 1$ , якщо — 0,001, то  $\text{pH} = 3$ . Практично визначають pH потенціометричним способом за допомогою приладу pH-метра.

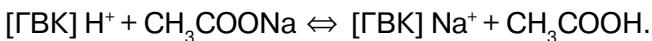
Реакція ґрунтового середовища визначає ріст і розвиток сільськогосподарських культур і є важливою умовою формування родючості ґрунту.

Кислотність ґрунту пов'язана з наявністю у ГВК і в ґрунтового розчині катіонів  $H^+$  або  $Al^{3+}$ . Розрізняють активну та потенціальну кислотності. Перша форма кислотності характерна для ґрунтового розчину, друга — для твердої фази ґрунту.

*Активна*, або *актуальна*, *кислотність* зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині органічних і мінеральних кислот, що легко розчиняються у воді. У більшості ґрунтів помітне підкислення ґрунтового розчину відбувається після утворення вугільної кислоти, проте рідко зустрічається утворення в ґрунті інших мінеральних кислот. Оскільки в ґрунті постійно проходять обмінні процеси між ґрунтовим розчином і твердою фазою, то наявність іонів  $H^+$  або  $Al^{3+}$  в рідкій фазі свідчить про те, що ці катіони є і в ГВК.

*Потенціальною кислотністю* ґрунту називають здатність його твердої фази при обмінних реакціях виділяти в ґрунтовий розчин катіони  $H^+$  і  $Al^{3+}$ . Потенціальна кислотність вимірюється кількістю іонів  $H^+$  (або  $Al^{3+}$ ), що знаходяться у ГВК в увібраному, поглиненому стані. За певних умов ці іони можуть бути переведені в розчин: найбільш рухома частина іонів  $H^+$  (або  $Al^{3+}$ ) може перейти в розчин при обробці ґрунту розчином нейтральної солі, наприклад  $KCl$ ,  $NaCl$ . Інша, менш рухома, частина іонів  $H^+$  може перейти в розчин при подальшій обробці ґрунту розчином гідролітично лужної солі, наприклад  $CH_3COONa$  (її  $pH = 8,2$ ).

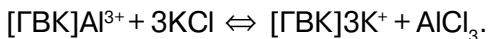
Взаємодію ґрунту з різними солями можна записати так:



У результаті обмінних реакцій катіонів солей ( $K^+$ ,  $Na^+$ ) з іонами  $H^+$  ґрунту в сольових витяжках утворюються вільні кислоти, які можна кількісно визначити звичайним титруванням лугом. За кількістю знайденої соляної кислоти при обробці зразка ґрунту розчином нейтральної солі ( $KCl$ ) визначають *обмінний вид кислотності*. За кількістю утвореної оцтової кислоти при обробці зразка ґрунту розчином гідролітично лужної солі ( $CH_3COONa$ ) визначають *гідролітичний вид кислотності* ґрунту. Оскільки нейтральна сіль витісняє лише частину увібраного водню, а гідролі-

тичне лужна сіль — майже увесь, то найчастіше визначають *величину гідролітичної кислотності*, оскільки це є результирующим виразом усіх видів кислотності (рис. 2).

При наявності в ґрунті ввібраного алюмінію взаємодію його з розчином нейтральної солі можна записати таким рівнянням:



Хлорид алюмінію як гідролітично кисла сіль сприяє утворенню кислої реакції ґрунтового розчину.

У природі поширення кислих ґрунтів пов'язано з певними умовами ґрунтоутворення. Велике значення в утворенні ґрунтів з тією чи іншою реакцією має характер ґрунотворної породи. Так, на карбонатних породах за однакових умов формуються ґрунти з нейтральною реакцією, що збагачені кальцієм і магнієм, а на вилугованих безкарбонатних породах формуються кислі ґрунти. Великий вплив на утворення кислих ґрунтів мають кліматичні умови. Наприклад, в умовах промивного або періодично промивного типів водного режиму ґрунтів відбувається винос солей кальцію та магнію і в ГВК поступають іони  $\text{H}^{+}$ . При цьому виникає явище ненасиченості ґрунту основами, тобто створюється кисла реакція. Така реакція середовища характерна для підзолистих,

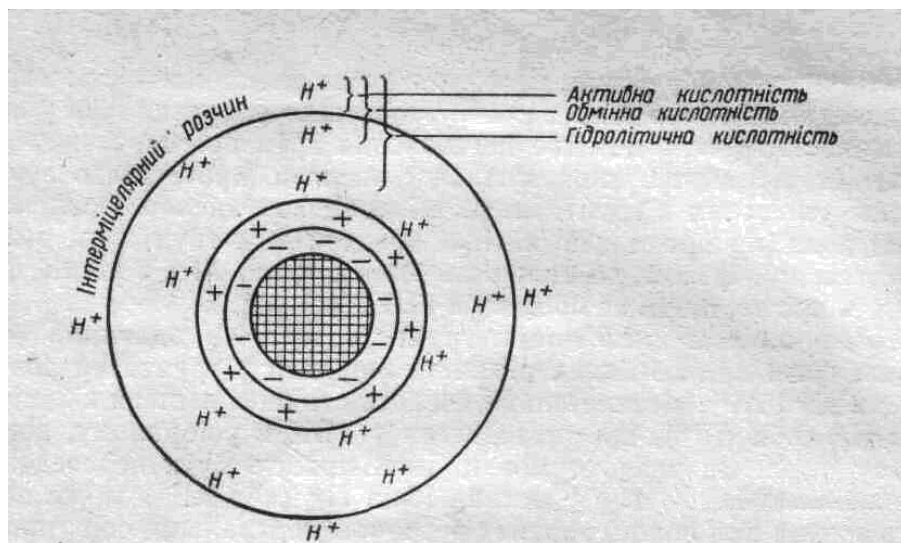


Рис. 2. Види кислотності ґрунтів

дерново-підзолистих, сірих лісових і опідзолених ґрунтів, червоноземів та ін. Рослинність також впливає на характер реакції ґрунту. Хвойні ліси, мох і гриби сприяють посиленню кислотності ґрунту в зв'язку з кислими властивостями їхніх органічних залишків і продуктів обміну, широколистяні ліси і трав'яниста рослинність, навпаки, сприяють нагромадженню основ у ґрунті.

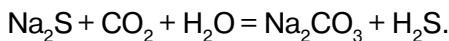
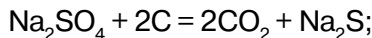
Сільськогосподарська діяльність людини може призвести до зміни реакції ґрунту. Відчуження врожаїв з полів призводить до поступового збіднення ґрунтів елементами, в тому числі й основами. При цьому підвищується його кислотність. Крім того, підкислюють ґрунт фізіологічне кислі мінеральні добрива.

Кисла реакція ґрунтів несприятлива для більшості культурних рослин і корисних мікроорганізмів. Кислі ґрунти мають погані фізичні властивості. У зв'язку з нестачею кальцію та магнію органічна речовина в кислих ґрунтах не закріплюється і ґрунт збіднюється на поживні речовини. Основним методом підвищення продуктивності кислих ґрунтів і зменшення їхньої кислотності є вапнування.

Іншою важливою характеристикою реакції ґрунтового середовища є лужність, її наявність створює несприятливі властивості ґрунту, що призводить до пригнічення рослин і мікроорганізмів, погіршення агрофізичних властивостей ґрунтів. Розрізняють активну та потенціальну лужність.

*Активна лужність* зумовлена наявністю в ґрунтовому розчині гідролітично лужних солей ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ , та ін.), які при дисоціації утворюють в основному іони  $\text{OH}^-$ .

У ґрунтовому розчині хімічними методами визначають загальну лужність, лужність, зумовлену карбонатами або гідрокарбонатами. Лужність від нормальних карбонатів може виявитись внаслідок обмінних реакцій ґрунтів, що містять увібраний натрій, а також внаслідок життєдіяльності сульфатредукуючих бактерій, що відновлюють в анаеробних умовах у присутності органічних речовин сульфати натрію до соди:



Активну лужність виражають величиною рН.

*Потенціальна лужність* дає уяву про сумарний вміст лугів у ґрунтовому розчині і ГВК. Потенціальна лужність виявляється у

ґрунтів, що містять увібраний натрій. При взаємодії такого ґрунту з вугільною кислотою, що знаходиться в ґрунтовому розчині, відбувається реакція заміщення, результатом якої є нагромадження соди і підлучення розчину:



Потенціальну лужність виражають у міліграм-еквівалентах на 100 г ґрунту. Лужність ґрунтового розчину культурні рослини переносять гірше, ніж кислотність. Найбільш токсичним є карбонат натрію. Його шкідливий вплив починає виявлятися при вмісті іонів  $\text{CO}_3^{2-}$  у кількості 0,005–0,02%, або 0,17–0,7 мг-екв на 100 г ґрунту. Гідрокарбонат натрію менш токсичний. Його шкідливий вплив починає виявлятися при вмісті іонів  $\text{HCO}_3^-$  у кількості 0,065–0,4%, або 1,0–6,25 мг-екв на 100 г ґрунту.

Надлишкову лужність ліквідовують внесенням фізіологічно кислих мінеральних добрив, гною і гіпсу.

*Буферність ґрунту* — це його здатність протидіяти зміні реакції ґрунтового розчину. Чим більша буферність ґрунту, тим важче змінити його реакцію в кислий або лужний бік. Буферність ґрунту залежить від його гранулометричного складу. Високу буферність мають важкі високогумусовані ґрунти. На буферність впливає кількісний і якісний склад обмінних катіонів ґрунту, величина ємкості катіонного обміну.

Буферна здатність є одним із елементів родючості ґрунтів. Вона дає змогу зберегти сприятливі для рослин властивості ґрунтів. Буферність ґрунту необхідно враховувати при проведенні хімічної меліорації — вапнуванні та гіпсуванні.

### Контрольні запитання

1. Що таке колоїди?
2. Які властивості ґрунтових колоїдів?
3. Що таке міцела?
4. Що називають ґрунтовым вбирним комплексом?
5. Які є види вбирної здатності ґрунтів?
6. Якими показниками характеризується ґрунтовий розчин?
7. Як визначається реакція ґрунтового середовища?
8. Що таке кислотність і які види кислотності ґрунту?
9. Що таке лужність ґрунту та її види?
10. Що таке буферність ґрунту?

## 1.8. Водні властивості і водний режим ґрунту

Роль води в ґрунті визначається її особливим станом у природі. По-перше, вода — це фізико-хімічна активна система, що забезпечує розвиток фізичних, хімічних і біохімічних процесів у природі, по-друге, вода — це потужна транспортна геохімічна система, що забезпечує міграцію (пересування) речовин у просторі.

Воду називають кров'ю ландшафту. Тільки за участю води відбуваються процеси вивітрювання та новоутворення мінералів, життєдіяльність живих організмів та гуміфікація. З водою пов'язане формування генетичних горизонтів ґрунтового профілю. Вода значною мірою визначає температурний режим ґрунту та його тепловий баланс, впливає на родючість, забезпечує оптимальні умови розвитку рослин.

У ґрунтах вода перебуває в різних формах зв'язку з середовищем. Різні її форми мають неоднакові фізичні властивості. Форми ґрунтової води, що мають однакові властивості, називаються *категорією*, або формою ґрунтової вологи.

Згідно з існуючою класифікацією, виділяють п'ять категорій (форм) ґрунтової води.

1. Тверда вода — лід. Наявність у ґрунті води у формі льоду пов'язана з сезонним або багаторічним («вічна» мерзлота) промерзанням ґрунту.

2. Хімічно зв'язана вода — це вода у вигляді гідроксильної групи  $\text{OH}^-$  або молекул, що входять до складу твердої фази ґрунту. Така вода називається *конституційною* тоді, коли входить до складу вторинних мінералів у вигляді групи  $\text{OH}^-$ , або *кристалізаційною*, коли знаходиться у вигляді молекул у складі солей. Ця вода в ґрунті не пересувається і недоступна для рослин.

3. Фізично зв'язана вода утримується у вигляді молекул на поверхні тонкодисперсних часточок ґрунту завдяки силам сорбції. Поглинається вона з навколишнього повітря і називається *гігроскопічною*. Найбільша кількість води, яку може поглинути ґрунт при відносній вологості повітря близькій до 100%, називають *максимальною гігроскопічністю*. Вона недоступна для рослин і вважається «мертвим» *запасом води в ґрунті*.

Вода, яка утримується в ґрунті сорбційними силами понад максимальну гігроскопічність, називається *пухкозв'язаною*, або *плівковою*. Вона частково доступна для рослин.

4. Пароподібна вода знаходиться в ґрунтовому повітрі у вигляді водяної пари. Ґрунтове повітря майже завжди насичене водяною парою. Пароподібна вода пересувається в порах ґрунту від ділянок з високим до ділянок з низьким тиском пари.

5. Вода, яка знаходиться у ґрунті поза дією сил гравітації з боку ґрунтових часточок, називається *вільною*. У ґрунтах вільна вода перебуває в капілярній і гравітаційній формах.

Капілярна вода в ґрунті утримується в тонких капілярах під дією капілярних, або меніскових, сил. У ґрунті меніскові сили виявляються в порах з діаметром менш як 8 мм, а найбільша дія їх сил у порах з діаметром від 100 до 3 мкм. Ця вода дуже рухома, тому всі заходи, спрямовані на збереження такої форми води, пов'язані із збільшенням запасів капілярної води в ґрунті.

Основною ознакою вільної гравітаційної води є пересування її під дією сил гравітації. Для неї характерна висока розчинна здатність та здатність переносити в рідкому стані солі, колоїди і суспензії. Наявність у ґрунті значної кількості гравітаційної води — явище негативне, тому що в такому стані ґрунт тимчасово або постійно перезволожений і необхідно проводити його осушення (за виключенням ґрунтів рисових полів).

Слід зазначити, що вказаний вище поділ ґрунтової води на категорії є дещо умовним, оскільки вода в ґрунті практично знаходиться під дією кількох сил. Поведінка окремих форм води пов'язана з перевагою дії сили певного виду.

Водно-фізичні властивості ґрунту — це сукупність його властивостей, що визначають поведінку води в ґрунті. До них належать вологоемкість ґрунту, водопідіймальна здатність та водопроникність.

Вологоемкість — це здатність ґрунту утримувати певну кількість води. Розрізняють кілька видів вологоемкості: максимальної-гігроскопічну, капілярну, повну і польову.

*Максимально-гігроскопічною вологоемкістю* називають найбільшу кількість вологи, яку може поглинути сухий ґрунт при повному насиченні повітря парами води. Величина її залежить від гранулометричного складу ґрунту та вмісту гумусу.

*Капілярна вологоемкість* — найбільша кількість капілярно-підпертої води, що заповнює капіляри при неглибокому заляганні дзеркала підґрунтових вод.

*Повна, або найбільша, вологоємність* — найбільша кількість вологи, яку може утримувати ґрунт за умови, що нею будуть заповнені всі капілярні і некапілярні порожнини.

*Польова вологоємність* — кількість води, яку може утримати ґрунт після стікання гравітаційної води при надходженні її зверху. Це так звана капілярно підвішена вода. На вологоємність ґрунту впливає його гранулометричний склад, структурність та вміст органічної речовини.

*Водопідймальна здатність* — властивість ґрунту забезпечувати висхідне пересування води за допомогою капілярних сил. Висота підняття води в ґрунтах та швидкість її пересування визначається переважно гранулометричним і структурним складом ґрунтів, їх пористістю. За певних умов вода по капілярах може піднятися від дзеркала підґрунтових вод на висоту 4–5 м. У піщаних ґрунтах водопідймальна здатність не перевищує кількох десятків сантиметрів.

*Водопроникність ґрунту* — здатність ґрунту пропускати воду у нижчі горизонти. Процес проникнення води в товщу ґрунту зумовлюється вбиранням її ґрунтом. Рух води знаходиться в тісній залежності від гранулометричного складу і хімічних властивостей ґрунтів, їх структурного стану, щільності складення, пористості і вологості. Водопроникність ґрунту вимірюється об'ємом води, що проходить через одиницю площі за одиницю часу і визначається в міліметрах.

Величина ця дуже динамічна і дуже змінюється як по профілю ґрунту, так і в горизонтальному напрямку. Оцінити водопроникність ґрунту можна за шкалою, запропонованою Н. А. Качинським (1970).

*Водопроникність (в Па) в першу  
годину всмоктування при напорі  
5 см і температурі води 10 °C*

*Оцінка*

Більше 1000	Провальна
1000–500	Дуже висока
500–100	Дуже добра
100–70	Добра
70–30	Задовільна
Менше 30	Незадовільна

Швидкість проникнення води в профілі ґрунту часто змінюється навіть в орному шарі залежно від його обробітку і стану зволоження. Крізь сухий ґрунт за одиницю часу вода проходить значно швидше, ніж крізь зволожений.

Доступність для рослин різних форм ґрунтової води значною мірою визначає родючість ґрунту. Для рослин доступна та частина ґрунтової вологи, яка може бути засвоєна ними під час їхньої життєдіяльності. Така вода називається продуктивною, або корисним запасом.

Волога, яка є в ґрунті і міцно зв'язана з його часточками, недоступна для рослин, її називають мертвим запасом. Вологість ґрунту, за якої починається стійке в'янення рослин, називається *вологістю в'янення*.

В агрономічній практиці визначають загальний і корисний запаси вологи в ґрунті. Загальний запас вологи (ЗЗВ) — це загальна її кількість у певній товщі ґрунту, що виражена в міліметрах водяного стовпа або в метрах кубічних на один гектар або у процентах. Запас води в 1 мм водяного стовпа дорівнює запасу 10 м<sup>3</sup> води на 1 га. Корисний запас вологи (КЗВ) — це сумарна кількість продуктивної, або доступної, для рослин води у товщі ґрунту. Щоб розрахувати корисний запас вологи у ґрунті, потрібно визначити ЗЗВ і запас важкодоступної вологи (ЗВВ). Останній розраховують множенням максимальної гігроскопічності ґрунту на коефіцієнт (1,34) та щільність складення. Різниця між ЗЗВ і ЗВВ становить корисний запас вологи в ґрунті:  $KЗВ = ЗЗВ - ЗВВ$ .

Розрахувати корисний запас вологи в певному ґрунті на даний момент часу можна за формулою:

$$KЗВ \text{ (мм. га}^{-1}\text{)} = 0,1 \times d_v \times h (ЗЗВ - ЗВВ),$$

де 0,1 — коефіцієнт перерахунку в мм водяного стовпа;

$d_v$  — щільність складення ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$h$  — грубизна шару ґрунту, см (не більше 10 см);

ЗЗВ — загальний запас вологи на даний момент часу, %;

ЗВВ — запас важкодоступної вологи, %.

Розраховану величину КЗВ в мм. га<sup>-1</sup> можна перевести в м<sup>3</sup>. Га<sup>-1</sup>, або т. га<sup>-1</sup>, помноживши на 10.

Оптимальний корисний запас вологи в метровому шарі ґрунту в період вегетації становить від 100 до 200 мм, а в орному шарі — від 20 до 50 мм. Великими корисними запасами вологи,

як зазначає М. Г. Йовенко, характеризуються ґрунти Лісостепу України (180–200 мм). Корисний запас води ґрунтів Степу при потенціальній високій вологемкості (300–350 мм) відносно низький (125–130 мм).

Динаміка водного режиму ґрунту за рік визначається його водним балансом. Водний баланс — це співвідношення основних статей надходження води в ґрунт та статей витрат її ґрунтом. Залежно від співвідношення цих основних статей річного водного балансу виділяють кілька типів водного режиму ґрунтів.

Згідно з О. А. Роде (1956), можна виділити шість типів водного режиму ґрунтів:

1) мерзлотний — наявність шару багаторічної мерзлоти, що не дає змоги просочуватись униз (інфільтрація) гравітаційній воді;

2) промивний — перевищення інфільтрації води над випаровуванням її в атмосферу;

3) періодично промивний — випаровування води в атмосферу в окремі роки і за багаторічний період в цілому дорівнює величині інфільтрації;

4) непромивний — випаровування та інфільтрація води з товщі ґрунту однакові;

5) випітний — випаровування переважає над інфільтрацією. Характерний для ґрунтів, у профілі яких є капілярна торочка ґрунтових вод;

6) десуктивно-випітний — подібний до випітного, однак відрізняється від нього тим, що волога капілярної торочки ґрунтових вод використовується кореневою системою рослин і витрачається на десукцію — випаровування поверхнею листків рослин.

Водний режим ґрунтів регулюють за допомогою комплексу заходів, спрямованих на створення оптимального забезпечення рослин вологою. При цьому враховують кліматичні та ґрунтові умови, потребу сільськогосподарських культур у воді. Надмірно зволожені ґрунти осушують, а недостатньо зволожені — зрошують.

Підвищити загальний запас ґрунтової води можна затриманням снігу, зменшенням поверхневого стоку талих та дощових вод. У нагромадженні ґрунтової води велике значення мають полезахисні лісосмуги. Весняне боронування ґрунту, або закриття води, дає змогу значно зменшити втрати води внаслідок фізичного випаровування.

### 1.9. Повітряні властивості і повітряний режим ґрунтів

Важливою складовою частиною ґрунту є газова фаза, або ґрунтове повітря. До складу ґрунтового повітря входить суміш газів і летких органічних сполук. Наявність у ґрунтових порах необхідної кількості повітря є важливою умовою формування врожаю рослин. Більшість рослин не може існувати без постійного надходження кисню до корінців і видалення вуглекислого газу з ґрунту. Процес обміну ґрунтового повітря з атмосферним називається *газообміном*, або *аерацією*. Аерація — важливий фактор, що визначає продуктивність ґрунтів.

У ґрунті повітря знаходиться у декількох фізичних станах: власне ґрунтове повітря — вільне і защемлене, адсорбовані і розчинені гази. Вільне ґрунтове повітря — це суміш газів і летких органічних сполук, що заповнюють некапілярні і капілярні пори ґрунту, швидко пересуваються і обмінюються з приземним шаром атмосферного повітря. Защемлене ґрунтове повітря знаходиться в порах, що ізольовані з усіх боків водними пробками. Защемлене повітря нерухоме, практично не приймає участі в газообміні між ґрунтом і атмосферою. В добре оструктурених суглинкових ґрунтах вміст защемленого повітря може досягати 12% від загального об'єму ґрунту, що складає майже четверту частину від його загальної пористості.

Адсорбоване ґрунтове повітря знаходиться на поверхні твердої фази ґрунту. Це явище характерне для ґрунтів з важким гранулометричним складом. Розчинене ґрунтове повітря — це гази, що містяться в ґрунтовому розчині. Добре розчиняються у воді вуглекислий газ, аміак, сірководень. Розчинність кисню порівняно невелика, проте його наявність у воді забезпечує окисні властивості ґрунтового розчину.

Сукупність усіх явищ надходження повітря в ґрунт, пересування його у профілі, зміна складу і фізичного стану при взаємодії з твердою, рідкою та живою фазами ґрунту називається *повітряним режимом ґрунту*.

Повітряний режим ґрунту має добову, сезонну, річну та багаторічну динаміку і залежить від властивостей ґрунту, погодних умов, наявності рослинного покриву та агротехніки. Найсприятливіший повітряний режим створюється в оструктурених ґрунтах, що мають пухке складення.

Вільне ґрунтове повітря має певні властивості. Головна з них — висока динамічність. Найбільш динамічними в ґрунтовому повітрі є кисень і вуглекислий газ. Їх вміст значною мірою залежить від інтенсивності поглинання кисню і виділення вуглекислого газу. Так, вміст вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі може бути в десятки, а то й у сотні разів вищий, ніж в атмосферному. Водночас концентрація кисню може зменшитись з 20,9 до 15–10% і нижче.

Основними споживачами кисню в ґрунті є коріння рослин, аеробні мікроорганізми та ґрунтова фауна. Споживання кисню супроводжується виділенням приблизно еквівалентної кількості  $\text{CO}_2$ . При підвищенні температури ґрунту з 5 до 30°C інтенсивність поглинання кисню і виділення вуглекислого газу збільшується в 10 разів. Улітку ґрунти поглинають і виділяють вуглекислого газу в кілька разів більше, ніж рано навесні або пізно восени. Якщо в ґрунті немає вільного кисню, то розвиток рослин припиняється. Оптимальні умови для них створюються при вмісті кисню в ґрунтовому повітрі близько 20%.

Виділення вуглекислого газу з ґрунту в приземний шар атмосфери називається *диханням ґрунту*. Вуглекислий газ, який надходить з ґрунту, використовується рослинами в процесі фотосинтезу. Виділення вуглекислого газу з ґрунту збільшується при його окультурюванні в результаті активізації біологічних процесів та поліпшенні аерації. Висока концентрація вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі (понад 2–3%) пригнічує розвиток рослин.

Газообмін між ґрунтом та атмосферою, між окремими його шарами чи горизонтами характеризується повітряними властивостями ґрунтів — повітропроникністю та повітроємністю.

*Повітропроникність* — здатність ґрунту пропускати повітря. Чим краща повітропроникність, тим кращий газообмін, тим більше в ґрунтовому повітрі кисню і менше вуглекислого газу. Найсприятливіший газообмін відбувається у структурних ґрунтах. Повітропроникність визначається, головним чином, некапілярною пористістю. В природних умовах вона змінюється в широких межах від 0 до 1 л/с і більше.

*Повітроємність* — об'ємна частка повітря у ґрунті у відсотках. Кількість повітря в ґрунті залежить від його вологості та пористості. Чим вища пористість і менша вологість, тим більше повітря в ґрунті.

Суттєве значення для забезпечення нормальної аерації ґрунту має некапілярна повітроємність, або пористість аерації. До неї відносяться міжагрегатні пори, тріщини, порожні ходи черв'яків та корінців рослин і камери.

Пористість аерації визначається кількістю повітря, що є в ґрунті при певному рівні природного зволоження, за формулою:

$$P_{\text{аер.}} = P_{\text{заг.}} - P_{\text{в}},$$

де  $P_{\text{в}}$  — об'ємна вологість ґрунту, %.

Повітряний режим ґрунту регулюють за допомогою агротехнічних та меліоративних заходів.

Найбільш оптимальний повітряний режим ґрунту створюється при його окультурюванні. Так, регулювання реакції середовища, застосування органічних і мінеральних добрив при наявності доступної вологи сприяє активізації біологічних процесів та підвищенню інтенсивності дихання. Найбільше вуглекислого газу виділяється з ґрунту у період інтенсивного росту кореневої і вегетативної маси рослин при сприятливих його вологості й температурі.

На ґрунтах важкого гранулометричного складу для поліпшення повітряного режиму проводять глибоку оранку, розпушування підорного шару, щілювання, зрошення науково-обґрунтованими нормами.

Умови аерації ґрунтів оцінюють за складом ґрунтового повітря. Якщо концентрація вуглекислого газу вище 2–3%, а концентрація кисню нижче 19–18%, то це зменшує продуктивність багатьох сільськогосподарських культур. За вимогами до умов аерації їх можна розмістити у такому порядку: картопля > кукурудза > зернові > багаторічні трави.

## 1.10. Теплові властивості і тепловий режим ґрунтів

Сукупність явищ надходження, акумуляції, перенесення і віддачі тепла називається *тепловим режимом ґрунту*. Тепловий режим ґрунту разом з водним режимом визначають динаміку ґрунтотворних процесів. Температура є важливим фактором інтенсивності хімічних, фізико-хімічних, біохімічних та біологічних процесів в ґрунті. Тепло — необхідний фактор росту та розвитку

рослин. Від температурних умов ґрунту залежать розвиток і продуктивність сільськогосподарських рослин: проростання насіння, розвиток кореневої системи, швидкість проходження окремих фаз розвитку, інтенсивність фотосинтезу.

Основним джерелом тепла в ґрунті є променева енергія Сонця (сонячна радіація). Одна частина її поглинається поверхнею ґрунту, перетворюється на теплову енергію і передається у нижні горизонти, а друга — відбивається ґрунтовою поверхнею. Кількість поглинутої і відбитої поверхнею ґрунту енергії залежить від його забарвлення, зволоження, оструктурення та затінення рослинами.

Кількість сонячної радіації, що надходить до поверхні ґрунту, залежить від географічного положення та умов рельєфу місцевості, часу року та доби, стану атмосфери (хмарно, ясно тощо). У північних широтах сумарний потік сонячної радіації збільшується в напрямі з півночі на південь.

На тепловий режим ґрунту впливають його теплові властивості: тепловбирання, теплоємність і теплопровідність.

*Тепловбирання* — це здатність ґрунту вбирати і відбивати променеву енергію Сонця. Воно залежить переважно від забарвлення ґрунту (світлі ґрунти вбирають теплоти менше, а темні — більше), вологості (вологі ґрунти поглинають теплоти більше, ніж сухі), рельєфу місцевості, напряду схилів та наявності чи відсутності рослинного покриву. Тепловбирання характеризується значенням альbedo ( $A$ ) — часткою короткохвильової сонячної радіації, що відбивається поверхнею ґрунту, по відношенню до загальної сонячної радіації і вираженої в процентах. Діапазон відбиття променевої поверхнею ґрунтів коливається в межах від 8–10% — вологі ґрунти, до 30% — сухі ґрунти. Тепловбирна здатність ґрунтів окремого природно-сільськогосподарського району обумовлює поділ ґрунтів на холодні і теплі: темнозабарвлені ґрунти більш теплі, ніж світлі; оструктурені ґрунти з шершавою поверхнею більш теплі, ніж безструктурні.

*Теплоємність* — це кількість теплоти, в джоулях, що необхідна для нагрівання 1 г або 1 см<sup>3</sup> ґрунту на 1°C в інтервалі температур від 14,5 до 15,5°C. Вона залежить від мінералогічного і гранулометричного складу ґрунту, його вологості і пористості, вмісту органічної речовини та повітря. Глинисті ґрунти, як прави-

ло, теплоємніші порівняно з піщаними, але останні напровесні швидше прогріваються. У них за однакових кліматичних умов на 10–15 діб раніше настає фізична і біологічна стиглість, ніж у глинистих (звідси і назва — теплі і холодні ґрунти). Збагачення ґрунту на органічну речовину підвищує його теплоємність.

*Теплопровідність* — це здатність ґрунту проводити теплоту. Вимірюється теплопровідність кількістю теплоти в джоулях, що проходить за 1 с через шар ґрунту площею 1 см<sup>2</sup> і завтовшки 1 см. Теплопровідність ґрунту визначається коефіцієнтом теплопровідності, який є емпіричною величиною, характерною для кожної ґрунтової відміни і кожного генетичного горизонту.

Різні частини ґрунту мають різну теплопровідність. Так, теплопровідність мінеральної частини ґрунту в середньому в 100 разів вища, ніж повітря, а води — у 28 разів. Незначною теплопровідністю характеризуються органічні речовини ґрунту. Отже, чим більше в ґрунті гумусу і повітря, тим менша його теплопровідність. У такому ґрунті довше зберігається теплота.

Оструктурування ґрунту, збільшення в ньому кількості органічних речовин і повітря є тими заходами, які допомагають максимально використати сонячне тепло.

Нагромадженню значної кількості органічної речовини в поверхневому шарі перешкоджає пересування теплоти. Деякі заходи, направлені на регулювання температурного режиму ґрунтів в холодний період року (снігозатримання, мульчування), знижують теплопровідність і запобігають вимерзанню посівів озимих культур.

Для характеристики теплового режиму ґрунту особливе значення має тривалість періоду активних температур ( $> 10^{\circ}\text{C}$ ) в ґрунті на глибині 20 см, де знаходиться максимальна кількість коріння сільськогосподарських і природних рослин. Це зона активної діяльності мікрофлори та фауни ґрунту. Найвища біологічна активність ґрунту спостерігається при  $30\text{--}35^{\circ}\text{C}$ . Вище цієї температури життєдіяльність організмів пригнічується. Отже, інтервал біологічно активних температур становить від 10 до  $35^{\circ}\text{C}$ .

Теплозабезпеченість ґрунтів основних ґрунтово-кліматичних зон України різна і зменшується із заходу на схід. Найкраще забезпечені теплом ґрунти сухих субтропиків Південного берега Криму.

Залежно від географічного розташування території формується тепловий баланс ґрунтів, тобто надходження і витрати теплоти з одиниці площі поверхні ґрунту. У зв'язку з цим виділяють чотири типи температурного режиму ґрунтів: мерзлотний, тривало сезоннопромерзаючий; сезоннопромерзаючий; непромерзаючий.

Термічні параметри мерзлотного типу температурного режиму ґрунтів характеризуються такими параметрами: 1) сума температур ґрунту більше 10°C на глибині 20 см — 400–800°C; 2) тривалість періоду від'ємних температур ґрунту на глибині 20 см — більше 8 місяців. Тривало сезоннопромерзаючий тип має відповідно такі параметри: 1) 800–1600°C; 2) 5–8 місяців. Сезоннопромерзаючий тип характеризується такими параметрами: 1) 1600–3800°C; 2) 1–5 місяців. Непромерзаючий тип відповідно: 1) 3800–7200°C; 2) 0 місяців.

Значення термічного фактора в ґрунтотворенні виключно велике. Згідно відомому правилу Вант-Гоффа, із зростанням температури на 10°C швидкість хімічних і біохімічних реакцій зростає в середньому в 2–4 рази. Тепло є визначальним фактором у формуванні гідротермічних умов місцевості, а саме відношенням кількості атмосферних опадів до величини випаровування за рік (гідротермічний коефіцієнт Іванова).

Для природних умов України даний коефіцієнт лежить в межах від 2,7–3,1 (Карпатська гірсько-лучна зона) до 0,4–0,6 (зона Сухого Степу).

До найбільш поширених прийомів, що регулюють тепловий режим ґрунту, належать: затінення поверхні рослинністю, мульчування поверхні рослинними рештками, рихлення і прикочування, гребеневі та грядкові посіви.

### **Контрольні запитання**

1. З яких фаз складається ґрунт як природне тіло?
2. Що таке тверда фаза ґрунту та з яких мінералів вона складається?
3. Що таке гранулометричний (механічний) склад ґрунту?
4. Що розуміють під назвою «механічний елемент», «фізичний пісок», «фізична глина»?
5. За якими ознаками розрізняють фракції механічних елементів?

6. Чому одні ґрунти називають «легкими» за гранулометричним складом, а інші «важкими»?

7. Як впливає гранулометричний склад на агрономічні властивості ґрунту?

8. Які мінерали належать до групи первинних мінералів, а які до вторинних?

9. Які бувають ґрунтотворні породи за походженням?

10. Як розподілені ґрунтотворні породи по природних зонах України?

11. Що таке ґрунтотворний процес?

12. Які найважливіші складові ґрунтотворного процесу?

13. Назвіть основні морфологічні ознаки ґрунту.

14. Які символи використовують для позначення окремих горизонтів ґрунтового профілю?

15. Як визначити забарвлення окремого горизонту ґрунту?

16. Що таке структурність і структура ґрунтів?

17. Які заходи слід застосовувати для збереження і відновлення структури ґрунту?

18. Що є джерелом органічної частини ґрунту?

19. Що таке органічна частина ґрунту і гумус ґрунту?

20. Як утворюються гумусові речовини?

21. Якими властивостями характеризуються гумінові кислоти і фульвокислоти?

22. Які заходи сприяють збереженню і збільшенню вмісту гумусу в ґрунті?

23. Як впливає гумус на родючість ґрунтів?

24. Яка роль води в ґрунтоутворенні?

25. Назвіть форми води в ґрунті та їх доступність для рослин.

26. Які водні властивості ґрунтів, їх залежність від гранулометричного складу?

27. Як визначити загальний і корисний запаси води в ґрунті?

28. Що таке водний режим ґрунту та які є типи водного режиму ґрунтів?

29. Як регулюється водний режим ґрунту?

30. Які повітряні властивості ґрунтів?

31. Як регулюють повітряний режим ґрунту?

32. Що таке тепловий режим ґрунту?

33. Які теплові властивості ґрунтів і від чого вони залежать?

34. Що таке гідротермічний коефіцієнт Іванова і які його значення для ґрунтових умов України?

## 2. РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТІВ

Найхарактернішою властивістю ґрунту як природного тіла є його родючість. Від неї залежать усі прояви життя на Землі.

У сучасній науковій літературі поширене визначення родючості ґрунту акад. В. Р. Вільямса. *Родючість ґрунту* — це здатність його безперервно й одночасно забезпечувати рослини водою та елементами живлення. Теплота і світло як необхідні для рослин умови росту розглядались ним як космічні фактори.

Отже, ґрунт, використовуючи енергію Сонця, речовини та елементи живлення з навколишнього середовища, трансформує їх у процесі складних біофізико-хімічних процесів і забезпечує рослини всім необхідним. Родючість ґрунту — результат розвитку природного ґрунотворного процесу, а при сільськогосподарському використанні — результат процесу окультурення ґрунту.

Розрізняють фактори та умови родючості ґрунту. До факторів родючості належать елементи азотного та зольного живлення рослин, вода, повітря і теплота, а до умов родючості — сукупність властивостей та режимів, комплексна взаємодія яких визначає можливість забезпечення рослин земними факторами життя і росту.

До найважливіших умов, від яких залежить родючість ґрунту, належать: температурний, водно-повітряний, поживний, фізико-хімічний, біохімічний, окислювально-відновний і сольовий режими. Параметри цих режимів визначаються кліматичними умовами, агрофізичними властивостями ґрунтів, їх гранулометричним, мінералогічним і хімічним складом, потенціальним запасом елементів живлення та вмістом їх рухомих форм, вмістом, складом і запасами гумусу, інтенсивністю мікробіологічних процесів, реакцією середовища та іншими фізико-хімічними властивостями.

Слід зазначити, що не для всіх властивостей і режимів ґрунту визначені кількісні показники відповідно до вимог сільськогосподарських рослин. Властивості та режими динамічні і дуже швидко змінюються в часі. Крім того, вимоги окремих рослин (або груп їх) до ґрунтових умов родючості бувають також неоднакові. Один і той самий ґрунт може бути родючим для одних видів рослин і малородючим для інших. У цьому виявляється відносний характер родючості ґрунту. Так, для чайних кущів сприятлива сильно-

кисла реакція, яка дуже шкідлива для бобових культур. Сосна добре росте на піщаних ґрунтах, тоді як інші хвойні породи краще ростуть на суглинистих ґрунтах.

Раніше виділяли три категорії родючості ґрунту: природну, або потенціальну; штучну, або ефективну; економічну.

*Природна родючість* визначається властивостями ґрунту, що формуються у процесі його розвитку під впливом факторів ґрунтоутворення без втручання людини.

*Штучна родючість* властива ґрунтам, що використовуються у сільськогосподарському виробництві і здатні формувати той чи інший рівень родючості. Така родючість ґрунту залежить від рівня розвитку науки і техніки, можливості оптимально використовувати природну родючість ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур.

*Економічна родючість* пов'язана з різною оцінкою ділянок ґрунтів залежно від їх розташування, віддаленості від споживачів продукції, зручності використання.

У сучасній літературі часто використовують різні синоніми для позначення категорії родючості ґрунту. У зв'язку з цим рекомендовано виділяти такі категорії родючості ґрунту:

1) природна — родючість, яку має ґрунт у природному стані без втручання людини;

2) штучна — родючість, якої набуває ґрунт в результаті впливу цілеспрямованої діяльності людини (різні види обробітку, внесення добрив, меліорація тощо);

3) потенціальна — сумарна родючість ґрунту, що визначається тими його властивостями, які набуті у процесі ґрунтоутворення та в результаті впливу діяльності людини;

4) ефективна — частина потенціальної родючості, яка реалізується у вигляді врожаю рослин за певних кліматичних і агротехнічних умов;

5) відносна — родючість ґрунту відносно певної групи або окремих видів рослин;

6) економічна — економічна оцінка ґрунту у зв'язку з його потенціальною родючістю та економічною характеристикою земельної ділянки;

7) відтворення родючості — сукупність природних ґрунтових процесів або системи цілеспрямованих меліоративних та

агротехнічних заходів для підтримання ефективної, ґрунтової родючості на рівні, що наближається до потенціальної родючості.

Відтворення родючості ґрунту — це об'єктивний закон ґрунтоутворення, для якого характерні всі форми його прояву. Якщо в ґрунтах, що знаходяться в сільськогосподарському використанні, формування родючості не досягає початкового рівня на момент освоєння цілинного ґрунту, то це свідчить про неповне відтворення родючості ґрунту. Якщо такий рівень родючості ґрунту досягається, то це свідчить про просте відтворення його родючості. Створення родючості ґрунту, вищої за початковий рівень, називається *розширенням відтворенням родючості*. При цьому відбувається одночасне збільшення як ефективної, так і потенціальної родючості ґрунту.

В умовах сільськогосподарського використання ґрунтів відтворення їх родючості відбувається під впливом природних факторів та дії людини на ґрунт.

Під впливом природних та антропогенних факторів розвивається культурний ґрунтоутворний процес. Його розвиток в умовах цілеспрямованої діяльності людини приводить до поліпшення ґрунтів і підвищення їх родючості. Якщо цей принцип порушується, то це призводить до втрати ґрунтової родючості (ерозія, засолення, втрати гумусу, руйнування структури тощо). Тому в умовах інтенсивного землеробства найважливішим завданням раціонального використання ґрунту є забезпечення розширеного відтворення ґрунтової родючості, тобто одночасне підвищення як ефективної, так і потенціальної родючості.

Спрямований розвиток культурного ґрунтоутворного процесу дає змогу розробити моделі родючості ґрунту. Це сукупність агрономічно важливих властивостей ґрунту та їх режимів, що відповідають певному рівню продуктивності рослин.

Моделі родючості ґрунту розробляють ґрунтознавці, агрономи, працівники рослинництва, меліоратори, економісти та інші представники аграрної науки, їх створюють на основі вивчення параметрів ґрунтів у системі польових дослідів з провідними культурами, вивчення та узагальнення даних про характеристику ґрунтів і врожайність сільськогосподарських культур у кращих господарствах і на сортоділянках. Моделі оптимальної родючості ґрунту і встановлені наукою і практикою шляхи їх реалізації

дають змогу вирішувати завдання з підвищення родючості ґрунтів.

Усі фактори життя для рослин рівнозначні, і жоден з них не може бути замінений іншим. З цього випливає важливий, сформульований В. Р. Вільямсом принцип, згідно з яким для підвищення родючості ґрунту та отримання високих і стійких урожаїв треба одночасно впливати на всі фактори життя і росту рослин. Реалізація цього принципу вимагає проведення різноманітних заходів для підвищення родючості ґрунтів у різних зонах України.

У зв'язку з цим важливе значення мають матеріали ґрунтово-агрохімічних досліджень: карти ґрунтів, картограми вмісту в ґрунті доступних для рослин елементів живлення — азоту, фосфору, калію; картограми кислотності, засолення, еродованості, гумусності тощо.

Розроблено широкий комплекс заходів впливу на властивості ґрунту, що забезпечує регулювання його поживного, водного, теплового, сольового режимів та реакції.

Основні прийоми підвищення ефективної родючості ґрунтів і максимального використання її природної родючості пов'язані з раціональним застосуванням органічних та мінеральних добрив, вапнуванням і гіпсуванням ґрунтів, системою обробітку, виведенням нових високоврожайних сортів культурних рослин, зрошенням та осушенням, травосіянням, створенням полезахисних лісосмуг, введенням сівозмін, боротьбою з ерозією та ін.

### **Контрольні запитання**

1. Дайте визначення поняття «родючість ґрунту».
2. Що таке фактори та умови родючості ґрунту?
3. Які є категорії родючості ґрунту?
4. Яких заходів вживають для збереження родючості ґрунтів?

### **3. ОСНОВНІ ГЕНЕТИЧНІ ТИПИ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ**

#### **3.1. Фактори і умови ґрунтоутворення**

Засновник генетичного ґрунтознавства В. В. Докучаєв поклав початок вченню про фактори ґрунтоутворення. Він уперше встановив, що ґрунт як природне тіло формується в результаті тісної взаємодії таких факторів: клімату, рослинності, ґрунотворних порід, рельєфу місцевості і віку країни (часу). Сукупна дія цих факторів у конкретних природних умовах — це комбінації екологічних умов для розвитку процесів ґрунтоутворення та утворення ґрунтів.

Наявність різних ґрунтів у природі — це результат тривалого природного розвитку основних процесів ґрунтоутворення: підзолистого, дернового (гумусово-акумулятивного), болотного (гідроморфного), солонцевого (галогенного), ферралітного та ін. Різноманітність ґрунтів пояснюється тим, що інтенсивність розвитку процесів ґрунтоутворення та їх комбінацій залежить від розвитку у часі факторів ґрунтоутворення за певних природних умов. Процеси ґрунтоутворення розвиваються одночасно і взаємообумовлено. Внаслідок процесу ґрунтоутворення в ґрунтах формуються різні генетичні горизонти залежно від природних умов, характеру ґрунотворної породи, типу рослинності, рельєфу і т. д. Різні напрями розвитку процесу ґрунтоутворення зумовлюють неоднакову будову профілю для різних типів ґрунтів.

#### **3.2. Основні закономірності розміщення ґрунтів**

Розвиток вчення про фактори ґрунтоутворення призвів до формування поняття про ґрунтові зони як основну закономірність горизонтального розміщення ґрунтів. В. В. Докучаєв дійшов висновку, що ґрунти поширені на земній кулі не випадково, а підлягають загальному закону природної широтної зональності, тобто кожній природній зоні відповідає свій «зональний» тип ґрунту. Серед усіх факторів ґрунтоутворення В. В. Докучаєв та деякі його послідовники виділяли клімат як фактор, що визначає складну і різноманітну географію ґрунтів у світі. Для кожної широтної зони виділяється нормальний, або загальний, тип ґрунту. У такій якості

приймається той тип ґрунту, що сформувався на підвищених вододілах, де ґрунтоутворення відбувається тільки за рахунок атмосферних опадів.

Вчення про широтну або горизонтальну зональність ґрунтів було створено на прикладі великих просторів Східно-Європейської і Західно-Сибірської рівнин. На їх рівнинних просторах при просуванні від берегів Північного Льодовитого океану на південь спостерігається чітко виражена послідовна зміна ґрунтових зон відповідно до зміни географічних поясів і природних зон.

Арктичному поясу відповідає зона арктичних слабкорозвинених дернових ґрунтів; в Субарктиці в межах тундрової зони виділяються тундрові глейові ґрунти і торф'яники. Південніше, в бореальному поясі, виділяється зона тайги з підзолистими, болотно-підзолистими та болотними ґрунтами, яку змінює зона змішаних лісів, де переважають дерново-підзолисті ґрунти. Далі на південь знаходиться обширний суббореальний пояс, в якому послідовно з півночі на південь змінюють одна одну такі зони: зона Лісостепу з поєднанням сірих лісових і опідзолених ґрунтів, вилугованих і типових чорноземів; зона Степу із звичайними і південними чорноземами; зона сухих Степів з каштановими, часто засоленими ґрунтами; зона напівпустель з бурими і засоленими ґрунтами, зона пустель з сіро-бурими і засоленими ґрунтами такирами, масивами розбитих і слабкозакріплених пісків. У межах субтропічного поясу виділяється послідовний ряд ґрунтових зон, які широтної закономірності не мають, а мають острівний характер розташування.

Чітка широтна зональність спостерігається на Африканському континенті, проте на великих територіях Північної і Південної Африки, на сході Австралії ґрунтові зони мають меридіональний напрям.

Явище вертикальної зональності ґрунтового покриву було відкрите та описане В. В. Докучаєвим при вивченні ним північного схилу Західного Кавказу у 80-х роках XIX ст. Він відзначив, що якщо рухатись від підосви гори вгору, то проходить зміна вертикальних ґрунтових зон подібно тому, як це відбувається на рівнинних територіях в напрямку півночі. Подальше вивчення вертикальної зональності ґрунтів показало, що в гірських областях спостерігається велика різноманітність біокліматичних умов та генетичних типів ґрунтів порівняно з рівнинами.

### **3.3. Класифікація і систематика ґрунтів**

Класифікацією ґрунтів називається об'єднання їх у групи за походженням, основними властивостями та рівнем родючості. Класифікація ґрунтів має генетико-виробничу основу.

Класифікація ґрунтів — інтегральний показник розвитку ґрунтознавства як науки і водночас інструмент для вирішення нагальних проблем раціонального та науково-обґрунтованого землекористування (Тараріко, 2001).

Класифікаційна проблема у ґрунтознавстві є найактуальнішою і найважчою. У міру нагромадження нових фактів переглядають та уточнюють раніше створені класифікаційні системи.

Перша наукова класифікація ґрунтів за їх походженням була розроблена В. В. Докучаєвим. За основну класифікаційну одиницю він узяв генетичний тип ґрунту, тобто групу ґрунтів з подібними фізико-хімічними властивостями та зовнішньою будовою, що сформувалися в однакових умовах клімату, рослинності, ґрунотоворних порід та рельєфу місцевості. Генетичний тип ґрунтів відповідає певній географічній зоні.

Класифікаційну систему В. В. Докучаєва дещо змінив і доповнив М. М. Сибірцев. У межах генетичного типу ґрунту він виділив підтипи та інші таксономічні одиниці нижчого рангу.

Проблема генетичної класифікації розвивалась і уточнювалась багатьма видатними вченими-ґрунтознавцями: П. С. Коссовичем, К. Д. Глінкою, С. С. Неуструєвим, К. К. Гедройцем, Є. М. Івановою та М. М. Розовим, І. П. Герасимовим, Г. В. Добровольським. Питанням класифікації ґрунтів України у різні часи займалися А. І. Набоких, М. П. Фролов, Г. Г. Махов, К. С. Божко, І. Й. Канівець, Н. Б. Вернандер, О. Н. Соколовський, М. І. Полупан, В. І. Канівець, Д. Г. Тихоненко. Кожна класифікація відрізнялась певною особливістю вирішення цієї проблеми. У зв'язку з цим класифікації ґрунтів можна згрупувати так: еколого-генетичні, факторно-генетичні, морфогенетичні, еволюційно-генетичні та історико-генетичні.

У колишньому СРСР, незважаючи на єдність науково-теоретичних основ і методичних підходів на принципах генетичного ґрунтознавства, існували розбіжності між окремими республіками в розробці класифікаційної проблеми.

В новому варіанті Класифікації ґрунтів Росії (2000 р.) ідентифікація ґрунтів реалізується через будову профілю ґрунту як системи генетичних типодіагностичних горизонтів і власне ґрунтових характеристик. Можна стверджувати, що в ній реалізовані екологічний, морфологічний і еволюційний підходи. Враховані також ті властивості ґрунтів, яких вони набули в результаті господарської діяльності людини, тобто антропогенного фактора. В сучасних умовах вплив останнього набув такого масштабу, що дозволяє говорити про формування нового генетичного профілю орних ґрунтів — агроземів (Тихоненко, 2001).

Агрозем — тип ґрунту, що формується при розорюванні та окультурюванні ґрунтів в різних ландшафтних (природних) зонах під впливом антропогенного процесу ґрунтоутворення.

Класифікація ґрунтується на суворо науковій системі таксономічних одиниць.

Основною таксономічною одиницею сучасної класифікації ґрунтів є генетичний тип, встановлений ще В. В. Докучаєвим. Характерні ознаки генетичного типу визначаються: однотипністю надходження органічних речовин і процесів їх перетворення (розкладання); однотипним комплексом процесів розкладання мінеральної маси і синтезу мінеральних та органо-мінеральних новоутворень; однотипним характером міграції та акумуляції речовин; однотипною будовою ґрунтового профілю; однотипністю заходів для підвищення і підтримання родючості ґрунтів.

Нижче генетичного типу передбачені такі таксономічні одиниці: підтипи, роди, види, різновиди і розряди ґрунтів. Уся ця низхідна ланка одиниць класифікації називається *систематикою ґрунтів*.

*Підтипи ґрунтів* виділяють у межах типу. Це група ґрунтів, що якісно відрізняються за проявом основного та допоміжного процесів ґрунтоутворення. Підтипи відповідають певній стадії ґрунтоутворення.

*Роди* об'єднують групи ґрунтів у межах типу. Вони визначаються впливом комплексу місцевих умов на процеси ґрунтоутворення. Це, насамперед, склад ґрунтоутворних порід та хімізм ґрунтових вод.

*Види* виділяються у межах роду і відрізняються ступенями розвитку ґрунтоутворних процесів — підзолистістю, гумусованістю, засоленістю тощо.

*Різновиди ґрунту* визначаються за гранулометричним складом верхніх горизонтів та ґрунотворних порід.

*Розряди* зумовлюються генетичними властивостями ґрунотворних порід — морена, водно-льодовикові відклади тощо.

В Україні запропонована класифікація ґрунтів генетично-субстантивного типу. Вона включає такі таксономічні одиниці: тип — підтип — рід — вид — варіант — літологічна серія.

Основною опорною таксономічною одиницею є тип ґрунту. В загальному аспекті кожний тип ґрунту діагностується в польових за якісним складом генетичних горизонтів і уточнюється визначеними параметрами інтенсивності профільного гумусонагромадження. Його відображенням є показники: коефіцієнт профільного накопичення гумусу (КПНГ) і коефіцієнт профільного вмісту гумусу (КПВГ). Перший являє собою співвідношення між вмістом гумусу в профілі та кількістю фізичної глини в ньому, другий — вміст гумусу при визначеній грубизні профілю: КПНГ множиться на грубизну профілю в см. Ці показники за своєю суттю практично однакові, але вони доповнюють один одного. КПВГ більш якісно і кількісно віддзеркалює генетичні особливості органопрофілю і в цілому типологічну належність ґрунту.

В основу підтипової характеристики ґрунту покладені підзональні морфолого-генетичні особливості профілю при польовій діагностиці та інтенсивність гумусонагромадження у верхньому шарі 0–30 см через показник КПВГ.

В основі диференціації ґрунтів на рівні роду лежить гранулометричний склад, що обумовлює інтенсивність нагромадження гумусу в ґрунті.

Вид ґрунту визначається параметрами грубизни гумусового профілю (від мілкого — < 25 см, до найглибшого — > 145 см). На видовому рівні ґрунти також розподіляються за ступенем солонцюватості, засоленості, щебнистості і кам'янистості за відповідними кількісними показниками.

Варіанти відображають зміни властивостей ґрунтів в результаті їх використання в культурі землеробства. Окремо виділяються цілинні та освоєні: модальні, окультурені, еродовані, вторинно осолонцювані, плантажовані, осушені, вторинно гідроморфні, тощо.

Ґрунтоутворювальна порода виділяється на рівні літогранулометричної серії.

Запропонована класифікаційна типологія ґрунтів на основі відповідності параметрів їх властивостей і умов формування на основі генетичного аналізу досить повно характеризує агропромислові якості, що дає можливість різнопланового її використання.

В Україні виділено 23 типи зональних ґрунтів і 13 типів азональних (поширених в різних зонах) ґрунтів.

### **3.4. Номенклатура ґрунтів**

Номенклатура ґрунтів — це назва ґрунтів залежно від їх властивостей та місця у класифікації.

В. В. Докучаєв і М. М. Сибірцев створили наукову генетичну номенклатуру ґрунтів. За основу, враховуючи характерні властивості верхніх горизонтів ґрунту, вони взяли російські народні назви. Так появились терміни для генетичних типів: підзол, сірі лісові ґрунти, чорнозем, бурі ґрунти, сіроземи, жовтоземи, каштанові та коричневі ґрунти і т.д.

Частина типів ґрунту була названа за місцем їхнього розвішування в ландшафті та в просторі: болотні, лучні, тундрові, арктичні. Для номенклатури ґрунтів застосовують терміни, що визначають характерні властивості ґрунту: солончак, солонець, солодь, торф'яно-глейовий ґрунт тощо.

У кожному генетичному типі виділяють «центральный» підтип, для назви якого використовують терміни «типовий» або «звичайний». Для кількісної характеристики властивостей окремих видів ґрунту використовують терміни мало-, середньо-, багато- або слабо-, середньо-, сильно-. Повна назва ґрунту починається з назви типу, далі називають підтип, рід, вид, різновид, розряд. Наприклад, чорнозем (тип), типовий (підтип), солонцюватий (рід), мало-гумусний глибокий (вид), середньосуглинковий (різновид), на лесовидному середньому суглинку (розряд).

Система номенклатури ґрунтів в Україні зберегла народну основу і ґрунтується на державній мові і постійно збагачується новими термінами. Сучасна вітчизняна номенклатура ґрунтів дає змогу з повної назви ґрунту дістати інформацію про його основні властивості.

Нова номенклатура ґрунтів у США багатоступенева і побудована за принципом словоутворення назви ґрунту з греко-латинських коренів (запропонована в середині 50-х років XX ст.).

### **3.5. Ґрунтово-географічне і агроґрунтове районування України**

Закономірності географічного поширення ґрунтів в Україні визначаються різноманітними природними умовами її території. Територія України розташована на південному сході Європи. Протяжність її із заходу на схід 1316 км, з півночі на південь — 893 км. Загальна площа — 60,4 млн га.

Із фізико-географічних позицій територія України поділяється на зони: Полісся, Лісостеп, Степ, сухий Степ, Карпатська та Кримська гірські області.

Сільськогосподарські угіддя станом на 1.01.2000 р. займали 42,4 млн га, що становить 70,3% загальної площі України. З них під ріллею знаходилося більша частина території (56,9%). Найбільша розораність території в зонах Лісостепу і Степу (82–86%), найменша — в гірських областях.

Рівнинні території займають 95% усієї площі України, при цьому низовини становлять 70%, а височини — 25%. Велику площу займають Поліська, Придніпровська та Причорноморська низовини. Найбільші за площею височини знаходяться на заході України — Волинська і Подільська, в центрі — Придніпровська, на південному сході — Приазовська, на сході — Донецька, на північному сході знаходяться відроги Середньоросійської, а на південному заході — Бессарабської височини.

Чергування низовин і височин, їх висот, різноманітних ґрунотворних порід, гідрогеологічних і гідротермічних умов, рослинності зумовило строкатий ґрунтовий покрив України. На рівнинних просторах добре виражена широтна зональність ґрунтового покриву, а в гірських областях — вертикальна поясність.

Детальне знання про ґрунтовий покрив та агровиробничу характеристику ґрунтів кожного земельного виділу дає агроґрунтове районування території України. Воно дає змогу планувати різні заходи хімізації та меліорації, застосувати способи обробітку ґрунту та ґрунтозахисні прийоми відповідно до природних умов і особливостей кожного району. Основною одиницею агроґрунтового районування є природно-сільськогосподарський район — частина території ґрунтового округу, що відрізняється більш-менш одноманітним ґрунтовим покривом, який зумовлює

однотипний характер заходів щодо відновлення і підвищення ефективності родючості ґрунтів. Природно-сільськогосподарські райони послідовно об'єднують у більші одиниці: провінції, зони, ґрунтово-біокліматичні області і пояси (для рівнинних територій), гірські висотні пояси, вертикальні зони, кліматичні та гірські (для гірських країн) провінції.

Згідно з першим агроґрунтовим районуванням 1951 р., в Україні було виділено 28 агроґрунтових районів. Пізніше (1969 р.) на основі узагальнення матеріалів великомасштабного обстеження ґрунтів колгоспів і радгоспів України було виділено 158 агроґрунтових районів та підрайонів.

Природно-сільськогосподарське районування України 1985 р. (що є за своєю сутністю агроґрунтовим) призвело до виділення 198 природно-сільськогосподарських районів. Кожен район є первинною одиницею поділу природного середовища в межах окремої адміністративної області. Природно-сільськогосподарський район надає можливість для наукової розробки в його межах агровиробничих класифікацій ґрунтів і земель, вивчення динаміки основних властивостей ґрунтів у часі, розробки схем раціонального використання земельних ресурсів.

#### **Контрольні запитання**

1. Які є фактори ґрунтоутворення за В. В. Докучаєвим?
2. Основні закономірності розміщення ґрунтів.
3. Що таке класифікація ґрунтів?
4. Які є таксономічні одиниці класифікації ґрунтів?
5. Що таке номенклатура ґрунтів?
6. Яке ґрунтово-географічне районування території України?

## **4. ҐРУНТИ УКРАЇНСЬКОГО ПОЛІССЯ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

Північна частина України знаходиться в межах Поліської низовини, яка належить до зони змішаних лісів. Із заходу на схід Полісся простягається більш ніж на 750 км, а з півночі на південь — на 180 км. Загальна площа зони становить близько 11,4 млн га, тобто майже 19% території України.

До Українського Полісся входять майже вся Волинська, Рівненська, Житомирська і Чернігівська області, північні райони Львівської, Тернопільської, Київської і Сумської областей. Південна межа Полісся з Лісостепом проходить по лінії Володимир-Волинський — Луцьк — Новоград-Волинський — Острог — Шепетівка — Полонне — Житомир — Васильків — Київ — Бровари — Ніжин — Борзна — Путивль — Кролевець. Ця межа чітко виявляється за рельєфом, просторовою зміною четвертинних відкладів, ґрунтів та рослинності. На заході межа має вигляд пологого уступу висотою кілька метрів. Крім того, по давніх і сучасних річкових долинах поліські ландшафти проникають на південь, заглиблюючись у зону Лісостепу.

Найбільшим відгалуженням від основної частини Полісся є так зване Мале Полісся, що простягається від Шепетівки до Рави-Руської і з півночі та півдня обмежене лісостеповими ландшафтами. Найменш чітко межа Полісся виявляється на лівобережжі Дніпра, де ландшафти Поліської низовини на широких терасах поступово переходять у ландшафти Придніпровської низовини.

Рельєф Полісся утворився під безпосередньою дією льодовиків і їх талих вод. Більшу частину території зони займає Поліська низовина з давніми і сучасними долинами численних рік, у більшості заплав яких є багато заливних лук і озер. Глибина річкових долин збільшується з півночі на південь, вони мають, як правило, дві-три заплавні тераси.

В центальному і західному Поліссі макрорельєф виражений слабо, проте добре виражений мезорельєф. Його складають зандрові (піщані), моренно-зандрові і моренні рівнини. Мікрорельєф виражений у вигляді різних за формою неглибоких понижень.

Лівобережне Полісся — це давні тераси рік Дніпра та Десни. Рельєф цієї території слабкохвилястий з густою сіткою рік, з окремими підвищеннями і виступами корінного плато.

Клімат Полісся помірно-континентальний, з теплим і вологим літом і м'якою зимою. За рік випадає 570–650 мм опадів, причому більшість (близько 70%) у період з квітня по жовтень. Перевищення суми опадів за рік над кількістю вологи, що випаровується, створює промивний та періодичнопромивний тип водного режиму на підвищених елементах рельєфу та призводить до заболочування понижених ділянок.

У доісторичний період 85% території Полісся займали змішані хвойно-широколистяні ліси. На безлісних ділянках була природна трав'яниста та болотна рослинність. Зміна рослинних формацій внаслідок діяльності людини призвела до зміни напряду процесів ґрунтоутворення. Нині під лісом зайнято лише 30% території. В цій зоні зосереджено до 50% заболочених земель.

Внаслідок осушення, проведеного на великих площах Полісся, відбулися значні зміни його ландшафту: понизився рівень підґрунтових вод, посилились елювіальні процеси, змінився баланс вологи в ґрунтах. У зв'язку з цим змінилися умови ґрунтоутворення.

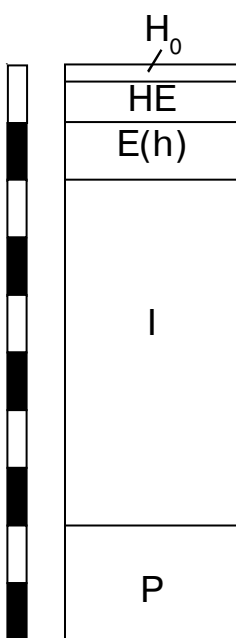
Основними ґрунотворними породами на Поліссі є водно-льодовикові, льодовикові та алювіальні відклади. У деяких місцях є невеликі островці лесових відкладів. Як правило, вони мають легкий гранулометричний склад — піщані, супіщані, піщано-легкосуглинкові, та легкосуглинкові. Строкатість ґрунотворних порід, часті зміни гідрологічного режиму зумовлюють складний ґрунтовий покрив Полісся.

У створенні ґрунтового покриву Полісся беруть участь три типи ґрунтоутворення: підзолистий, дерновий і болотний. Їх розвиток відбувається під впливом відповідних рослинних формацій: дерев'янистої, трав'янистої, лучної і болотної.

На підвищених елементах рельєфу поєднання підзолистого і дернового процесів привело до формування *дерново-підзолистих* ґрунтів різного ступеня підзолистості, оглеєння та гранулометричного складу. Сформувались дерново-підзолисті ґрунти під лісовою рослинністю на водно-льодовикових, моренних, лесовидних та алювіальних відкладах. Це зональні ґрунти Полісся (близько 66% загальної території).

Залежно від ступеня розвитку і прояву дернового та підзолистого процесів дерново-підзолисті ґрунти (рис. 3) поділяють на *дерново-слабопідзолисті*, *дерново-середньопідзолисті* та *дерново-сильнопідзолисті*.

Потужність елювіального горизонту характеризує ступінь розвитку підзолистого процесу. В дерново-слабопідзолистих ґрунтах для цього горизонту характерна біляста плямистість або наявність прошарків. Оскільки процес нагромадження гумусу переважає над підзолистим процесом, то потужність гумусово-елювіального горизонту більша, ніж потужність елювіального. У дерново-середньопідзолистих їх потужність однакова, а в дерново-підзолистих перевага підзолистого процесу призводить до зменшення потужності гумусово-елювіального горизонту і збільшення елювіального.



$H_0(A_0)$  — лісова підстилка різної товщини (0–3–5 см), на орних землях цього горизонту немає;

$HE(A_1)$  — гумусово-елювіальний горизонт (6–18–20 см). Сірий, супіщаний, слабо-структурний. У ньому зосереджений основний запас гумусу;

$E(h)(A_2)$  — елювіальний горизонт (21–40 см), ясно-забарвлений від великої кількості крем'янки. Це горизонт, у якому найбільш виражений підзолистий процес. Добре промитий і збіднілий на поживні речовини. Переважно безструктурний;

$I(B)$  — ілювіальний горизонт (41–120 см) має добре виражені скупчення колоїдних речовин: гідратів, оксидів заліза та алюмінію, гумусових речовин та інших сполук. Усі ці речовини надають горизонту строкатості: на загальному червонувато-бурому фоні трапляються прошарки грубозернистого світлозабарвленого (відмитого від плівок заліза) піску. Горизонт ущільнений, іноді не пропускає навіть води;

$P(C)$  — ґрунотворна порода різного походження та потужності (121–200 см). При постійному або тимчасовому надмірному зволоженні є ознаки повного або часткового оглеєння у вигляді сизих і іржавих плям та разводів.

Рис. 3. Будова профілю дерново-підзолистого ґрунту

Дерново-підзолисті глеюваті ґрунти формуються на слабкoderенованих вододілах або в пониженнях із слабким стоком води. Якщо процес оглеєння зумовлений застоюванням атмосферних опадів на поверхні ґрунту, то формуються дерново-підзолисті поверхнево оглеєні ґрунти.

Дерново-підзолисті ґрунти Полісся мають переважно легкий гранулометричний склад: це піщані, глинисто-піщані та супіщані ґрунти, у яких кількість мулуватих часточок відповідно становить 2%, 2–5, 5–15%. Від гранулометричного складу ґрунтів залежать їх фізичні властивості. Щільність складення орного шару дерново-підзолистих ґрунтів вища за оптимальну і становить від 1,40 до 1,55 г/см<sup>3</sup>. Такі ґрунти мають низьку вологоємність, підвищену водопроникність і дуже низьку гігроскопічність.

Для дерново-підзолистих ґрунтів Полісся характерна низька ємність катіонного обміну (1,5–8,5 мг-екв/100 г). Вони бідні на кальцій, магній та поживні речовини. Реакція ґрунтового розчину кисла: рН сольової витяжки — 4,2–5,6, гідролітична кислотність — 1,5–3,5 мг-екв на 100 г ґрунту.

Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються низьким вмістом гумусу (0,4–2,5%), який знаходиться переважно в гумусово-елювіальному горизонті. В елювіальному горизонті його кількість різко зменшується (до 0,2–0,4%). У складі гумусу вміст фульвокислот переважає над вмістом гумінових кислот. Запаси поживних речовин у дерново-підзолистих ґрунтах дуже низькі: азоту — 0,05–0,08, фосфору — 0,04–0,09 і калію — 1,0–1,5% від сухої маси ґрунту. Ці ґрунти дуже бідні на мікроелементи. Так, 1 кг сухого ґрунту містить, мг: кобальту — 2, мангану — 98, цинку — 29, бору — 4.

**Дернові** ґрунти поширені серед дерново-підзолистих ґрунтів. Від загальної площі орних земель Полісся вони становлять 7%. Дернові ґрунти трапляються на ділянках, де є карбонатні ґрунтотворні породи, — вапняки, крейдові відклади, мергелі, окарбоначені суглинки. Вони мають добре виражений гумусовий горизонт (10–30 см), високу насиченість кальцієм і магнієм, нейтральну або слабкокислу реакцію гумусового горизонту, значний вміст перегною (3–5% і більше), досить міцну грудкувату структуру, високу природну родючість.

*Будова профілю дернового ґрунту:* гумусовий (Н) і перехідний (НРк) горизонти, ґрунтотворна порода (Рк). Якщо дернові ґрунти

формується в місцях близького залягання підґрунтових вод, то перехідний горизонт та ґрунотворна порода можуть бути оглеєними (*HPgl*, *Pgl*).

**Лучні** ґрунти утворилися на пониженнях рельєфу і в заплавах рік. Від дернових вони відрізняються глибшим гумусованим профілем (до 70 см) і дещо більшим вмістом гумусу (до 5%). Ґрунотворними породами є алювіальні, делювіальні та льодовикові відклади. У зв'язку з неглибоким заляганням підґрунтових вод нижня частина профілю лучних ґрунтів оглеєна. Частка їх у загальній площі орних земель зони становить 2%.

**Будова профілю лучного ґрунту:** гумусовий дернинний горизонт (*Hd*), гумусовий (*H*), перехідний (*HP*), нижній перехідний оглеєний (*Phgl*), оглеєна ґрунотворна порода (*Pgl*). Гумусовий дернинний горизонт, як правило, добре оструктурений. При формуванні лучного ґрунту на карбонатних делювіальних відкладах профіль може бути окарбоначений.

**Болотні** ґрунти формуються в умовах надмірного зволоження, під впливом болотного процесу ґрунтоутворення, характерною ознакою якого є оглеєння і торфоутворення. Останнє пов'язано з тим, що на заболочених територіях в умовах достатньої кількості вологи внаслідок значного приросту різних трав відбувається нагромадження великої маси органічних речовин. Надмірне зволоження поверхні ґрунту перешкоджає вільному доступу повітря в ґрунт, що сприяє розвитку анаеробних процесів при розкладанні органічної маси. Уся ця органічна маса не встигає розкладатися мікроорганізмами, з року в рік її нагромаджується все більше і більше у вигляді бурого торфу. Цей тип ґрунтоутворення зумовлюється різним розвитком болотного процесу. Для кожної фази характерні свої рослинні формації, які змінюють одна одну залежно від зміни умов життєдіяльності рослин та наявності анаеробних мікроорганізмів.

Болотні ґрунти залежно від походження, ботанічного складу рослин болота, з яких утворюється торф, рельєфу місцевості та інших ознак поділяють на три основних типи; 1) низинні — осоково-очеретяні, зеленомохові (гіпнові) і вільхові; 2) перехідні — осоково-сфагнові і гіпнові; 3) верхові (мохові) — сфагнові із сосною, пухівково-сфагнові, багново-сфагнові болота.

В Україні найпоширеніші низинні болота, тоді як верхові і перехідні займають порівняно невеликі площі в західному Поліссі (басейн р. Прип'ять) та в зоні Карпат.

За ступенем розвитку торф'яного (органогенного) горизонту розрізняють такі види: мулувато-глейові, торф'янисто-глейові, торф'яно-глейові і торф'яники. Розрізняють також болотні ґрунти на піщаних і супіщаних, суглинистих і глинистих породах, лучних мергелях і вапняках.

**Мулувато-глейові** ґрунти суцільного шару торфу не мають. На поверхні їх залягає тільки гумусовий оторфований горизонт ( $H_{gl}$ ). У ньому на фоні мінеральної маси зустрічаються напіврозкладені і нерозкладені рештки болотної рослинності. Горизонт має потужність від 15 до 45 см, темно-сірий, майже чорний, мокрий, в'язкий, поступово переходить у сизо-сіру з вохристо-іржавими плямами породи ( $P_{gl}$ ).

**Торф'янисто і торф'яно-глейові** ґрунти мають такий самий профіль, як і мулувато-глейові, однак на поверхні їх залягає шар торфу (Т) потужністю до 30 см у торф'янисто-глейових і від 30 до 50 см у торф'яно-глейових ґрунтах. Нижче залягає глейовий горизонт, який у верхній частині може бути слабогумусованим, утворюючи горизонт  $Ph_{gl}$ .

На Поліссі найбільш поширені **торф'яники низинні**. Перехідні і верхові торф'яники зустрічаються дуже рідко (всього 5% від площі всіх болотних ґрунтів). За потужністю торф'яного шару торф'яники поділяють на неглибокі (50–100 см), середньоглибокі (100–200 см), глибокі (200–400 см) і дуже глибокі (понад 400 см).

У профілі торф'яного ґрунту залежно від ступеня розкладання і ботанічного складу виділяють шари  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  і т. д., а в сильно розкладених і гуміфікованих —  $T_1H$ ,  $T_2H$  і т. д. Добре розкладений торф — це темна землиста аморфна маса, що складається з перегнійних речовин і рослинного матеріалу, що втратив клітинну будову.

Торф'яники бувають слабо- і середньорозкладені. Слабкорозкладений торф має ступінь розкладання не більш як 20%, середньорозкладений — 20–30, добре розкладений (гуміфікований) — 30–50, перегнійний — понад 50%, середньорозкладений — 20–30, добре розкладений (гуміфікований) — 30–50, перегнійний — понад 50%.

Особливістю добре розкладених торфів є їхня зольність, що пов'язано з характером їх водно-мінерального живлення. За кількістю золи торф'яники поділяють на мало- і середньозольні (до 20%), багатозольні (20–50%), мулувато-торф'яні (50–80%) і мінерально-болотні (понад 80%).

Заболочування може розвиватись під впливом як прісних і слабкомінералізованих вод, так і вод, що містять значну кількість солей:  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  та ін. При цьому утворюються солончаки і солончакові болотні ґрунти, збагачені легкорозчинними солями натрію.

Ґрунти низинних боліт можуть мати слабкокислу, нейтральну і лужну реакцію ґрунтового розчину ( $\text{pH} = 5 \dots 8$ ), Вони мають високу ємність поглинання, відносно високу насиченість кальцієм і магнієм, містять значні запаси азоту, дещо менше фосфору при невеликій кількості калію. Сполуки кальцію і магнію переважають над сполуками заліза та алюмінію.

Торф'яні ґрунти за основними властивостями відрізняються від мінеральних ґрунтів. Щільність складення їх у 2,5–10 разів менша, ніж мінеральних, у них значно більше продуктивної вологи, незважаючи на велику кількість недоступної вологи.

Осушення і розорювання торф'яників сильно змінюють напрям ґрунотворного процесу, їх склад і властивості. Так, замість нагромадження торфу відбувається його розкладання, окислювальні процеси переважають над відновлювальними, внаслідок чого верхній горизонт розкладається і поступово перетворюється на перегнійно-торф'яний. Крім того, змінюються агрохімічні та біологічні властивості торф'яних ґрунтів.

На Поліссі, крім названих вище ґрунтів, трапляються сірі лісові, опідзолені ґрунти: темно-сірі і чорноземи опідзолені. Вони утворились там, де ґрунотворною породою є лес. Оскільки головний ареал їх поширення — зона Лісостепу, то характеристика їх буде подана далі. Отже, для Полісся характерний строкатий ґрунтовий покрив.

Істотним недоліком ґрунтів Полісся є кисла реакція ґрунтового розчину (площа кислих ґрунтів з  $\text{pH} < 5$  становить 34%) і недостатній вміст поживних речовин, що зумовлено низьким запасом гумусу в орному шарі ґрунту (менше 100–200 т/га). У прямо пропорційній залежності від запасу гумусу знаходиться вміст

загального азоту. У зв'язку з легким гранулометричним складом і періодично промивним типом водного режиму ґрунти Полісся втрачають рухомі форми азоту.

У ґрунтах Полісся вміст рухомих сполук фосфору низький. Лише 13% площі орних земель займають ґрунти з підвищеною і високою забезпеченістю фосфором. Вміст фосфору залежить від гранулометричного складу ґрунтів.

Забезпеченість калієм ґрунтів Полісся залежить від кількості у них мулу. Підвищений і високий вміст рухомого калію спостерігається на 10,8% площі орних земель, середній — на 27,8 і низький — на 61,3%. Вміст мікроелементів у ґрунтах цієї зони низький.

Орні землі на Поліссі займають 45,4% усієї земельної площі. Значна частина зони зайнята лісами, чагарниками та болотами. Ліси займають 30% території, а площа заболочених земель становить половину площі лісових угідь в Україні. В західних районах зони понад 70% площі земель мають надлишкову кислотність, а в інших районах зони — більше половини.

Внаслідок вапнування кислих ґрунтів частково нейтралізується кислотність ґрунту, поліпшуються умови живлення рослин та підвищується ефективність використання органічних і мінеральних добрив. При добре поставленій хімічній меліорації ґрунтів відбувається трансформація земель у напрямі збільшення площ слабкокислих ґрунтів за рахунок зменшення площ середньо- та сильнокислих.

Одним із заходів підвищення родючості ґрунтів на Поліссі є періодичне поглиблення орного шару, що часто співпадає з потужністю гумусово-елювіального горизонту. При цьому вносять органічні добрива або приорюють сидеральні культури (люпин або сераделу).

Внесення органічних і мінеральних добрив на бідних ґрунтах Полісся має велике значення для підвищення їх родючості. Найбільш дефіцитним елементом живлення рослин на поліських ґрунтах є азот, потім фосфор і калій. Велике значення має застосування борних, мідних та інших мікро- і бактеріальних добрив.

У сівозмінах органічні добрива вносять через кожні 3–4 роки під найбільш інтенсивні і вимогливі до умов живлення культури — просапні, озимі, зернові.

Болотні ґрунти Полісся використовують тільки після їх осушення, причому найефективніше використовувати ці ґрунти можна при двосторонньому регулюванні водно-повітряного режиму.

### **Контрольні запитання**

1. Де розташована зона Полісся України?
2. Які природні умови ґрунтоутворення на Поліссі?
3. Які ґрунти зустрічаються в зоні Полісся?
4. Чим характеризується розвиток підзолистого процесу?
5. Як розвивається дерновий процес?
6. Як використовуються дерново-підзолисті ґрунти?
7. Як використовуються болотні ґрунти Полісся?

## **5. СІРІ ЛІСОВІ І ОПІДЗОЛЕНІ ҐРУНТИ ЛІСОСТЕПУ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ**

Зона Лісостепу простягається суцільною смугою від Карпат на заході до кордонів з Росією на сході. Довжина цієї зони 1300 км, а ширина (з півночі на південь) — від 250 до 350 км. За площею вона становить 33,6% території України, сільськогосподарські угіддя займають 35% загальної площі України.

Велика протяжність лісостепової зони визначає і різноманітність її природних умов. Клімат характеризується теплим літом і помірно холодною зимою. Континентальність клімату нарастає з заходу на схід. Середньорічна кількість опадів на заході близько 700 мм, на сході зменшується до 430 мм. Різко зменшується також тривалість безморозного періоду — до 250 діб на заході і до 180 діб на сході.

Рельєф зони Лісостепу України досить різноманітний. Здебільшого це водно-ерозійний хвилястий рельєф: поверхня дуже розчленована глибокими ярами, балками, річковими долинами. Такий тип рельєфу добре виражений у районах Волино-Подільської, Придніпровської та на відрогах Середньо-російської височини. На просторах Лівобережної Придніпровської низовини і на широких вододілах, а також в інших районах зони добре виражений мікрорельєф у вигляді западин (блюдець) діаметром від 5 до 50–70 м.

Найпоширенішими ґрунтотворними породами у зоні Лісостепу є леси та лесовидні суглинки, їх характерна особливість — карбонатність, яка істотно впливає на ґрунтотворний процес. Гранулометричний склад цих порід змінюється від легких до важких у південному і південно-східному напрямках.

В історичному минулому природна рослинність лісостепової зони характеризувалась чергуванням лісових масивів з лучними степами. Значні площі Правобережної України в минулому були покриті широколистяними лісами з переважанням граба і дуба. Лучно-стєпова рослинність займала низовинні території і ті райони широких вододілів, де відносно близько до поверхні знаходились підґрунтові води. Цей район України є колискою трипільської землеробської культури (VII–III ст. до н.е.).

Сучасний ґрунтовий покрив Лісостепу чітко відображує вплив природної рослинності на процес ґрунтоутворення: в районах, де були і нині є широколистяні ліси, сформувались сірі лісові ґрунти; там, де була поширена лучно-степова рослинність, сформувались чорноземи типові і вилуговані і, нарешті, на тих ділянках, де тривалий час відбувалася зміна лісової рослинності на лучно-степову або навпаки, сформувались темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені.

Під покривом широколистяних лісів сірі лісові ґрунти формувались при поєднанні двох процесів ґрунтоутворення: опідзолення («м'яка» форма підзолистого процесу) і дернового. Якщо переважав перший процес, то утворювались ясно-сірі і сірі лісові ґрунти, а якщо другий, — то темно-сірі опідзолені ґрунти.

**Ясно-сірі** і сірі лісові ґрунти не мають ознак ґрунтоутворення, характерних для чорноземів. Будова їх профілю більше подібна до будови профілю дерново-підзолистих ґрунтів. У них добре виражений процес опідзолення, а тому у профілі чітко спостерігається елювіально-ілювіальний тип розподілу речовин. Вміст гумусу в ясно-сірих і сірих лісових ґрунтах вищий, ніж у дерново-підзолистих. Кількість його залежить від характеру рослинності і надходження в ґрунт органічних решток, а також від гранулометричного складу.

Ясно-сірі лісові ґрунти (рис. 4) більше подібні до ґрунтів підзолистого типу ґрунтоутворення, їх профіль чітко поділяється на генетичні горизонти.

Залягають ясно-сірі лісові ґрунти, як правило, на найбільш підвищених елементах рельєфу. Вони мають переважно супіщаний та легкосуглинковий гранулометричний склад. Структурні агрегати неміцні, а тому під дією атмосферних опадів поверхня ґрунтів запливає, що утруднює їх обробіток. Запас вологи в метровому шарі ґрунту за сприятливих умов досягає 150–190 мм.

Ясно-сірі лісові ґрунти не насичені основами (Ca і Mg), мають значну кислотність, бідні на поживні речовини. Особливо мало в них азоту. Завдяки кислій реакції ґрунтового розчину фосфор більш рухомий порівняно з карбонатними ґрунтами. Забезпеченість калієм низька або середня. Проте, незважаючи на деякі незадовільні властивості ясно-сірих лісових ґрунтів, вони при регулярному вапнуванні та систематичному внесенні науково



Рис. 4. Будова профілю ясно-сірого лісового ґрунту

обґрунтованих доз мінеральних та органічних добрив, правильному веденні сівозмін дають достатньо високі та стійкі врожаї сільськогосподарських культур.

**Сірі лісові** ґрунти (рис. 5) займають проміжне положення між ясно-сірими лісовими та темно-сірими опідзоленими ґрунтами. Порівняно із світло-сірими ґрунтами у них більш послаблений підзолистий процес, але розвиток дернового процесу ще такий, що не сприяє значному нагромадженню гумусу.

Значні площі сірих лісових ґрунтів розорані, тому в них виділяється горизонт *HEa*. Порівняно з цілинними ґрунтами цей

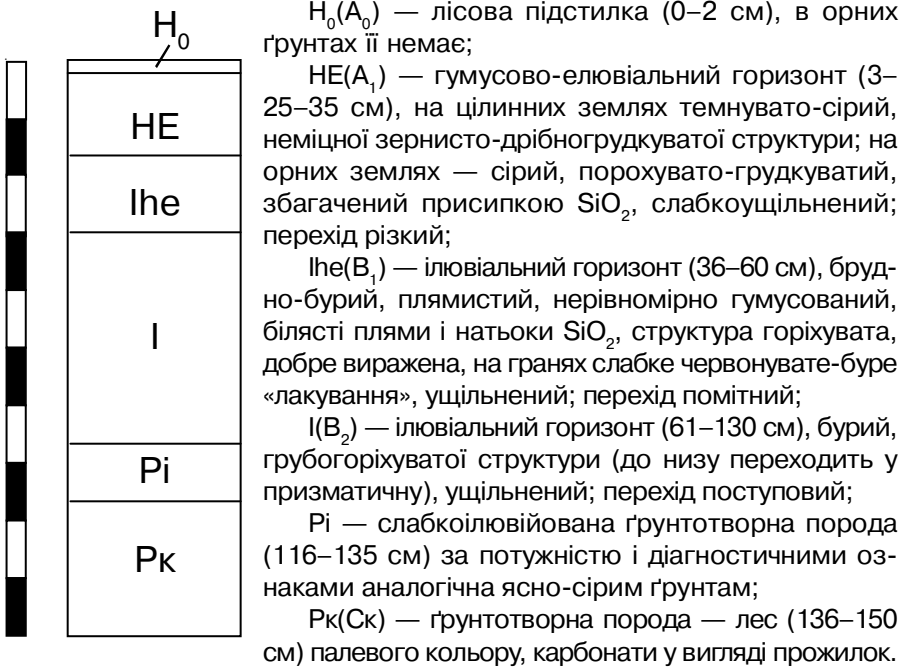


Рис. 5. Будова профілю сірого лісового ґрунту

горизонт дещо ущільнений і має грудкувато-пиловату структуру. Гранулометричний склад сірих ґрунтів — від супіщаного до суглинкового, вміст продуктивної води — від 165 до 200 мм. Вміст гумусу в орному шарі коливається від 1,5 до 3%, а в цілинних — 4–6%.

Загальний рівень родючості сірих лісових ґрунтів вищий, ніж ясно-сірих, однак рівень забезпеченості ґрунту поживними речовинами середній або нижче середнього. Це пов'язано з тим, що сірі лісові ґрунти мають кислотність і ступінь насичення ґрунту основами від 75 до 90%. Тому вони потребують проведення тих самих заходів для підвищення родючості, що й ясно-сірі лісові ґрунти.

Ясно-сірі та сірі лісові ґрунти займають у Лісостепу 1635,6 тис. га, або 12,4% площі орних земель. Зустрічаються вони також на лесових островах Полісся. Загальна кількість балів бонітету ясно-сірих лісових ґрунтів становить 30–36, а сірих лісових ґрунтів — 34–48.

**Темно-сірі опідзолені** ґрунти (рис. 6) поширені в Лісостепу нерівномірно, найбільші їх масиви знаходяться південніше областей поширення ясно-сірих і сірих лісових ґрунтів. Загальна їх площа 1192 тис. га.

Вчені вважають, що в своєму розвитку темно-сірі опідзолені ґрунти пройшли дві фази: спочатку степову (дерновий процес ґрунтоутворення), потім лісову (процес опідзолення). Ознаки опідзолення виражені слабо, а процеси нагромадження гумусу наближаються до чорноземів.

За гранулометричним складом темно-сірі опідзолені ґрунти переважно середні та важкі суглинки. Вони більше оструктурені порівняно із ясно-сірими та сірими лісовими ґрунтами. Кількість продуктивної вологи в метровому шарі становить 150–175 мм. Вміст гумусу в орних ґрунтах досягає 2–4,9, а в цілинних — 6–10%. Для темно-сірих опідзолених ґрунтів характерна досить

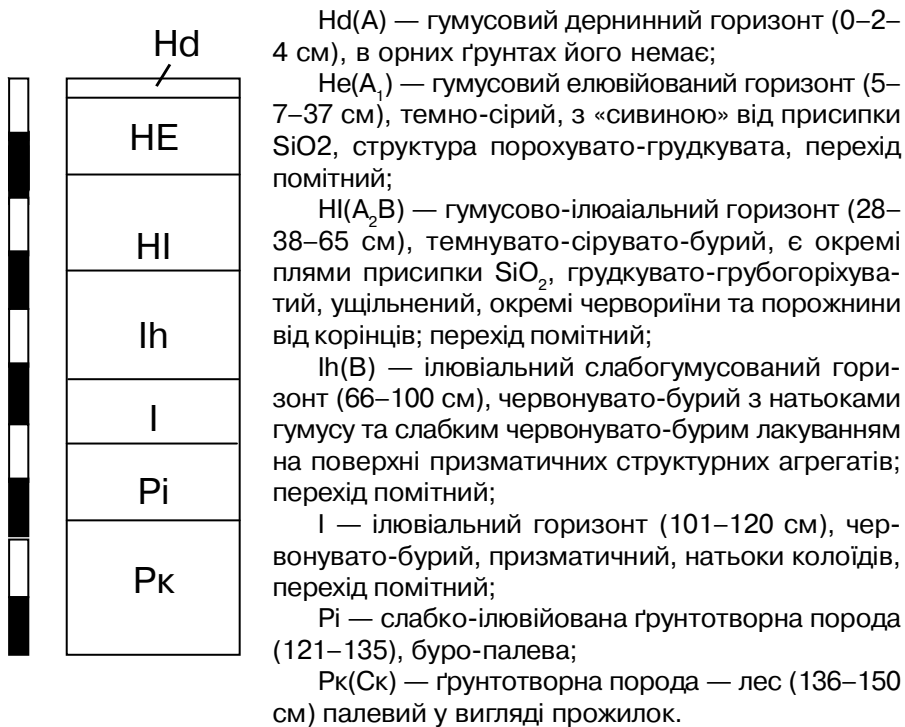


Рис. 6. Будова профілю темно-сірого опідзоленого ґрунту

висока кислотність ( $\text{pH}_{\text{сол}} = 4,5 \dots 5,0$ ), а ступінь насичення ґрунту основами — нижче 80%. Ступінь забезпечення темно-сірих опідзолених ґрунтів на рухомі форми азоту, фосфору і калію — середній або високий.

Для підвищення родючості темно-сірих опідзолених ґрунтів потрібно проводити вапнування, особливо в районах західного Лісостепу, та вносити органічні й мінеральні добрива. Практика використання цих ґрунтів свідчить, що при внесенні лише мінеральних добрив темно-сірі опідзолені ґрунти втрачають обмінний кальцій, внаслідок чого підкислюється ґрунтовий розчин. Сумісне внесення гною у нормі 9–12 т/га разом з помірними нормами NPK забезпечує сталий урожай сільськогосподарських культур без погіршення властивостей темно-сірих опідзолених ґрунтів.

Чорноземи опідзолені будуть розглянуті нижче.

### **Контрольні запитання**

1. Де знаходиться зона Лісостепу України?
2. Які природні умови утворення сірих лісових ґрунтів?
3. Яка будова профілю сірих лісових і темно-сірих опідзолених ґрунтів?
4. Як використовуються сірі лісові і темно-сірі опідзолені ґрунти?
5. Прийоми підвищення родючості сірих лісових і темно-сірих опідзолених ґрунтів.

## 6. ЧОРНОЗЕМНІ ҐРУНТИ ЛІСОСТЕПУ І СТЕПУ УКРАЇНИ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Чорноземи як тип степового ґрунту поширені в Україні у межах двох зон — Лісостепу і Степу.

Чорноземи утворились внаслідок розвитку дернового ґрунотворного процесу. Серед інших ґрунтів вони різко виділяються високою природною родючістю, властивостями та будовою ґрунтового профілю. Дерновий процес ґрунтоутворення відбувався під покривом лучно-степової рослинності. На поверхню та в метрову товщу ґрунту надходила значна кількість органічних решток та зольних речовин. Їх розкладання відбувалося за участю мікроорганізмів, мікро- і мезофауни. Наявність карбонату кальцію у породі та в профілі ґрунту є причиною насичення ГВК обмінним кальцієм, який сприяє нейтралізації кислих продуктів розкладання органічних речовин та закріпленню гумусових речовин. Отже, гумус у чорноземах майже нерухомий, він закріплюється на місці свого утворення, тобто розвивається акумулятивний процес нагромадження гумусу. В зв'язку з цим виділяють дві видозміни розвитку дернового процесу: 1) *гумусоутворення на місці* (лат. *in situ*) — процес розкладу рослинних залишків на місці їх відмирання з послідовним новоутворенням гумусу без його переміщення по профілю. Таке явище характерне для ґрунтів вододільних територій Степу і частково для південних районів Лісостепу в його східній частині; при нейтральній або слабколужній реакції ґрунтового середовища; 2) *гумусонагромадження* — процес акумуляції гумусу в поверхневому шарі (горизонті) ґрунту в результаті розкладу рослинних залишків і гумусоутворення *in situ* і деякого його переміщення вниз з поступовим просочуванням ним ґрунтової маси. Характерно для лісостепових ґрунтів при нейтральній реакції ґрунтового середовища і розвитку потужного гумусового горизонту. При цьому чорноземи набувають сприятливих водно-фізичних та фізико-механічних властивостей. Велике значення для акумуляції гумусу мають контрастні кліматичні умови — чергування теплого і холодного сезонів.

Висока біологічна активність чорноземів, великий запас поживних речовин зумовлюють їх високу природну родючість.

М. В. Ломоносов у своїй праці «О слоях земных» висловив думку про рослинно-наземне походження чорноземів, тобто що чорнозем утворився при гнитті рослинних і тваринних решток за певний період часу. В. В. Докучаєв назвав чорнозем «царем» ґрунтів.

Профіль чорнозему простий. Він формується за гумусово-акумулятивним типом розподілу речовин. Верхній гумусовий горизонт (*H*) має рівномірне темно-сіре забарвлення, у вологому стані майже чорне. Він поступово переходить у темно-сірий з буруватим відтінком горизонт (*Hp*), де є ледь виражені ознаки ґрунотворної породи. Із глибиною поступово гумусність зменшується, забарвлення гумусового горизонту стає сірим з жовтуватобурих відтінком — це горизонт *PH*, потім горизонт *Ph*, а нижче знаходиться материнська порода *P*.

У профілі чорноземів часто помітні сліди діяльності землеріїв (ховрахів, хом'яків, кротів та дощових черв'яків). Ходи хребетних землеріїв заповнені матеріалом з інших горизонтів і називаються «кротовинами». Загальна потужність профілю чорноземів становить від 150 до 200 см. Гумусовий горизонт орних чорноземів містить від 3 до 8% гумусу, а у верхньому шарі цілинних чорноземів вміст гумусу може досягати 10–12%.

Чорнозем як тип ґрунту за своїми генетичними особливостями та властивостями поділяється на підтипи. В Україні зустрічаються такі підтипи чорноземів: у Лісостепу — типовий, вилугований, опідзолений та реградований; у Степу — звичайний та південний. Серед підтипів виділяються роди, що характеризують чорноземи за глибиною «закипання» карбонатів, розвитком у них процесів осолонцювання та осолодіння.

Підтипи та роди поділяються на види за потужністю гумусового горизонту, вмістом гумусу, ступенем вилугованості.

Ґрунтовий вбирний комплекс чорноземів насичений здебільшого катіонами  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  (відношення  $\text{Ca}^{2+} : \text{Mg}^{2+}$  — 7–6 : 1), що сприяє утворенню агрономічно цінної структури. Реакція ґрунтового розчину чорноземів близька до нейтральної ( $\text{pH} = 6,9 \dots 7,2$ ) або слабколужна ( $\text{pH} = 7,2 \dots 7,5$ ).

Завдяки значному вмісту гумусу і високій біологічній активності чорноземи містять загальний азот (0,2–0,5%), фосфор (0,33–0,16) і валовий калій (1–2,4%). Забезпеченість чорноземів мікроелементами переважно середня.

**Чорноземи типові** (рис. 7) і **вилуговані** найбільш поширені в зоні Лісостепу. Найхарактернішою їх ознакою є відносно глибокий (80–120 см і більше) гумусний і гумусований ( $H + H_p$ ) горизонти. На глибині 80–90 см і навіть глибше знаходяться видимі карбонати у формі плісняви (псевдоміцелій) та прожилок.

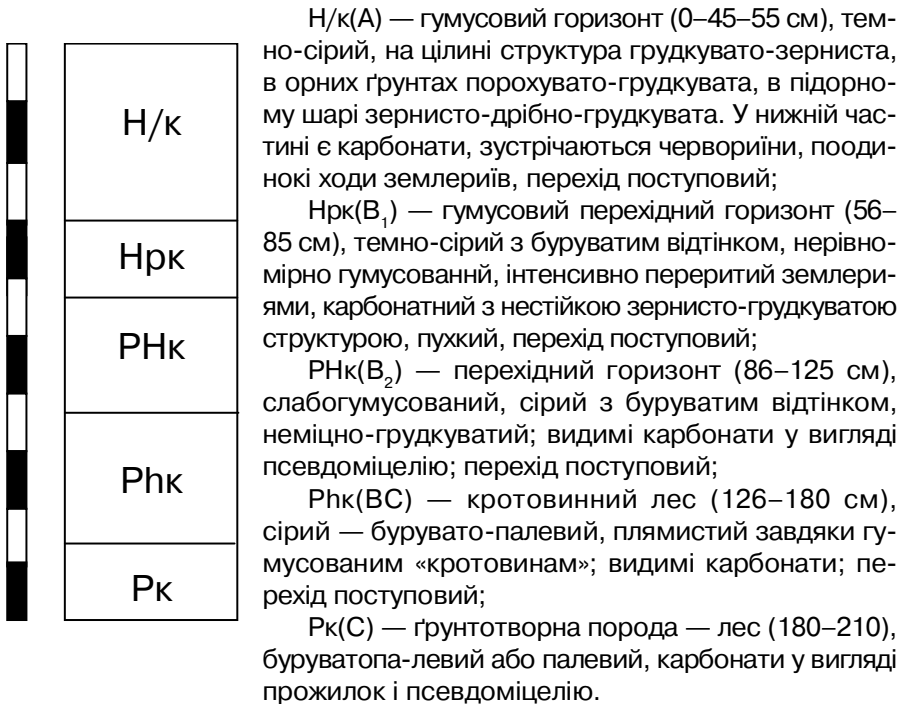


Рис. 7. Будова профілю чорнозему типового

У **чорноземах вилугованих** порівняно з типовими лінія закипання ґрунту від соляної кислоти опущена по профілю нижче на 20–40 і більше сантиметрів і знаходиться у нижньому перехідному горизонті. Переміщення колоїдів півтораоксидів по профілю непомітне. Для чорноземів типових і вилугованих характерна висока переритість профілю землеріями.

Значні площі в Лісостепу зайняті **чорноземами опідзоленими** (рис. 8). Вони, так само як і темно-сірі опідзолені ґрунти, пройшли степову і лісову стадії розвитку. Їх утворення можливе

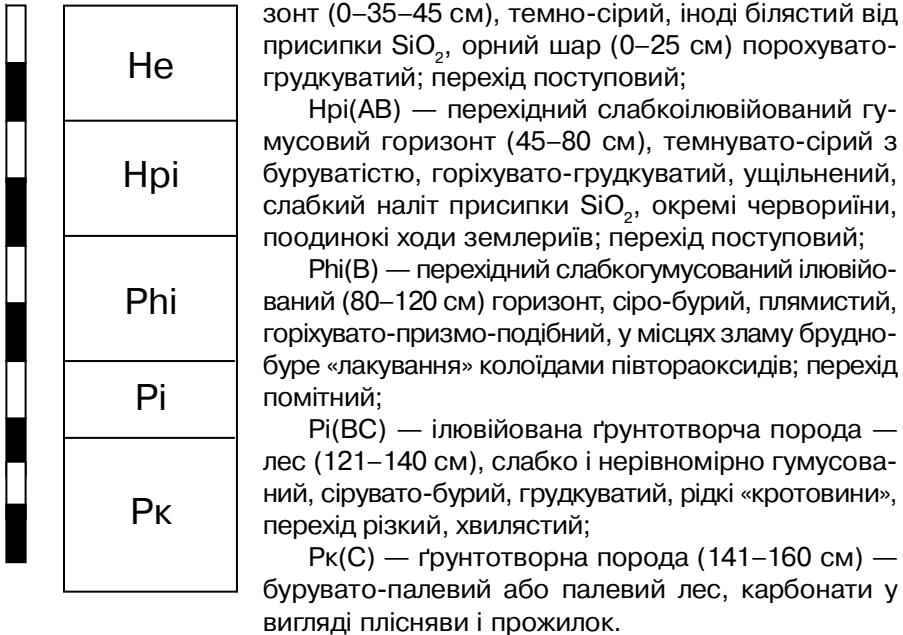


Рис. 8. Будова профілю чорнозему опідзоленого

під широколистяними лісами паркового типу з густим травостоем. У профілі чорноземів опідзолених помітна диференціація за елювіально-ілювіальним типом розподілу речовин.

В орних чорноземах горизонт *He* частково стає орним шаром.

Присипка  $\text{SiO}_2$  в горизонті *He*, деяке ущільнення в середній частині профілю та буре забарвлення — це ті морфологічні ознаки, за якими відрізняються чорноземи опідзолені від інших підтипів чорноземів.

Гранулометричний склад чорноземів опідзолених здебільшого грубопилувато-легкосуглинковий та пилувато-середньосуглинковий. Насиченість їх основами 85–95%. Лінія закипання карбонатів від 10%-го розчину  $\text{HCl}$  знаходиться на глибині 100–150 см.

**Чорноземи реградовані** за площею займають третє місце серед ґрунтів Лісостепу. Вони поширені переважно на Придніпровській височині на вододілах між р. Дніпро та р. Південний Буг. Невеликі їх площі трапляються в західному та лівобережно-

му Лісостепу. Чорноземи реградовані сформувалися переважно в автоморфних умовах і займають високі ділянки рельєфу, межують з чорноземами опідзоленими і вилугованими.

Термін «реградація» означає поліпшення родючості ґрунту, тобто це пов'язано з підняттям карбонатів з висхідними потоками води по профілю чорноземів опідзолених, вилугованих, а також темно-сірих опідзолених ґрунтів. Про це свідчить будова профілю чорноземів реградованих. Якщо в минулому це були чорноземи опідзолені або темно-сірі опідзолені ґрунти, то в них добре видно ознаки реліктового формування профілю за елювіально-ілювіальним типом, якщо чорноземи вилуговані, то перехідні горизонти мають інтенсивно бурий колір.

Процес реградації, як правило, відбувається при розрідженні лісів, коли інтенсивно розвивається трав'яниста рослинність, посилено прискорюється при знищенні лісів і введенні ґрунтів у культуру землеробства.

Залежно від прояву ознак диференціації профілю і глибини залягання карбонатів кальцію чорноземи реградовані поділяються на три види — слабо-, середньо- і сильнореградовані.

За фізико-хімічними та водно-фізичними властивостями чорноземи реградовані мало відрізняються від чорноземів опідзолених. У зв'язку з процесом реградації у них спостерігається тенденція до підвищення вмісту гумусу. Ступінь насиченості ґрунту основами вищий, ніж у чорноземів опідзолених. Кислотність незначна.

Для зони Степу, яка займає південні рівнинні території України, характерні **чорноземи звичайні** та **південні**. Зона Степу поділяється на дві підзони: Степ північний і Степ південний. Ґрунтовий покрив північного Степу складають чорноземи звичайні, а південного — чорноземи південні.

**Чорноземи звичайні** (рис. 9) сформувалися на середньо- та важкосуглинкових лесах, червоно-бурих глинах за участю різнотравно-ковилово-типчакової рослинності.

Наявність у чорноземах звичайних білозірки є характерною діагностичною ознакою, що дає змогу відрізнити чорноземи звичайні від тих підтипів чорноземів, що зустрічаються в південній частині Лісостепу.

У межах підзони північного Степу у міру просування з півночі на південь і збільшення сухості клімату потужність гумусованого

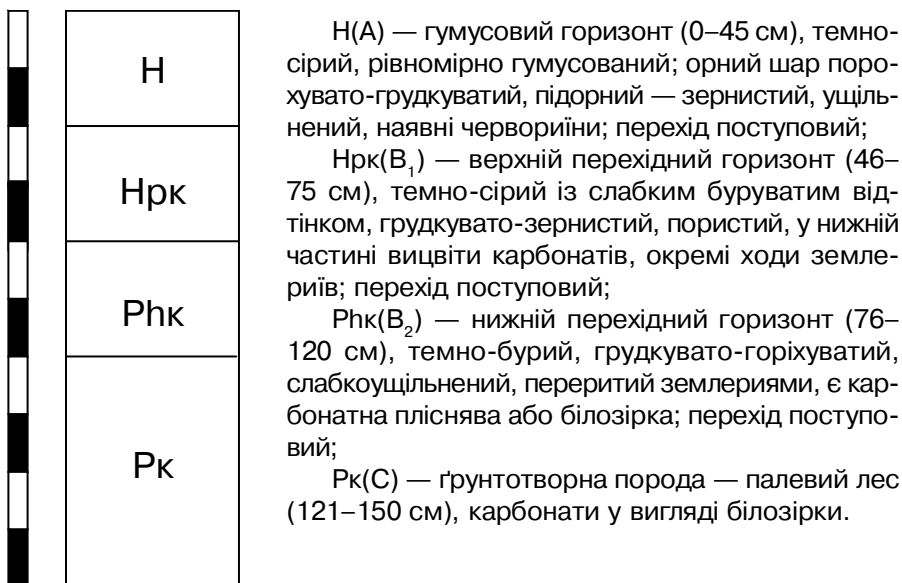


Рис. 9. Будова профілю чорнозему звичайного

горизонту зменшується з 120 до 45 см. Відповідно зменшується кількість гумусу з 6,1–4,7 до 4,6–4,0%. Карбонати підіймаються ближче до поверхні, в профілі чорноземів звичайних появляються гіпс та водорозчинні солі, здебільшого сульфати кальцію і магнію. Сума увібраних основ у цих ґрунтах коливається від 20 до 50 мг-екв на 100 г ґрунту. Реакція середовища нейтральна, а в нижніх горизонтах слабколужна.

Вміст азоту в чорноземах звичайних залежить від кількості гумусу і становить від 0,21 до 0,27%. Забезпеченість рухомими формами фосфору і калію висока. Чорноземи звичайні містять достатню кількість мікроелементів. Родючість чорноземів звичайних висока, але недостатня кількість опадів обмежує повноту використання її резервів. Головними заходами для підвищення продуктивності цих земель є регулювання водного і поживного режимів.

**Чорноземи південні** (рис. 10) поширені у підзоні південного Степу, що знаходиться в межах Причорноморської низовини. Сформувались вони під типчакково-ковиловою рослинністю в умовах посушливого клімату. Профіль чорноземів південних поділяється на гумусовий і два перехідних горизонти.

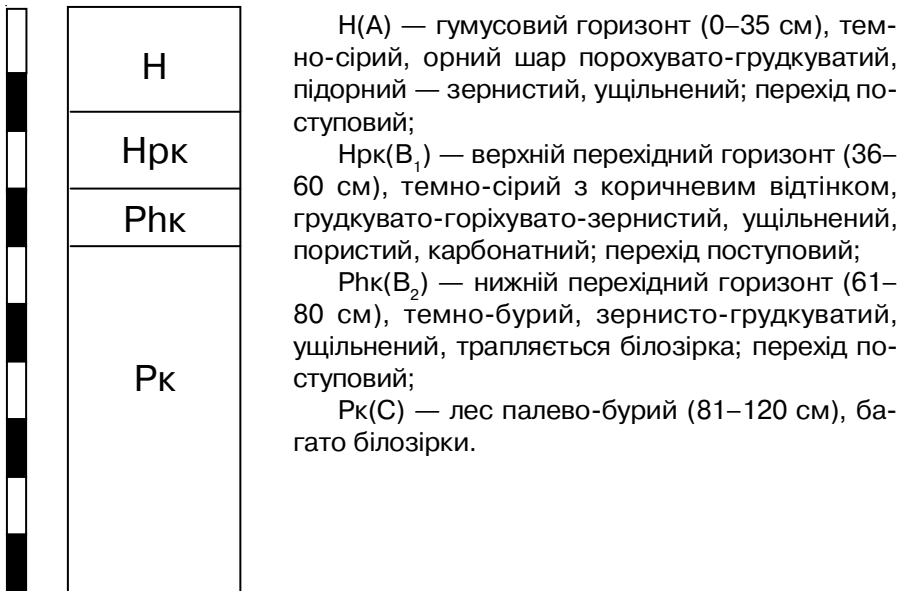


Рис. 10. Будова профілю чорнозему південного

Характерною ознакою чорноземів південних є невелика потужність ( $H + H_p$ ) — 45–60 см. На глибині 60–120 см знаходиться ущільнений шар білозірки — скупчення карбонатів кальцію і магнію у вигляді білих плям. Іншою характерною ознакою цих ґрунтів є неглибоке залягання відкладів гіпсу та водорозчинних солей, в північній частині підзони Степу на глибині 3–4 м, у південній — на 2 м.

Вміст гумусу в чорноземах південних підвищується в північному напрямі у бік чорноземів звичайних. Його кількість залежить від гранулометричного складу ґрунтів і коливається від 5,5 до 2%.

Чорноземи південні мають нейтральну або слабколужну реакцію ( $\text{pH}_{\text{водний}} = 6,5 \dots 7,5$ ). Сума обмінно увібраних основ коливається від 5–15 до 17–50 мг-екв на 100 г ґрунту. Відношення обмінного кальцію до магнію 5–3 : 1. Наявність обмінного натрію призводить до виникнення ознак солонцюватості. Залежно від вмісту гумусу запаси загального азоту становлять 0,17–0,28%. Забезпеченість ґрунту рухомими формами фосфору і калію задовільна. Потенціальна родючість чорноземів південних

висока, однак використання її обмежене внаслідок недостатнього зволоження.

В умовах Лісостепу і Степу досить значне поширення мають **лучно-чорноземні** ґрунти, що займають надзаплавні тераси річок, днища балок і блюдцеподібних понижень на вододілах і терасах.

При напівгідроморфних умовах ґрунтоутворення формується потужний (70–150 см) гумусовий профіль. Він добре ділиться на гумусовий і два перехідних горизонта. Ґрунтоутворююча порода має явно виражені ознаки гідроморфізму у вигляді оливково-сірих і іржаво-бурих плям (*Pkgl*).

Профіль лучно-чорноземних ґрунтів може бути карбонатний (*Hk* + *HPK* + *Phk* + *Pkgl*) або повністю вилуженим. При наявності мінералізованих підґрунто-вих вод формуються лучно-чорноземні солонцювато-засолені ґрунти.

При добре вираженій солонцюватості (5–10%  $\text{Na}^+$  від  $\text{ЕКО}$ ) профіль лучно-чорноземних ґрунтів диференційований за елювіально-ілювіальним типом.

Лучно-чорноземні осолоділі ґрунти поширені, головним чином, в замкнутих пониженнях, де формується тимчасове поверхневе затоплення. Це спричиняє розвиток глее-елювіальних процесів, в результаті чого профіль цих ґрунтів має ознаки оглеєння і чітко ділиться на горизонти вимивання і вмивання.

Чорноземи Лісостепу і Степу — це найродючіші ґрунти. Довгий вегетаційний період і достатня кількість теплоти сприяють вирощуванню високих урожаїв озимої пшениці, цукрових буряків, соняшнику, кукурудзи та інших сільськогосподарських культур.

Основними агротехнічними заходами підвищення родючості цих ґрунтів є прогресивні і раціональні способи обробітку, нагромадження і правильне витрачання вологи, внесення добрив, поліпшення структури посівних площ, вирощування високоврожайних культур і сортів.

На чорноземах важливо застосовувати такі способи обробітку ґрунту, які б мали ґрунтозахисний характер, були спрямовані на поліпшення водного режиму ґрунту в передпосівний період для забезпечення своєчасних і дружних сходів. Нині значні площі чорноземів Лісостепу і особливо Степу зростають.

Чорноземні ґрунти добре реагують на внесення мінеральних добрив, особливо фосфорних. При наявності карбонатів значна кількість фосфору знаходиться в малодоступній формі. При систематичному внесенні органічних добрив поліпшуються агрофізичні властивості чорноземів, збільшується вміст гумусу. Розрахунки вчених показали, що для створення бездефіцитного балансу гумусу в чорноземах України необхідно вносити на 1 га площі сівозміни в Лісостепу 9–11 т, в Степу — 7–9 т гною. Ефективність гною знижується в засушливі роки.

Для створення сприятливого водного режиму чорноземів, особливо в зоні Степу, їх треба залишати на чорний пар. Крім того, чорний пар — ефективний засіб боротьби з бур'янами.

Чорноземи є найбільш структурними ґрунтами, проте внаслідок використання сільськогосподарської техніки — важких та колісних тракторів на пневматичному ході — родючий шар чорноземів до глибини 60–70 см ущільнюється. Так, при багаторазових проходах трактора Т-150К щільність складення ґрунту виходить за верхню межу оптимальних параметрів 1,3–1,4 г/см<sup>3</sup>. При цьому структура стає брилуватою, зменшується пористість, вологоємкість чорноземів. Тому для ліквідації явищ агрофізичної деградації чорноземів рекомендують застосовувати сільськогосподарські машини невеликої маси, з низьким питомим тиском на ґрунт, зменшувати кількість проходів техніки по полю та інші заходи.

Перспективним засобом підвищення продуктивності чорноземів є зрошення, але воно має бути науково обґрунтованим і контрольованим відповідно до властивостей ґрунту. Практика застосування зрошення показала, що чорноземи швидко втрачають родючість при неправильному зрошенні.

Рациональне використання чорноземів без проведення заходів охорони їх від водної та вітрової ерозії неможливе. Нині застосовується ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур, що ґрунтується на системі безполицевого обробітку чорноземів.

### **Контрольні запитання**

1. В яких ґрунтово-кліматичних зонах зустрічаються чорноземи?
2. Що характерно для умов утворення чорнозему?
3. Яка будова профілю чорнозему як типу ґрунту?
4. Які підтипи чорноземів зустрічаються в Україні?
5. Які властивості чорнозему типового?
6. Яка будова профілю типових і вилугованих чорноземів?
7. Які природні умови сприяли утворенню чорноземів опідзолених і реградованих?
8. Де поширені чорноземи звичайні і південні?
9. Які причини агрофізичної деградації чорноземів?

## 7. ҐРУНТИ СУХОГО СТЕПУ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ

Південніше чорноземної зони простягаються сухі степи з характерними для них каштановими ґрунтами. Вони дістали свою назву завдяки темно-коричневому забарвленню ґрунтів, що нагадує колір зрілих плодів каштана.

Каштанові ґрунти у зоні сухих степів України представлені двома підтипами: темно-каштановими і каштановими. Перші в цілому переважають у зоні Сухого Степу і займають безстічні рівнини вододілу рік Дніпро — Молочна, північну частину степового Криму, а також понижені приморські плато Правобережжя Дніпра. Власне каштанові ґрунти займають вузьку смугу в Присивасько-Причорноморській зоні сухого Степу, Лівобережжя Дніпра. На відміну від темно-каштанових ґрунтів вони суцільних масивів не утворюють, а залягають разом з каштановими солонцями. Взагалі явища солонцюватості (наявність серед обмінних катіонів іонів  $\text{Na}^+$ ) характерні для ґрунтового покриву Сухого Степу. Сформувались каштанові ґрунти під полинно-типчакowo-ковиловою рослинністю. Основна ґрунтотворна порода — лес, хоча невеликі площі каштанових ґрунтів зустрічаються на алювіальних відкладах і глинах.

Ґрунтотворний дерновий процес відбувається в Сухому Степу в умовах недостатнього зволоження. Це сприяє нагромадженню в ґрунтовому профілі не тільки карбонатів кальцію та магнію, а й легкорозчинних солей натрію, що спричинює надходження катіонів натрію до ГВК.

Рослинний покрив Сухого Степу порівняно з чорноземною зоною значно бідніший. Така рослинність з невеликою біомасою надземної і кореневої частин та малою кількістю опадів не сприяють нагромадженню гумусу. Так, кількість гумусу, в темно-каштанових ґрунтах України становить 2–3,5%, а в каштанових — 1,3–3%. Гумусований профіль темно-каштанових ґрунтів має потужність 60–75 см, у супіщаних і легкосуглинкових різновидах — 80–100 см. Аналогічний профіль каштанових ґрунтів становить 40–60 см.

Характерною ознакою каштанових ґрунтів сухого Степу України є чітка диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом, що пов'язано з солонцюватістю цих ґрунтів.

Будову профілю **темно-каштанових** солонцюватих ґрунтів подано на рис. 11. Легкорозчинні солі і гіпс залягають на глибині 150–250 см. Для темно-каштанових ґрунтів характерне вузьке співвідношення між обмінним кальцієм і магнієм (2–4 : 1). Реакція ґрунтового розчину нейтральна або слабколужна ( $\text{pH}_{\text{водний}} = 6,8 \dots 8$ ).

Карбонати закипають на глибині 50–60 см. У зоні поширення темно-каштанових ґрунтів значно розвинуте зрошення, що призвело до підняття підґрунтових вод, вторинного засолення ґрунтів, утворення глибистої структури та інших негативних явищ.

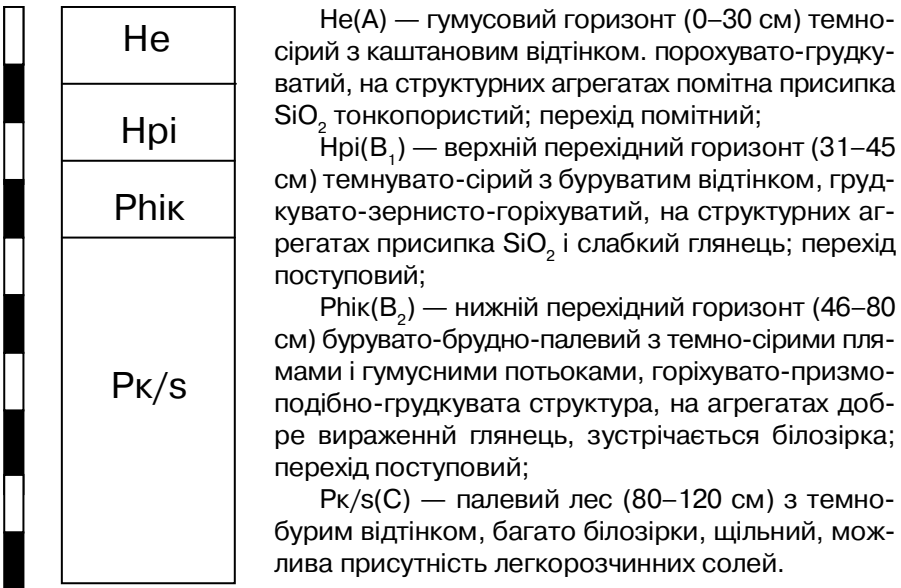


Рис. 11. Будова профілю темно-каштанового солонцюватого ґрунту

У профілі **каштанових** ґрунтів (рис. 12) чіткіше виділяються гумусовий елювіальний та ілювіальний горизонти. Ознаки солонцюватості в них виявляються краще. Тому при наявності натрію у ГВК (до 2,8 мг-екв/100 г ґрунту) верхній гумусово-елювіальний горизонт каштанових ґрунтів може бути розпиленим, безструктурним, здатним запливати після дощу й ущільнюватись під час висихання.

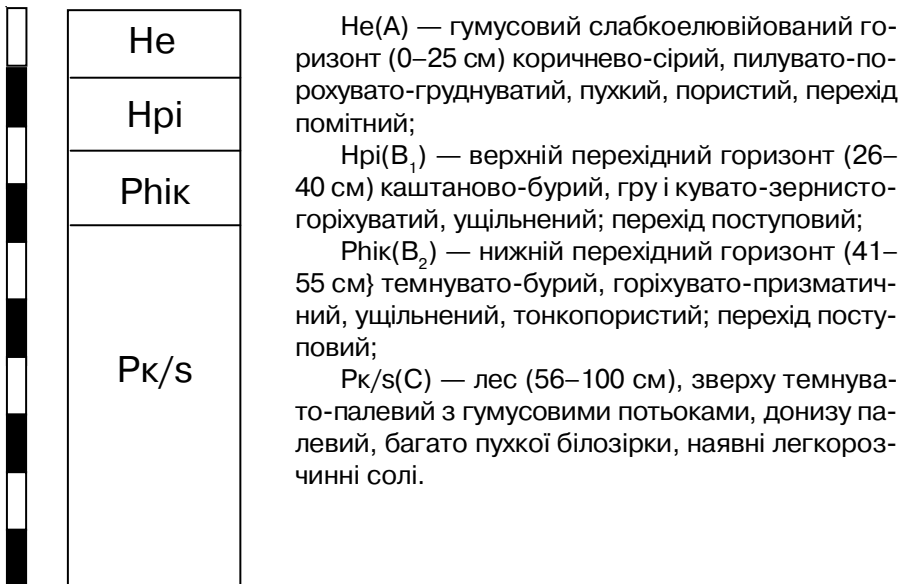


Рис. 12. Будова профілю каштанового ґрунту

У зв'язку з непримивним типом водного режиму солі в каштанових ґрунтах містяться на глибині 80–170 см. Це переважно сульфат кальцію (гіпс), хлориди та сульфати натрію.

Родючість темно-каштанових ґрунтів вища, ніж каштанових, проте ці ґрунти в агровиробничому відношенні поступаються чорноземам внаслідок недостатнього природного зволоження. Однак потенційно вони багаті на поживні речовини, особливо на рухомі форми калію. Дещо менший у них вміст азоту, його кількість залежить від вмісту гумусу. Каштанові ґрунти недостатньо забезпечені рухомими формами фосфору.

Для підвищення родючості каштанових ґрунтів слід проводити такі заходи, які сприяють збагаченню ґрунту вологою, запобігати пиловим бурям. Для цього треба насаджувати лісосмуги, проводити снігозатримання, запроваджувати куліси, застосовувати систему обробітку ґрунту без обернення скиби. Ефективні на каштанових ґрунтах органічні добрива, а з мінеральних — азотні і фосфорні. Якщо в каштанових ґрунтах є добре виражений ілювіальний горизонт, то його рекомендують зруйнувати,

провівши плантажну оранку. При цьому переміщення з нижчих горизонтів у верхні карбонатів кальцію і частково гіпсу значно поліпшує фізико-хімічні властивості каштанових ґрунтів.

На зрошуваних каштанових ґрунтах урожаї всіх сільськогосподарських культур підвищуються в 1,5–3 рази, але для збереження родючості цих ґрунтів потрібна висока культура зрошувального землеробства.

### **Контрольні запитання**

1. Де знаходиться зона Сухого Степу?
2. Які природні умови утворення каштанових ґрунтів?
3. Яка будова профілю каштанових ґрунтів?
4. Як використовуються каштанові ґрунти?

## 8. ЗАСОЛЕНІ ҐРУНТИ І СОЛОДІ

Засоленими називають ґрунти, які мають у своєму профілі легкорозчинні солі в кількості, токсичній для сільськогосподарських рослин. До них належать **солончаки і солонці**. В Україні найбільші їх площі зустрічаються в сухому Степу, в зонах Степу та Лісостепу, незначні — на Поліссі. У зв'язку з таким поширенням засолені ґрунти називають інтразональними, тобто такими, що не мають власної зони.

Формування засолених ґрунтів пов'язане з нагромадженням солей у ґрунтових водах і породах та умовами, що сприяють їхній подальшій акумуляції в профілі ґрунтів.

Основне джерело утворення солей (хлоридів, сульфатів, нітратів, силікатів і карбонатів) — це продукти вивітрювання гірських порід. Другим джерелом засолення ґрунтів є соленосні геологічні породи різного походження. Перенесення солей з цих порід у ґрунт відбувається за участю підґрунтових вод. Третє джерело — це вулканічна діяльність. Вулканічні гази містять Cl, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>; термальні джерела виносять на поверхню розчини хлоридів, карбонатів натрію. Четверте джерело засолення ґрунтів — імпульверизація — перенесення солей з моря на сушу. Уздовж Сиваша, Чорного та Азовського морів простяглась смуга низинних берегів — приморських солончаків. Тут вітер піднімає соляний пил і переносить його в прилеглі райони. Дослідження вчених показали, що в районі Асканія-Нова (Херсонська обл.) кількість соляного пилу, що випадає з атмосфери, становить 319,3 кг/га на рік. Безпосереднім джерелом легкорозчинних солей у ґрунтах можуть бути підґрунтові води при близькому їх заляганні до поверхні (2–3 м). При фізичному випаровуванні по капілярній системі солі підтягуються до поверхневого шару ґрунту та акумулюються тут. У деяких випадках причиною нагромадження солей в ґрунті може бути рослинність. Окремі рослини в посушливих умовах мають кореневу систему, що проникає дуже глибоко, а тому такі рослини здатні «перекачувати» розчини солей з глибини до поверхні ґрунту.

Інтенсивність перерозподілу солей і нагромадження їх у ґрунтах залежать від клімату. За вологого клімату і промивного

типу водного режиму солі вимиваються за межі профілю і не нагромаджуються.

**Солончаки.** До солончаків належать ґрунти, що містять у верхньому 15-сантиметровому шарі понад 1% легкорозчинних солей від маси ґрунту.

Розрізняють поверхневі солончаки, в яких солі знаходяться у верхньому шарі ґрунту (0–30 см), та глибокопрофільні, в яких високі концентрації солей спостерігаються по всьому профілю ґрунту. Крім того, розрізняють солончаки за типами засолення, тобто за якісним та кількісним складом солей. Виділяють такі основні типи засолення: *содове, хлоридне й сульфатне*. Всі інші типи засолення — це комбінації зазначених вище основних типів засолення. Від типу засолення залежать хімічні і фізичні властивості солончаків. Найшкідливіше для рослин содове засолення ґрунтів, найменш шкідливе — сульфатне.

Морфологічно наявність солей у профілі ґрунту можна визначити лише тоді, коли ґрунт сухий, на його поверхні може бути сольова кірка, на стінці розрізу спостерігаються вицвіти солей. Якщо ґрунт вологий, то в польових умовах наявність у ньому солей можна визначити за допомогою аналізу водної витяжки з ґрунту.

Склад солей впливає на морфологічну будову засолених ґрунтів. За морфологічними ознаками солончаки поділяють на пухкі, мокрі, чорні та кіркові.

Пухкі солончаки — ґрунти, в яких великий вміст сульфату натрію —  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Зверху вони дуже сухі й пухкі.

Мокрі солончаки — ґрунти, що містять гігроскопічні солі — хлориди кальцію і магнію —  $\text{CaCl}_2$  і  $\text{MgCl}_2$ . Темний, майже чорний колір залежить від наявності у їх складі гігроскопічної води.

Чорні солончаки характеризуються наявністю соди  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Її підвищений вміст сприяє розчинності органічної речовини, і профіль ґрунту набуває темного (чорного) забарвлення.

У кіркових солончаках на поверхні утворюється тонка сольова кірка хлориду натрію  $\text{NaCl}$ .

При морфологічному описі профілю засоленого ґрунту чи солончака до основного чи допоміжного символа горизонту додається мала літера s.

Солончаки поділяють на два типи: гідроморфні й автоморфні. Гідроморфні солончаки розвиваються в умовах близького залягання мінералізованих підґрунтових вод, а автоморфні — на засолених ґрунтотворних породах при глибокому заляганні підґрунтових вод.

Більшість культурних рослин при наявності в ґрунті легкорозчинних солей розвиватись не можуть або дають дуже низькі врожаї. Проте не всі сільськогосподарські рослини однаково витримують засолення ґрунту. Так, цукрові буряки, капуста, бавовник, просо, люцерна витримують відносно високу концентрацію солей — до 0,6%, кукурудза, озима пшениця, ячмінь, люцерна меншу — 0,3–0,4%, соняшник, льон, конюшина — тільки до 0,2–0,3%.

Освоєння солончаків можливе тільки після проведення складних меліоративних заходів. Основний меліоративний прийом — промивання солончаків прісною водою. Норми витрати води на промивання засолених земель залежать від ступеня їх засолення, вологості, гранулометричного складу і глибини залягання підґрунтових вод. Крім того, норми промивних вод не повинні бути занадто великими, щоб не зумовлювати піднімання по капілярах засолених підґрунтових вод. Перед промиванням ґрунт необхідно глибоко виорати, оскільки при глибокій оранці швидше виминаються солі, а пухкий верхній шар запобігає підніманню солей по капілярах.

Найкраще проводити промивання в осінньо-зимовий період, коли підґрунтові води залягають найглибше, а випаровування найменше. Для запобігання підніманню підґрунтових вод треба відводити промивні води з меліорованої території. Для зниження рівня підґрунтових вод застосовують дренаж. При внесенні органічних і мінеральних добрив, поліпшенні структури та посиленні біологічної активності ґрунтів родючість промитих від солей ґрунтів підвищується.

У процесі формування профілю солонцю каштанового (рис. 13) виділяються добре виражені горизонти.

Вторинному засоленню ґрунтів у районах зрошення можна запобігти підтримуючи високу культуру землеробства. У районах, де зрошення не проводиться, солончаки або зовсім не освоюють, або використовують їх як малопродуктивні пасовища.

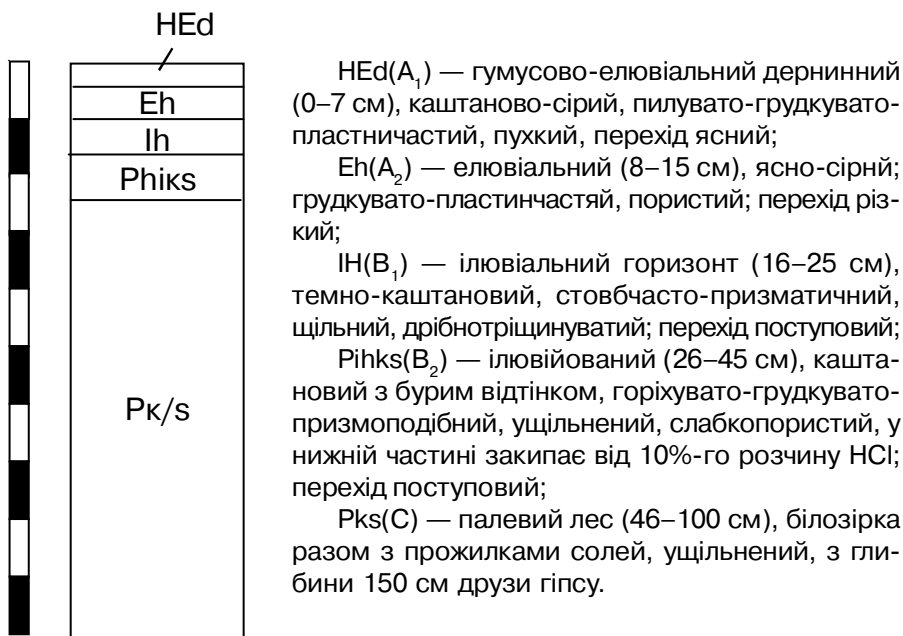


Рис. 13. Будова профілю солонцю каштанового

**Солонці.** Солонцями називають ґрунти, які містять у ґрунтовому вбирному комплексі понад 15% обмінного натрію або понад 40% обмінного магнію від ємності катіонного обміну. Вони мають чітко виражену диференціацію ґрунтового профілю за елювіально-ілювіальним типом. Солонці, як і солончаки, належать до категорії засолених ґрунтів, однак на відміну від солончаків водорозчинні солі у них містяться на деякій глибині. Вони мають несприятливі агрономічні властивості і потребують меліорації.

Гумусово-елювіальний горизонт має темно-сіре або бурувато-сіре (каштанове) забарвлення. Потужність горизонту від 2–3 до 20–25 см. Структура грудкувата або пластинчаста. Горизонт бідний на муловату фракцію.

Солонцюватий горизонт має темніше забарвлення — темно-буре з коричневим відтінком. Структура стовбчаста або призматична, на структурних агрегатах добре виражене глянцево лакування. Горизонт у сухому стані щільний, тріщинуватий, у вологому — в'язкий, безструктурний. Потужність від 7–12 до 25 см.

Перехідний горизонт має світле забарвлення, призматичну або горіхувату структуру, містить гіпс і карбонати. У ґрунотворній породі, крім гіпсу і карбонатів, зустрічаються легкорозчинні солі. В ілювіальному горизонті чітко виражені напливи гумусу і глинистої речовини (плазми), що свідчить про розвиток солонцюватого процесу ґрунтоутворення.

Під солонцюватим процесом розуміють надходження і збільшення вмісту у ґрунтовому вбирному комплексі іонів натрію і, як наслідок, різке підвищення дисперсності органічної і мінеральної частин ґрунту та пересування з низхідним током води гумусових колоїдів з верхнього шару ґрунту в нижній.

За характером водного режиму солонці поділяються на три типи: *автоморфні*, *напівгідроморфні* і *гідроморфні*. Підтипи солонців виділяють залежно від розташування їх у певній ґрунтово-кліматичній зоні — чорноземні, каштанові, напівпустельні. Крім того, солонці поділяють на роди за глибиною залягання солей, хімізмом (типом) засолення і ступенем засолення. Видову відміну солонців визначають за потужністю гумусово-елювіального (надсолонцевого) горизонту, см: кіркові — < 5, мілкі — 5–10, середні — 10–18, глибокі — > 18. На рівні виду солонці характеризуються також за вмістом обмінного натрію в ілювіальному горизонті, % від ємності катіонного обміну (ЄКО): слабосолонцюваті — 1–3% обмінного натрію, середньосолонцюваті — 3–6%, сильносолонцюваті — 6–10% і дуже сильносолонцюваті — > 10%.

Солонці, як правило, мають низьку природну родючість. Лужна реакція ґрунтового розчину і несприятливі водно-фізичні властивості не дають змоги використовувати солонці в землеробстві без їх корінної меліорації. Головна мета меліорації — зміна складу обмінних катіонів при одночасному поліпшенні фізичних властивостей. Обмінні іони  $\text{Na}^+$  у ГВК замінюються на обмінні іони  $\text{Ca}^{2+}$ . При цьому лужність нейтралізується, ґрунтові колоїди коагулюють, внаслідок чого поліпшується мікроагрегатний склад і водно-фізичні властивості солонців.

*Гіпсування* — найефективніший засіб підвищення родючості солонців з содовим засоленням, які мають високі вміст обмінного натрію і лужність ґрунтового розчину. Гіпсування дає змогу різко поліпшити водно-фізичні та хімічні властивості солонців. Найбільш поширеним меліорантом для солонців є гіпс. Крім

гіпсу, як меліоранти використовують інші кальцієві солі — карбонат та хлорид кальцію.

Норму гіпсу встановлюють за вмістом обмінного натрію, вона становить для лучних солонців з содовим засоленням 10–15 т/га і більше, для лучно-степових і степових хлоридно-сульфатних солонців — 5–8 т/га. Кількість (норма) гіпсу, потрібного для заміни надлишку увібраного натрію кальцієм, визначають за такою формулою:

$$N = 0,086 (Na - 0,01 \cdot \text{ЄКО}) h d,$$

де 0,086 — значення 1 мг-екв гіпсу, г;

Na — вміст увібраного натрію, мг-екв/100 г ґрунту;

ЄКО — ємність катіонного обміну, мг-екв/100 г ґрунту;

0,01 · ЄКО — величина, що характеризує кількість обмінного натрію (до 1% від ЄКО), яка істотно на властивості ґрунту не впливає;

h — шар ґрунту, що підлягає меліорації, см;

d — щільність складення шару ґрунту, що підлягає меліорації, г/см<sup>3</sup>.

Нині поширений прийом *самомеліорації* солонців, коли при неглибокому заляганні карбонатів та гіпсу проводиться глибока оранка. Так, на солонцях степового Криму найефективнішою в меліоративному відношенні є плантажна оранка на глибину 40–50 см, проте вона неприпустима при близькому заляганні підґрунтових вод, оскільки це може призвести до вторинного засолення ґрунту.

У систему агрономеліоративних заходів корінного поліпшення родючості солонців, крім глибокого обробітку, входить внесення органічних та мінеральних добрив, а також травосіяння на фоні зрошення. Із мінеральних добрив насамперед вносять азотні та фосфорні.

При окультурюванні солонців велике значення має нагромадження вологи, що сприяє прискоренню процесів розсолонцювання і розсолонення солонців.

Найвищі врожаї сільськогосподарських культур на солонцевих землях в умовах посушливого клімату можна виростити тільки при зрошенні.

**Солоді** — це особливий тип ґрунту. Вони поширені переважно в Лісостепу та Степу на понижених елементах рельєфу. Со-

лоді сформувались у гідроморфних і напівгідроморфних умовах, характерною ознакою водного режиму цих ґрунтів є поєднання тимчасового перезволоження з низхідним током вологи.

Тимчасове затоплення зумовлює розвиток відновлювальних процесів, при якому відбувається гідроліз мінералів з утворенням рухомих продуктів розкладання. Ці продукти виносяться вниз по профілю ґрунту. У зв'язку з цим в солодях (рис. 14) сформувався профіль, чітко диференційований на елювіальний та ілювіальний горизонти з добре вираженими ознаками оглеєння: сизі та іржаві плями, наявність залізо-марганцевих конкрецій.

Залежно від умов утворення солоді поділяють на три підтипи (лучно-чорноземні, лучні (дерново-глеєві) і лучно-болотні) та на три роди (звичайні, безкарбонатні і солончакові). Поділ на види проводять за глибиною осолодіння ґрунтового профілю (потужність горизонтів HE + Egl), см: мілкі — < 10, середні — 10–20, глибокі — > 20.

Аналіз гранулометричного складу солодей свідчить про те, що існує різкий перерозподіл мулуватих часточок по профілю.

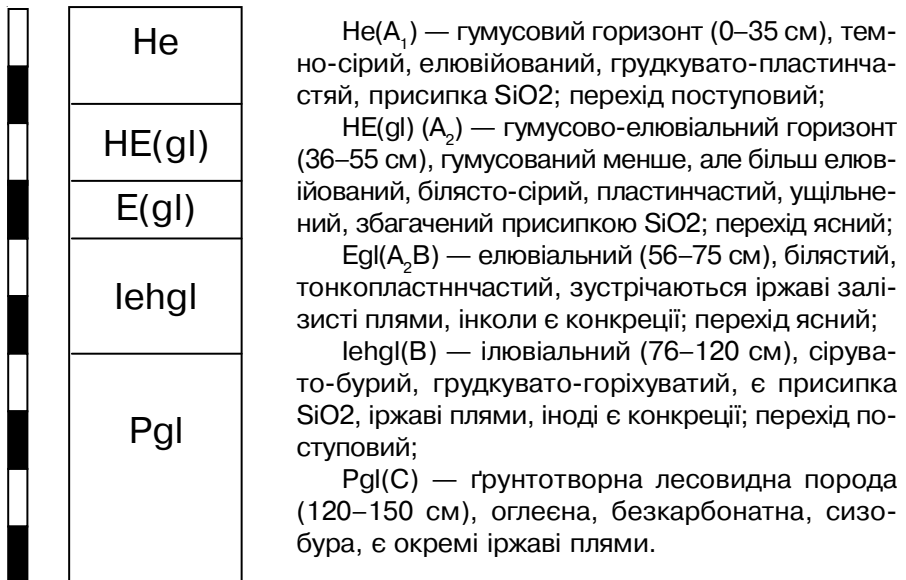


Рис. 14. Будова профілю лучно-чорноземної солоді

Склад гумусу солодей близький до складу гумусу підзолистих ґрунтів. Його кількість невелика — 2–3%. До складу обмінних катіонів, крім катіонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , входять катіони натрію. В горизонтах HE і E в багатьох випадках виявлено катіони обмінного  $\text{H}^+$  та  $\text{Al}^{3+}$ . У зв'язку з цим у солодях горизонти HE і E мають кислу реакцію середовища, а ілювіальний — нейтральну або лужну.

Природна родючість солодей низька. У верхніх осолоділих горизонтах мало органічних речовин та поживних елементів. Тому для підвищення родючості солодей треба вносити органічні і мінеральні добрива. При кислій реакції верхніх осолоділих горизонтів слід проводити вапнування. Важливим агротехнічним заходом, що поліпшує водно-фізичні властивості солодей, є глибоке розпушування і збагачення їх на органічну речовину.

Використання солодей під посів сільськогосподарських культур у більшості випадків обмежене і залежить від їх залягання на рельєфі. Для поліпшення водного режиму солодей проводять дренаж, відводять їх під полезахисні насадження або використовують під продуктивні сінокоси.

### **Контрольні запитання**

1. Які причини утворення засолених ґрунтів?
2. Де зустрічаються солончаки, солонці та солоді?
3. Які особливості солончаків?
4. Як класифікують солончаки?
5. Які заходи корінного поліпшення солончаків?
6. Як утворюються солонці?
7. Які особливості солонців?
8. Які заходи меліорації солонців?
9. Як утворюються солоді?
10. Які заходи для підвищення родючості солодей?

## 9. ҐРУНТИ КАРПАТСЬКОЇ БУРОЗЕМНО-ЛІСОВОЇ ОБЛАСТІ

До складу області входять гірські Українські Карпати, Передкарпатська височина, Закарпатське передгір'я і Притисенська височина. Кожному з цих районів притаманні свої геологічні і біокліматичні особливості, проте їх об'єднує специфічний ґрунтоутворюючий процес — кисле буроземоутворення.

Кислий буроземоутворюючий процес протікає під широколистяними (дубово-буково-грабовими) і хвойними (смереково-ялиновими) лісами, сільськогосподарськими культурами, а також під високогірними луками (полонинами) в умовах теплого, помірного і холодного вологого клімату на достатньо дренованих породах. Під сукупною дією цих факторів при промивному типі водного режиму утворюються буроземи кислі (бурі лісові кислі ґрунти).

Характеризуються вони достатньо глибоким профілем (70–100 см) (рис. 15).

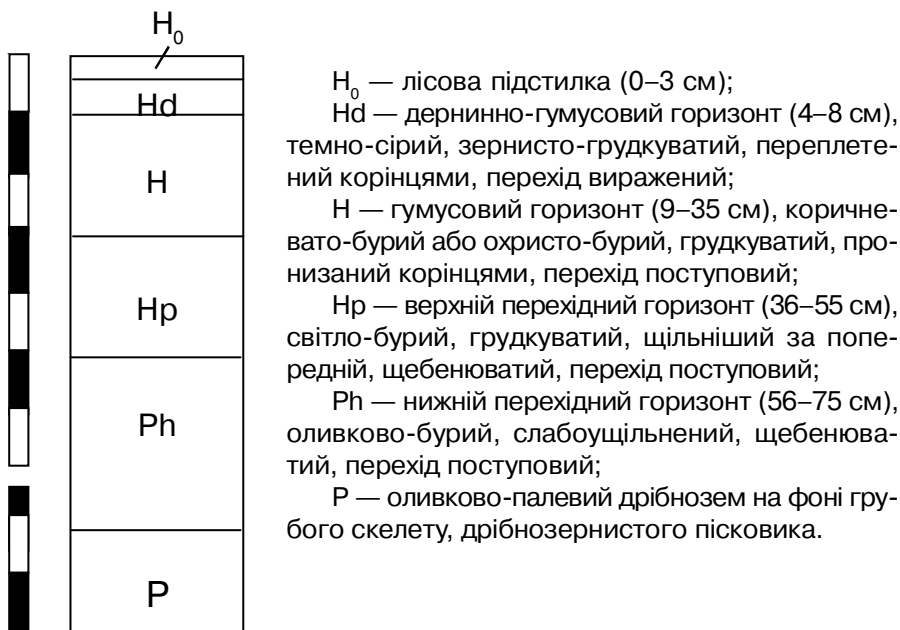


Рис. 15. Будова профілю буроземів кислих

Якщо ґрунтоутворюючі породи мають низьку водопроникність, то формуються різні буроземні оглеєні ґрунти з елювіально-ілювіальною будовою профілю.

Характерною особливістю всіх буроземних ґрунтів Українських Карпат є: 1) інтенсивне внутрішньоґрунтове глиноутворення; 2) сильна вилуженість ґрунтів по відношенню до вмісту Са, Mg, K, Na, Fe, Al та інших елементів; 3) висока кислотність; 4) сильна ненасиченість ГВК основами; 5) нагромадження великої кількості обмінного алюмінію; 6) гуматно-фульватний тип гумусу, який зв'язаний з півтораоксидами і забарвлює ґрунт в бурі, палеві, сірувато-жовті кольори; 7) відносне збагачення ґрунту рухомими півтораоксидами; 8) дуже низький вміст рухомого фосфору. Сильна вилуженість і висока кислотність — це ті ознаки, що відрізняють Карпатські буроземи від буроземів інших областей.

Придатність буроземів кислих для вирощування певних видів сільськогосподарських культур визначається абсолютною висотою місцевості над рівнем моря (як правило, це теплий вертикальний кліматичний пояс — 300–250 м і нижче та помірно теплий — 800–300 м над рівнем моря).

### **Контрольні запитання**

1. За яких природних умов протікає процес буроземоутворення?
2. Які особливості буроземельних ґрунтів Українських Карпат?
3. Яка будова профілю буроземів кислих Карпатської буроземно-лісової області?

## 10. ҐРУНТИ ГІРСЬКОГО КРИМУ

Гірська частина Криму представлена трьома дугоподібними і паралельно розташованими гірськими грядами із загальним напрямком з південного заходу на північний схід.

Висота гірських грядів знижується з півдня на північ. Головна південна гряда має максимальну висоту 1540 м над рівнем моря, висота внутрішньої гряди — 535–550 м, а третьої — 250–350 м над рівнем моря.

Кліматичні умови гірського Криму дуже різноманітні. Вони пов'язані з висотою місцевості, експозицією схилів, сезонною температурою води Чорного моря, з температурою повітря степових районів півострова. Взаємопоєднання цих факторів в різних співвідношеннях зумовило добре виражену вертикальну ландшафтну зональність.

В передгірській лісостеповій зоні поширені дерново-карбонатні гірсько-лісостепові, сірі гірсько-степові і коричневі ґрунти, на південних схилах в приморській частині головної гряди — коричневі ґрунти, в гірсько-лісовій — буроземи і в гірсько-лучній (на плоскогір'ях, яйлах) — гірсько-лучні чорноземовидні ґрунти.

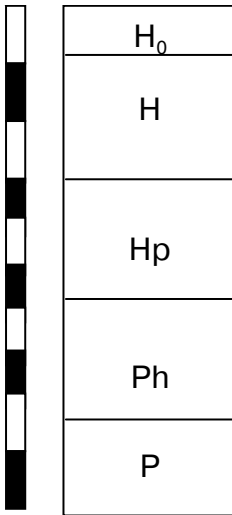
Формування вказаних ґрунтів проходило на елювії вапняків, конгломератів і піщаників, елювії і делювії глинистих сланців.

На північних схилах головної гряди в західній частині другої гряди і частково на північних схилах третьої гряди гір поширена лісова рослинна формація, представлена дубовими, буковими, сосновими, грабовими і змішаними лісами. Під впливом цих рослинних формацій при сумі річних опадів — 550–900 мм сформувалися буроземи.

Буроземи в гірській лісовій зоні сформувалися на абсолютних висотах вище 300 м над рівнем моря. Вони утворились як на елювії — делювії твердих карбонатних порід, так і на безкарбонатних породах — глинистих сланцях, піщаниках, конгломератах твердих порід. В останньому випадку вони мають більш виражені ознаки буроземного процесу ґрунтотворення.

Так, буроземи на елювії глинистих сланців широко поширені на північних і південних схилах першої гряди і значних площах другої гряди гір.

Потужність профілю буроземів — 65–90 см; відсутнє закипання дрібнозему, реакція ґрунтового середовища слабокисла, вміст гумусу — 3,5–6%; сума обмінних катіонів складає 30–35 м.екв на 100 г ґрунту (рис. 16).



H<sub>0</sub> — лісова підстилка (0–3 см);

H — гумусовий (4–25 см) горизонт, темно-бурий, глинистий, грудкуватий, слабоскелетний;

H<sub>p</sub> — верхній перехідний горизонт (26–55 см), сірувато-бурий, глинистий, щербистий, ущільнений, грудкувато-горіхуватий, перехід помітний;

Ph — 56–85 см — буруватий, сильнощербистий, глинистий, щільний, горіхуватий, перехід помітний;

P — 86–100 см — слабозвітрені глинисті сланці.

Рис. 16. Будова профілю бурозему на елювії глинистих сланців

На карбонатних твердих породах і на їх делювії на північних і частково південних схилах першої гряди гір, на абсолютних висотах вище 500–600 м над рівнем моря під дубовими, сосновими, буковими, ясеневими і змішаними лісами сформувались буроземи. Потужність профілю ґрунту — 60–110 см; закипає на глибині 40–50 см. Вільні карбонати відсутні, рН водний — 6,2–6,8, вміст гумусу — 3–6%, сума ввібраних основ — 20–30 м.екв/100 г ґрунту.

Виділяють такі горизонти: H<sub>0</sub> — (2–3 см) — лісова підстилка; H<sub>d</sub> — (8–12 см) — гумусово-дернинний горизонт; H<sub>e</sub> — (10–25 см) — гумусовий слабо-елювійований горизонт; H<sub>pi</sub>(gl) — (15–25 см) — верхній перехідний горизонт, помітно ілювійований; H<sub>phi</sub>(gl) — (20–50 см) — нижній перехідний горизонт, оглеєний; P — порода — елювій глинистого сланця.

Зональними ґрунтами південних схилів Головної (першої) гряди є коричневі ґрунти. Вони поширені переважно на південних

схилах прибережної зони до висоти 550 м над рівнем моря на елювії і делювії глинистих сланців і верхньоюрських вапняків.

Кліматичні умови в зоні поширення коричневих ґрунтів мають ознаки сухого Середземномор'я і характеризуються позитивними середніми температурами зимових місяців, рівномірним розподілом опадів протягом року. Середньорічна кількість опадів відносно невелика — 320–430 мм. Посушливий клімат даної зони сприяє розвитку зріджених лісів і чагарників. Особливості ґрунтоутворних порід обумовили властивості коричневих ґрунтів. На вапняках вони карбонатні, реакція ґрунтового середовища (рН водний — 7,5–7,7), на безкарбонатних породах — слабокисла (рН водний — 5,9–6,7). Вміст гумусу — 6–9%.

Коричневі карбонатні ґрунти на елювії вапняків поширені на вирівняних ділянках і схилах під чагарниковою і трав'янистою рослинністю. Потужність профілю — 80–110 см; має таке чергування горизонтів: Нк — (0–20–25 см) — гумусовий горизонт; Нрк — (22–27 см) — верхній перехідний горизонт, щибенистий; Р<sub>нк</sub> — (30–35 см) — нижній перехідний горизонт, щибенистий; глибше — слабковивітрений елювій вапняків.

Колір коричневих ґрунтів залежить від особливостей ґрунтоутворюючих порід. При загальному їх коричневому забарвленні, ґрунти, що утворилися на червонозабарвлених вапняках з підвищеним вмістом заліза, мають червонувато-бурий відтінок. Вони займають нижню смугу зони поширення коричневих ґрунтів і їх описують як червоно-коричневі ґрунти сухих лісів і чагарників. Такий ґрунт описаний М. І. Полупаном в заповідній частині Нікітського ботанічного саду — сухий ліс на мисі «Мартьян» (рис.17).

Профіль ґрунту містить щибенювато-кам'янисті включення щільної породи, які сприяють формуванню досить добрих водно-повітряних властивостей червоно-коричневих ґрунтів, їх задовільну водопроникність, що оберігає їх від руйнівної дії поверхневого стоку.

Коричневі і червоно-коричневі ґрунти сухих лісів і чагарників придатні під виноградники, вирощування тютюну і окремих субтропічних культур.

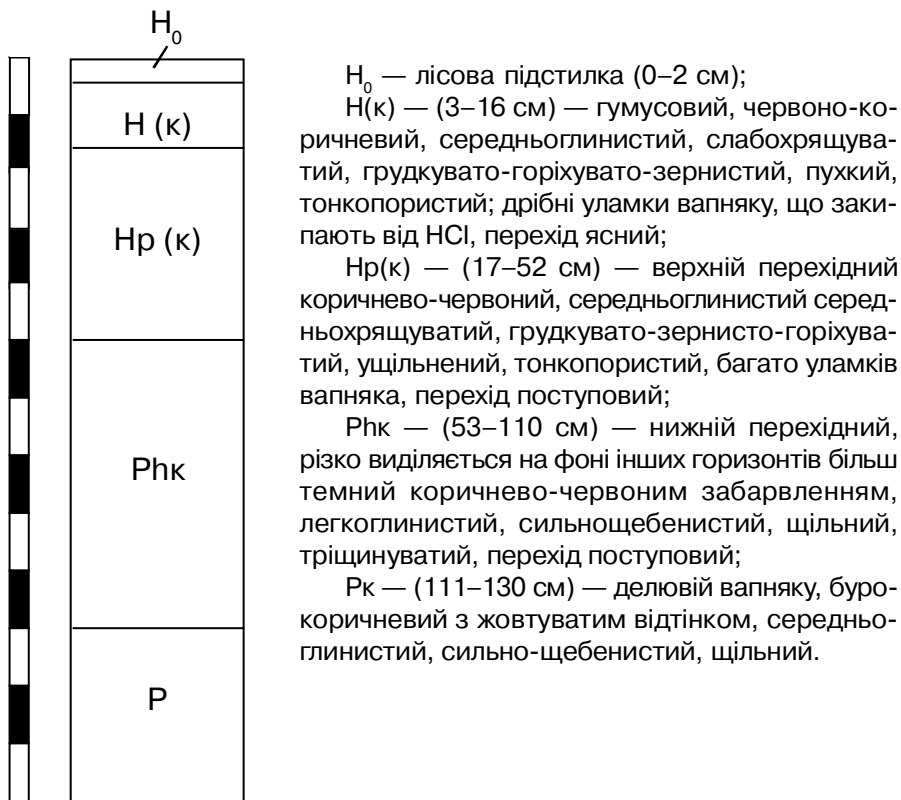


Рис. 17. Будова профілю червоно-коричневого ґрунту сухих лісів і чагарників на делювії вапняків

### Контрольні запитання

1. Якими особливостями клімату і рельєфу обумовлені умови ґрунтоутворення в гірському Криму?
2. Які ґрунти характерні для різних районів гірського Криму?
3. Яка будова профілю червоно-коричневих ґрунтів сухих субтропиків південного берегу Криму? Як вони використовуються?

## **11. ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ. ОХОРОНА ҐРУНТІВ**

### **11.1. Земельні ресурси України і основи земельного законодавства**

У вирішенні основної задачі сільськогосподарського виробництва — забезпечення матеріального і продуктового достатку в країні — провідна роль відводиться ефективному використанню земельних ресурсів, планомірному та систематичному підвищенню родючості ґрунтів на основі широкого застосування досягнень аграрної науки.

Україна належить до країн з найсприятливішими ґрунтово-кліматичними умовами. Переважання родючих земель, висока щільність населення та історичні особливості розвитку сільського господарства зумовили високий рівень освоєння земельного фонду країни.

Рівень сільськогосподарського освоєння території — 70,4%. Площа розорюваних земель становить 57%, тоді як в інших розвинутих країнах світу вона коливається від 17 до 32%. Основну площу сільськогосподарських угідь (67,7%) займають чорноземи і лучно-чорноземні ґрунти. Близько третини всієї площі становлять еродовані ґрунти, 7,6% — заболочені і перезволожені землі, 7,5% — засолені й солонцюваті. У деяких районах спостерігаються вторинне засолення, осолонцювання, підтоплення зрошуваних земель, підвищення кислотності ґрунтів.

Слід зазначити, що тривале екстенсивне використання ґрунтів, а також неправильний підхід до інтенсифікації землеробства призвели до значного зниження родючості ґрунтів (зменшився вміст гумусу, погіршилися агрофізичні властивості ґрунтів, збільшився розвиток ерозійних процесів).

Сучасний стан землеробства в Україні вимагає докорінного перегляду способів використання земельних ресурсів, розробок основних напрямів їх ефективного використання і розширеного відтворення родючості ґрунтів.

У листопаді 2001 р. затверджено «Земельний кодекс України», який регулює земельні відносини і передбачає створення

умов для раціонального використання та охорони земель, відтворення родючості ґрунтів, збереження і поліпшення природного середовища для рівноправного розвитку всіх форм господарювання. У цьому документі (розд. III) приведений зміст і порядок в галузі використання і охорони земель. Землевласники і землекористувачі, в тому числі орендарі, повинні здійснювати весь комплекс заходів для відновлення і підвищення родючості ґрунтів, захисту ґрунтів від водної і вітрової ерозії.

Постанова Верховної Ради України «Про земельну реформу» від 18 грудня 1990 р. є складовою частиною економічної реформи, що здійснюється у зв'язку з переходом економіки до ринкових відносин. Завданням цієї реформи є перерозподіл земель з одночасним наданням їх у довічне успадкування громадянам та іншим землекористувачам з метою створення умов для різних форм господарювання на землі, формування багатоукладної економіки, раціонального використання та охорони земель.

Ерозія ґрунтів і райони її поширення. Ерозія ґрунтів (від лат. *erodio* — роз'їдання) — це руйнування їх під дією природних та антропогенних факторів.

Залежно від природного фактора руйнування розрізняють водну і вітрову ерозію. *Водна ерозія* виявляється у змиванні верхнього шару ґрунту або розмиванні його в глибину під дією талих, дощових і поливних вод. Розрізняють площинну, або поверхневу, ерозію, яка руйнує і змиває поверхневий шар ґрунту рівномірно по всій площі. При цьому втрачається найродючіший шар ґрунту. Встановлено, що втрата лише 1 см верхнього шару ґрунту рівноцінна втраті шару ґрунту, що сформувався за 100 років. Якщо змивається 20-сантиметровий шар чорнозему, то на 1 га втрачається, т: гумусу — 150–200, азоту — 10–15, фосфору — 5–6, калію — 40–60, кальцію — 50–60.

При лінійній ерозії руйнування ґрунту відбувається вглиб. Утворюються спочатку промоїни, потім яри. На території України щорічно внаслідок розвитку лінійної ерозії втрачаються великі площі орних земель. Яри розсікають поля, утруднюють пересування сільськогосподарських машин, дренають ґрунтову товщу.

Розвиток водної ерозії залежить від рельєфу місцевості. Так, руйнування ґрунтів водою починається при нахилі території 1–2°C.

За ступенем змиву основних генетичних горизонтів еродовані ґрунти поділяються на слабо-, середньо-, сильно- і дуже змиті ґрунти. Змитість ґрунту визначають порівнянням еталонного (незмитого) ґрунту з фактичною наявністю в профілі ґрунту не зруйнованих ерозією генетичних горизонтів.

У слабкозмитих ґрунтах змито не більше половини гумусового горизонту. Такі ґрунти є на слабопологих схилах серед незмитих ґрунтів. Середньозмиті ґрунти — це ґрунти, у яких гумусовий горизонт змитий на  $2/3$ . Знаходяться вони на пологих і покатих схилах. Сильнозмиті ґрунти — це ґрунти, у яких зовсім немає гумусового горизонту і частково зруйнований перехідний. Залягають вони на крутих і випуклих схилах. Дуже змиті ґрунти — майже повністю зруйновані. В орний горизонт входить нижній перехідний горизонт і частково ґрунтоутворна порода.

На середньо- і сильнозмитих ґрунтах урожаї сільськогосподарських культур у 2–5 разів нижчі, ніж на незмитих.

Руйнування поверхні ґрунту під дією сильних вітрів називається *вітровою ерозією*, або *дефляцією*, яка виявляється у вигляді пилових (чорних) бур і місцевої (повсякденної) вітрової ерозії. Процеси вітрової ерозії починаються при швидкості вітру 3–4 м/с на супіщаних, 4–6 — на легкосуглинкових, 5–7 — на важкосуглинкових і 7–9 м/с — на глинистих ґрунтах. Часточки ґрунту понад 0,25 мм переносяться вітром по поверхні або над поверхнею ґрунту на висоті кількох десятків сантиметрів. Часточки ґрунту, менші за 0,25 мм, переносяться вітром інколи на великій відстані, на різній висоті в атмосфері. У зв'язку з цим розрізняють зону дефляції, звідки видувається ґрунт, і зону акумуляції, де він відкладається. Так, під час пилових бур у лютому 1969 р. зоною дефляції були чорноземи Кубані та півдня України, а зоною акумуляції — територія Східної та Центральної Європи. Часточки пилу випадали аж у Норвегії. За даними авторів, у Голосіївському лісі (м. Київ) в ті дні випало близько 750 кг/га пилу.

Площа земель в Україні, що зазнають водної і вітрової ерозії, становить близько 18 млн га, в тому числі водної — 13 млн га, а вітрової — 5 млн га.

На території України за ступенем розвитку ерозійних процесів виділено 22 ерозійних райони. Найбільш небезпечними зонами розвитку ерозії є Волино-Подільська, Придніпровська та

Наддністровська височини, Донецький кряж і відроги Середньоросійської височини. Значні площі земель еродовані в Карпатах і гірському районі Криму.

Вітрова ерозія характерна переважно для південних і південно-східних районів України. Найбільше зазнають вітрової ерозії чорноземи і темно-каштанові ґрунти Луганської, Донецької, Харківської, Дніпропетровської, Херсонської, Миколаївської та Одеської областей. Випадки вітрової ерозії спостерігаються на піщаних та занадто осушених торф'яних ґрунтах Полісся.

## **11.2. Агротехнічні, лісомеліоративні і гідротехнічні протиерозійні заходи**

Захист ґрунтів від ерозії передбачає проведення профілактичних заходів запобігання її розвитку і конкретних заходів щодо ліквідації ерозії там, де вона вже розвинута. Тільки після виявлення причин і явищ, що сприяють ерозії ґрунтів, проектувальники і практики можуть конкретно здійснювати заходи щодо ліквідації усіх наслідків руйнування ґрунтів.

Протиерозійна організація території господарства має передбачати створення водозбірних ділянок з метою затримання і переведення поверхневого стоку талих і дощових вод та поглинання їх ґрунтом. При цьому землеробство повинно бути ґрунтозахисним, а агротехніка — протиерозійною.

У комплексі агротехнічних протиерозійних заходів велике значення має безполицевий обробіток ґрунту, що доповнюється іншими заходами раціональної агротехніки — запровадження раціональних сівозмін при контурно-стрічковому способі організації території, безполицеве лущення і культивуція із залишенням стерні на поверхні поля; щільювання ґрунтів на схилах, терасування крутих схилів; внесення меліорантів і добрив.

Особливу увагу треба приділяти ґрунтозахисній ролі самих рослин, снігозатриманню та регулюванню сніготанення.

До лісомеліоративних протиерозійних заходів належать такі: насадження полезахисних лісосмуг упоперек схилів для затримання поверхневого стоку, а також вітрозахисних лісосмуг, які створюють на межах полів сівозміни; прияружних та прибалко-

вих лісосмуг, створення лісочагарникових насаджень на крутих схилах, днищах ярів і балок; водозахисних насаджень по берегах водойм для їх захисту від замулювання і руйнування берегів; суцільне або плямисте залісення еродованих або ерозійно небезпечних земель (пісків, виходів гірських порід на поверхню, відвалів гірських виробок тощо).

Гідротехнічні засоби доцільно застосовувати тільки тоді, коли інші заходи запобігти ерозії не в змозі. До них належать спеціальні споруди для регулювання стоку: водозатримуючі вали у верхів'ях балок і ярів; тераси з широкою основою та канави; донні споруди по руслу стоку. Для запобігання ерозії треба виположувати пониження в ярах і видолинках, створювати водосховища тощо.

### **Контрольні запитання**

1. Як використовуються земельні ресурси України?
2. Що таке ерозія ґрунтів?
3. Які є види ерозії ґрунтів?
4. Як класифікують еродовані ґрунти?
5. Які причини ерозії ґрунтів?
6. Що слід включати в комплекс протиерозійних заходів?

## **12. ВИКОРИСТАННЯ МАТЕРІАЛІВ ҐРУНТОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **12.1. Ґрунтові карти, картограми і їх призначення. Ґрунтовий нарис**

Кінцевим результатом досліджень ґрунтів є ґрунтова карта — документ про інвентаризацію ґрунтів на певній території. Це графічне зображення у певному масштабі ґрунтів окремих територій. Добре складена і науково обґрунтована карта ґрунтів повинна бути зрозумілою і загальнодоступною для кожної зацікавленої особи. Для карти ґрунтів вироблені відповідні умовні позначення, які пояснюють її зміст. Насамперед на карті зазначено типи, підтипи й різновиди ґрунтів за гранулометричним складом і характером ґрунотворних порід. Карту ґрунтів розфарбовують так, щоб окремий ґрунтовий контур мав тільки своє характерне забарвлення або колір і відрізнявся від інших різновидів ґрунтів.

За картою ґрунтів можна виявити ґрунти з високою і низькою ефективною родючістю, встановити контури орних ґрунтів, що потребують органічних і мінеральних добрив, проведення хімічної меліорації і протиерозійних заходів, дати агрохімічну характеристику та визначити агровиробниче групування ґрунтів тощо.

До ґрунтової карти додатково складають, як правило, 2–5 картограми, причому їх складають у такому самому масштабі, що й ґрунтову карту, і показують на них одну або кілька найбільш виробничо важливих характеристик ґрунту. На картограмі зазначають також властивості ґрунтів, які не були достатньо відображені на карті ґрунтів.

Картограми різних зон і областей неоднакові за змістом. Конкретний набір картограм у кожній області залежить від природних і господарських умов. Картограми складають на основі відповідних агрохімічних показників, причому на картограмі відображується вся ситуація картографічної основи і план внутрішньогосподарського землевпорядкування окремого господарства. Картограми відображують зміни властивостей ґрунтів за певний період між турами агрохімічних обстежень, що проводяться раз у 5 років.

За призначенням картограми поділяються на загальні, тобто такі, що є обов'язковими для всіх зон, і регіональні, що залежать від специфіки природних умов господарства і його виробничого напрямку. До загальних належать агрохімічні картограми (вміст рухомих форм фосфору і калію), картограми агровиробничого групування та бонітування ґрунтів, а до регіональних — картограми еродованості земель та протиерозійних заходів, кислотності ґрунтів (рН сольовий), засолення, меліорації солонців, гранулометричного складу, вмісту гумусу тощо. Крім того, до ґрунтових карт і пояснюючого тексту картограм додається нарис «Ґрунти господарства і рекомендації щодо їх використання». В ньому подаються результати аналізів ґрунтів, відомості про природні й економічні умови господарства, опис ґрунтів, агро-виробничі рекомендації та інші дані, добуті під час великомасштабних ґрунтових обстежень. Нарис складається з кількох розділів (вступ, характеристика господарства, природні умови, ґрунти господарства, рекомендації щодо їх використання).

Уся земельно-господарська документація випускається в кількох примірниках і передається в господарство, відділи землекористування і землеустрою районних та обласних управлінь сільського господарства. Документи, в яких відображені властивості ґрунтів і містяться рекомендації щодо практичного їх використання, є основними при розробці заходів для раціонального землекористування.

## **12.2. Агровиробниче групування ґрунтів**

Агровиробниче групування ґрунтів — це об'єднання їх у більші групи різновидів ґрунтів, близьких за агрономічними властивостями та особливостями сільськогосподарського використання. Їх зазначають у розділі ґрунтового нарису, де характеризується картограма агровиробничого групування ґрунтів і подано рекомендації щодо їх використання.

Матеріали агровиробничого групування ґрунтів використовують для визначення якості ґрунтових ресурсів та оцінки земель, правильного розміщення культур і спеціалізації сівозмін, найефективнішого застосування агротехнічних і меліоративних заходів, вирішення питань трансформації угідь.

Агровиробничі групування ґрунтів бувають загальнодержавними, регіональними і господарськими. Господарські агровиробничі групування ґрунтів створюються на основі агрономічної інтерпретації та узагальнення ґрунтових обстежень території конкретних господарств. Нині внутрішньогосподарське агровиробниче групування ґрунтів є обов'язковим завершальним етапом узагальнення матеріалів великомасштабного обстеження ґрунтів кожного господарства. При комплексних агровиробничих групуваннях ґрунтів господарства використовують такі критерії: подібність агрономічних властивостей ґрунтів, що визначаються їх генетичними особливостями; схожість умов рельєфу за використанням сільськогосподарських угідь; подібність структури ґрунтового покриву.

Для ґрунтів, об'єднаних в одну агровиробничу групу, передбачається однаковий напрям їх сільськогосподарського використання (наприклад, під овочеві та інші інтенсивні культури) і загальний комплекс агротехнічних заходів при вирощуванні сільськогосподарських культур (введення сидератів, вапнування), застосування комплексу протиерозійних або меліоративних заходів тощо.

На практиці спеціаліст повинен уміти оцінювати не тільки окремі ґрунти, а й комбінації в межах сівозміни.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке карта ґрунтів?
2. Для чого складають картограми?
3. Що таке агровиробниче групування ґрунтів і як воно використовується?

### 13. ЗЕМЕЛЬНИЙ КАДАСТР

Ґрунтові ресурси кожної країни — народне багатство. Правильне його використання неможливе без кількісного та якісного обліку ґрунтів. Державна система вивчення, оцінки, обліку й розподілу земельного фонду країни називається Державним земельним кадастром (від франц. *cadastre* — реєстр). Державний земельний кадастр передбачає організацію її раціонального використання та охорони, регулювання земельних відносин, землеустрою, обґрунтування розмірів плати за землю, оцінку господарської діяльності. Отже, він включає дані реєстрації землекористувачів, облік кількості і якості земель, бонітування ґрунтів та економічну оцінку земель.

Основною формою кількісного та якісного обліку ґрунтів є різні матеріали великомасштабних ґрунтових досліджень: карти ґрунтів, картограми, ґрунтові нариси з аналітичними даними та ін. Важливе значення для детальної, якісної оцінки ґрунтів мають їх агровиробничче групування та бонітування.

Бонітування ґрунтів (від лат. *bonita* — доброякісність) — це порівняльна оцінка їх за продуктивністю, виражена в балах, яка враховує їх об'єктивні ознаки і властивості.

Наукові основи бонітування ґрунтів у Росії були розроблені В. В. Докучаєвим. Основним фактором оцінки якості земель він вважав «природну правоздатність ґрунтів», тобто їх природні якості як найбільш об'єктивні і надійні показники.

Завдання бонітування — дати порівняльну кількісну оцінку ґрунтів, рівня їх потенціальної родючості, тобто показати, наскільки один ґрунт кращий чи гірший за інший і придатний для вирощування певних культур незалежно від будь-яких вартісних категорій. Бонітування ґрунтів — це не тільки узагальнюючий етап установлення сільськогосподарського значення ґрунтів, а й вихідна позиція, визначення завдань інших сільськогосподарських наук. Тому бонітування ґрунтів — одна з найскладніших проблем в науці про ґрунти.

Чітке врахування оцінки виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств робить ґрунт та його родючість могутнім фактором підвищення продуктивності праці в сільському

господарстві. Давно відомо, що навіть у межах одного району зустрічаються господарства з різною природною родючістю ґрунтів. Отже, при плануванні показників виробничої діяльності господарств треба враховувати якість ґрунтів, а не механічно порівнювати показники різних господарств за виходом продукції з 100 га сільськогосподарських угідь без урахування якості ґрунтів. На ґрунтах з більш високою природною родючістю значно легше вирощувати високі і стійкі врожаї, ніж на ґрунтах з нижчою родючістю. Природно, що на кращих за родючістю ґрунтах повинні бути і вищі показники виходу продукції на 100 га земельних угідь.

Без бонітування ґрунтів неможливо правильно вирішити багато виробничих питань: впровадження у господарствах науково обґрунтованих заходів підвищення родючості ґрунтів, раціональне використання орних та вибір для освоєння нових земель, впровадження сівозмін і раціональне розташування сільськогосподарського виробництва, прогнозування врожаїв сільськогосподарських культур, визначення оптимальної структури посівних площ і перспектив спеціалізації господарств, планування закупівель сільськогосподарських продуктів, оплата праці та аналіз ефективності виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств.

Показником якості (родючості) ґрунтів є бонітет, виражений у балах. Це інтегральна величина різних властивостей і ознак ґрунту, що визначаються в міліграмах, міліграм-еквівалентах, міліметрах, процентах тощо. Це свідчить про відносний (порівняльний) характер оціночних робіт. Встановлюється бал бонітету за об'єктивними природними властивостями та ознаками ґрунту, які є критеріями бонітування.

Критерії бонітування поділяють на основні (типові) і модифікаційні. Основними (типовими) вважають критерії, які безпосередньо характеризують здатність ґрунтів задовольняти потреби рослин у факторах життєдіяльності — воді і елементах живлення, тобто дають змогу оцінити їх родючість. Модифікаційні критерії визначаються специфічними властивостями ґрунту, що зумовлюють ту чи іншу можливість рослин використовувати елементи живлення і вологу для утворення врожаю.

У 1993 р. було вперше проведено суцільне бонітування ґрунтів сільськогосподарських угідь України на основі «Методики бонітування ґрунтів України», що була розроблена в 1992 р.

ученими Інституту землеустрою, Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського та Української сільськогосподарської академії (нині Національний аграрний університет України). Методика передбачає загальне і окреме бонітування ґрунтів. Особливістю методики є те, що загальне і окреме бонітування ґрунтів проводиться за єдиною системою, побудованою на подібних принципах, але з обов'язковим урахуванням місцевих і регіональних особливостей ґрунтів та природних умов вирощування сільськогосподарських культур.

Згідно з методикою, показники бонітету ґрунтів відображають порівняльну оцінку їх якості, що визначається за об'єктивними ознаками та властивостями і корелюють з урожаєм сільськогосподарських культур. До критеріїв бонітування ґрунтів належать властивості ґрунтів, що характеризуються кількісними показниками, мало змінюються в часі й істотно впливають на врожай сільськогосподарських культур, тобто найдетальніше відображують суть родючості ґрунтів. Менш стійкі ознаки враховуються у вигляді поправочних коефіцієнтів до бонітету ґрунтів, визначеного за основними критеріями.

Об'єктом бонітування є територіальні одиниці ґрунтового покриття, що виділені на картах ґрунтів і об'єднані в агровиробничі групи ґрунтів згідно з «Номенклатурним списком агровиробничих груп ґрунтів Української РСР» (К., 1978).

Родючість ґрунтів оцінюється за 100-бальною шкалою. Внаслідок неоднорідності ґрунтово-кліматичних умов і значної відмінності у вимогах культур до умов вирощування практично неможливо вибрати єдиний для України еталон ґрунтів, який можна було б оцінити 100 балами. Тому за розрахункові 100 балів приймають еталонний ґрунт для кожної культури в межах природно-сільськогосподарського району, де існує екологічний оптимум для вирощування даної сільськогосподарської культури. Усього в Україні виділено 198 природно-сільськогосподарських районів, що відрізняються агрохімічними, геоморфологічними і ґрунтовими показниками.

Роботи з бонітування ґрунтів складаються з кількох етапів і проводяться в такій послідовності.

1. Уточнення природно-сільськогосподарського районування земельного фонду.

2. Складання списку агровиробничих груп ґрунтів.

3. Агроекологічне обґрунтування розміщення культур (збір і систематизація даних про агробіологічні вимоги сільськогосподарських культур до агрокліматичних і ґрунтових умов середовища та виділення зон вирощування культур відповідно до їх агробіологічних вимог).

4. Збір та обробіток даних про властивості ґрунтів.

5. Вибір еталонних ґрунтів за природно-сільськогосподарськими районами і зонами вирощування культур.

6. Розробка шкал бонітування ґрунтів за природно-сільськогосподарськими районами і зонами вирощування культури.

7. Підготовка документації про результати робіт з бонітування.

Критеріями для розрахунку шкал бонітетів ґрунтів є такі.

1. При загальному бонітуванні ґрунтів — показники, що найповніше, достовірно та об'єктивно відображують здатність ґрунту як природно-історичного тіла задовольняти потреби сільськогосподарських рослин у факторах життя — воді і поживних елементах (безвідносно до будь-якої культури). Це такі основні (типові) показники: а) запаси гумусу в метровому шарі ґрунту, т/га; б) максимально можливі запаси продуктивної вологи (діапазон активної вологи) в метровому шарі ґрунту, мм; в) вміст рухомих форм фосфору та обмінного калію в орному шарі ґрунту, мг/100 г. Для врахування впливу на родючість ґрунту таких його властивостей і ознак, як кислотність, оглеєність, засолення, солонцюватість, скелетність, до балів бонітету ґрунту, визначеного за основними показниками, вводять відповідні поправочні коефіцієнти. Дані для визначення цих показників збирають для кожної ґрунтової відміни, яка займає окремий контур на карті ґрунтів.

2. При окремому бонітуванні ґрунтів властивості ґрунтів, що виражені в кількісних показниках, стійкі в часі та істотно впливають на врожай певної сільськогосподарської культури в межах конкретного природно-сільськогосподарського району або зони вирощування цієї культури. До таких культур в Україні віднесені: озима пшениця, озиме жито, ячмінь, овес, кукурудза на зерно, соняшник, цукрові буряки, картопля і льон. Типові (основні) властивості ґрунтів такі: а) вміст гумусу в орному шарі і генетичних горизонтах, %; б) потужність гумусових горизонтів, см; в) вміст фізичної глини, %.

Інші показники властивостей ґрунтів використовують як поправочні коефіцієнти до основних. До них відносять: а) індекс фізичного стану; б) ступінь засолення; в) ступінь скелетності; г) кислотність (градації по рН сол); д) оглеєність (глибина і ступінь); е) ступінь змитості; є) вміст рухомих поживних речовин (фосфору і калію). При зборі даних про властивості ґрунтів під багаторічними насадженнями треба також фіксувати глибину підстилання ґрунтоутворних порід щільними породами або пісками.

Дані про властивості ґрунтів збирають окремо по видах угідь, природно-сільськогосподарських районах, агропромислових групах ґрунтів. При збиранні первинної інформації про природні властивості ґрунтів використовують такі матеріали: а) списки господарств, що входять у природно-сільськогосподарські райони; б) списки видів ґрунтів, виділених на великомасштабних картах ґрунтів і об'єднаних потім в агропромислові групи ґрунтів цих районів; в) дані про морфологічні, фізико-хімічні та хімічні властивості ґрунтів господарства.

Шкали окремого бонітування ґрунтів орних земель розробляють у такій послідовності.

1. Визначають перелік культур, відносно яких розробляють бали бонітетів ґрунтів окремого природно-сільськогосподарського району.

2. Встановлюють бонітети ґрунтів згідно з окремими їх властивостями, від яких найбільше залежить урожай сільськогосподарських культур.

3. Визначають рівень впливу окремих показників якості ґрунту (або бонітету) на врожай культури.

4. Розраховують загальні бали бонітету ґрунтів відносно наявних культур по всіх агропромислових групах природно-сільськогосподарського району.

5. Розробляють шкали бонітетів ґрунтів по зоні вирощування культури.

Бонітування ґрунтів під багаторічними насадженнями і, природними кормовими вгіддями проводять аналогічно бонітуванню ґрунтів орних земель. Збирати і обробляти дані про властивості ґрунтів можна не по природно-сільськогосподарських районах, а по більш великих територіях — кількох районах, по округу або провінції. При бонітуванні ґрунтів особистих підсобних господарств

громадян ураховують поправочний коефіцієнт рівня окультуреності земельної ділянки.

Розроблені шкали бонітування ґрунтів дають змогу визначати бонітет ґрунтів кожної земельної ділянки в межах України, на яку складена карта ґрунтів. Єдині шкали бонітетів (зокрема бонітування по зонах вирощування культур, загальне — по Україні в цілому) використовують для складання карт бонітету ґрунтів України.

### **13.1. Економічна оцінка земель**

Економічна оцінка земель враховує не тільки родючість ґрунтів, а й інші особливості елементарного господарського виділу, що визначають затрати на вирощування врожаю. До них належать насамперед витрати, пов'язані з особливостями рельєфу і ґрунтового покриву, розмірами і формою полів, труднощами механічного обробітку ґрунтів і проведення меліоративних робіт тощо. Крім того, деякі витрати пов'язані з особливостями самого господарства, його віддаленістю від пунктів постачання, формою території землекористування, відстанню до місць реалізації сільськогосподарської продукції та організаційною структурою. Це внутрішньогосподарські витрати. Усі розрахунки при економічній оцінці земель здійснюють у вартісному (грошовому) виразі. Найважливішими показниками економічної оцінки земель є загальна вартість виробленої продукції (валовий прибуток), загальні витрати на врожай (з диференціацією по категоріях), чистий прибуток. Крім того, пропонують використовувати як показник економічної оцінки земель диференціальну ренту, яку обчислюють у загальнодержавному масштабі.

Показники економічної оцінки (витрати, чистий прибуток) для одних і тих самих ґрунтів у господарствах одного і того самого природно-сільськогосподарського району будуть різними залежно від місцерозташування та організаційної структури господарств.

Використання показників бонітування та економічної оцінки земель дає змогу точно визначити успіхи й недоліки в діяльності окремих господарств і пов'язати їх або з родючістю ґрунтів, або із застосуванням комплексу агротехнічних та меліоративних заходів, або з організаційними та іншими факторами.

### **13.2. Застосування матеріалів бонітування ґрунтів і якісної оцінки земель у сільськогосподарському виробництві**

Бонітування ґрунтів та якісна оцінка земель у системі земельного кадастру є науковою основою раціонального і високоефективного використання земельних ресурсів країни, підвищення родючості ґрунтів та врожайності сільськогосподарських культур. Показники бонітування ґрунтів і якісної оцінки земель забезпечують планові органи та сільськогосподарські підприємства необхідними даними про землю як основний засіб виробництва в сільському господарстві. Ці дані потрібні для науково обґрунтованого вирішення питань плати за землю, планування, організації, розміщення і спеціалізації сільськогосподарського виробництва, оцінки результатів виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств, удосконалення системи господарсько-договірних відношень, державних і ринкових цін на сільськогосподарські продукти, матеріально-технічне постачання, оподаткування, кредитування тощо.

Бонітування ґрунтів, що ґрунтується на врахуванні факторів життя рослин, є природно-науковою основою для прогнозування (планування) врожаїв сільськогосподарських культур і розрахунку ефективності використання земельних, агрохімічних і метеорологічних ресурсів на рівні області, району, господарства, бригади, поля. Так, середньозважений бал бонітету земель використовують при розрахунку розподілу фондів мінеральних добрив.

При плануванні врожайності обов'язково потрібно мати дані про бонітет земель. Визначення рівня використання виробничих ресурсів господарства неможливе без використання такого показника, як ресурсний (плановий) урожай. При його визначенні використовують бонітет землі в балах. Бал бонітету земель конкретної земельної ділянки, на якій вирощуватиметься та чи інша сільськогосподарська культура, беруть за даними картограми якості земель господарства.

Матеріали бонітування ґрунтів та якісної оцінки земель є науковою основою для вдосконалення організації території та обґрунтування проектів внутрішньогосподарського землеустрою сільськогосподарських підприємств.

Певне значення мають показники бонітету ґрунтів при технічному нормуванні польових механізованих робіт і диференціації в господарствах змінного виробітку агрегатів, для правильного підбору системи машин і знарядь з урахуванням якості ґрунтів, при плануванні економічних показників.

Важливе значення має бонітування ґрунтів і для охорони ґрунтового покриву від ерозії, заболочування, вторинного засолення, руйнування і забруднення внаслідок розвитку промисловості і транспорту, Контроль за використанням і станом землі повинен також ґрунтуватись на суворому обліку її якості та кількості, тобто на основі матеріалів земельно-оціночних робіт.

Отже, облік та оцінка якості землі є важливими і необхідними умовами її раціонального та високоефективного використання, засобом подальшого підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва.

## 14. СКЛАД І ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН

### 14.1. Роль макро- і мікроелементів

У живленні рослин, крім головних елементів — азоту, фосфору і калію, на думку багатьох дослідників, беруть участь 76 елементів періодичної системи Д. І. Менделєєва. До макроелементів належать хімічні елементи, вміст яких у ґрунті і рослинах становить від кількох процентів до сотих часток процента в перерахунку на суху речовину. Макроелементи — це азот, вуглець, кисень, водень, сірка, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, натрій.

До мікроелементів належать хімічні елементи, вміст яких у ґрунті і рослинах становить не більш як тисячні частки процента в перерахунку на суху речовину. Мікроелементи — це цинк, бор, мідь, молібден, кобальт, манган.

Наявність головних елементів живлення (N, P і K) у ґрунті і рослинах визначає інтенсивність вибіркового поглинання поживних речовин, що виявляється в обміні речовин і зумовлює формування врожаю певної якості.

**Азот** входить до складу амінокислот, з яких побудована молекула білка, де на азот припадає 16–18%. Білкові сполуки є складовою частиною протоплазми. Вони є в кожній клітині і, як писав Д. М. Прянишников, становлять матеріальну основу будь-якого життєвого процесу. Без азоту не утворюються білкові сполуки, без яких не може бути протоплазми, а отже, й життя.

Азот і зольні елементи, які входять до складу рослин у меншій кількості, ніж вуглець, мають велике значення. Без їх участі неможливе утворення безазотистих та беззольних органічних сполук. Живлення рослин зольними елементами й азотом добре піддається регулюванню через застосування добрив. Азот входить до складу хлорофілу, нуклеїнових кислот, фосфатидів, глюкозидів, алкалоїдів, ферментів, рістактивуючих та інших речовин. Джерелом азоту для рослин є амонійний і нітратний азот. Рослини можуть засвоювати азот амідів і амінокислот. Бобові та деякі небобові рослини засвоюють азот з атмосфери за допомогою бульбочкових бактерій. Основними сполуками, які формують урожай і визначають певною мірою його якість, є нітратний та амонійний азот.

Велике значення для засвоєння рослинами азоту має реакція ґрунту, концентрація іонів у ньому, стан самої рослини і накопичення вуглеводів та інших сполук. При нейтральній реакції ґрунту рослини краще засвоюють азот з амонійних добрив, а при кислій — із селітр. Д. М. Прянишников процес перетворення азоту у рослині зобразив такою схемою:



У насінні обмін азотистих сполук починається з моменту його проростання. Від умілого впливу на процес біосинтезу білка та органічних речовин залежить ефективність добрив та інших засобів хімізації. Одночасно з процесом біосинтезу білка відбувається процес його розкладання. Вміст азоту у рослинах становить від 0,5 до 5%. Багато азоту міститься у насінні, листках, особливо молодих, менше — у стеблах, кореневій системі.

Посилене азотне живлення сприяє розвитку асиміляційної поверхні та розвитку вегетативних органів рослин, підвищенню їх урожайності. Надмірне азотне живлення призводить до подовження вегетаційного періоду рослин, їх полягання, зниження азотфіксуючої здатності, накопичення нітратного азоту у сільськогосподарській продукції. Поглинутий амонійний і нітратний азот при достатній кількості у рослинах органічних кислот та інших сполук швидко вступає у білковий обмін. При недостатній утилізації нітратного азоту нітрат-іони можуть накопичуватись у кормах та продуктах, які споживає людина, у кількостях, вищих за гранично допустиму концентрацію (ГДК). Дуже шкідливою властивістю нітрат-іонів є участь їх у реакціях нітрозування амінів і амідів, внаслідок чого утворюються канцерогенні N-нітросполуки (нітрозодиметиламін, нітрозодиетиламін).

Використання результатів ґрунтової і рослинної діагностики дає змогу регулювати умови живлення рослин, отримувати біологічно повноцінну продукцію.

**Фосфор** входить до складу органічних (нуклеїнових кислот, фосфопротеїдів, фосфатидів, фітину, лецитину, сахарофосфатів) і мінеральних сполук (солей фосфорної кислоти). Фосфор засвоюється переважно кореневою системою рослин у вигляді іонів фосфорної кислоти ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ). Засвоєння фосфору з піро- і метафосфатів та деяких органічних сполук незначне.

Фосфор, як і азот, концентрується у товарній продукції. Рослини поглинають більше фосфору у перший період росту, що дає їм змогу створити певний запас цього елемента. Тому внесення суперфосфатів у рядки під час сівби завжди високоефективне.

Добре засвоюють фосфор з важкорозчинних фосфорних добрив (фосфоритне борошно) люпин, гречка, гірчиця, гірше — горох, еспарцет, коноплі.

Недостатнє фосфатне живлення зумовлює затримку росту і розвитку рослин, їх дозрівання, погіршення якості продукції і зниження; врожайності. Оптимальне фосфатне живлення підвищує врожай і сприяє підвищенню якості продукції, поліпшує стійкість рослин проти полягання і низьких температур. Надмірне живлення рослин фосфором зумовлює скорочення вегетаційного періоду, що призводить до недобору товарної продукції, зниження коефіцієнта використання фосфору з добрив. Вміст фосфору в рослинах становить 0,5–1%  $P_2O_5$ .

**Калій** міститься в рослинах переважно у мінеральній формі у вигляді іонів калію. В такому вигляді він і поглинається рослиною. Найбільше калію поглинають буряки, картопля, соняшник, гречка. Калій стабілізує структуру клітини і сприяє утворенню багатих на енергію сполук, підвищує утворення ферментів і їх активність, гідратацію колоїдів плазми, накопичення цукрів, крохмалю, білків. Крім того, калій посилює посухо-, холодо- і морозостійкість, а також стійкість рослин проти шкідників, хвороб та їх збудників.

Недостатнє калійне живлення затримує обмін речовин, підсилює дисиміляційні процеси, порушує водообмін, що призводить до 30–40% недобору врожаю. Вміст калію у рослинах становить 0,5–5,6%  $K_2O$ .

**Сірка** входить до складу незамінних амінокислот, протеолітичних ферментів, вітамінів. Рослини поглинають сірку у вигляді сульфат-іонів і їх оксидів кореневою системою і листям. Недостатнє живлення рослин сіркою призводить до зниження процесів фотосинтезу білка, відставання у рості і зниження продуктивності культур та якості продукції. Найбільше сірки міститься у капустах, помідорах, ріпаку і люцерні.

Надходить сірка у ґрунт з органічними і мінеральними добривами, які містять сірку, з атмосферними опадами.

Вибіркова здатність рослин до поглинання іонів найбільше виявляється в умовах достатньої кількості елементів живлення у поживному середовищі. Використання азоту і зольних елементів відбувається найефективніше у період інтенсивного збільшення об'єму і маси рослин. Припинення приросту органічної речовини зумовлює зниження засвоєння елементів мінерального живлення. Наприклад, рослини цукрових буряків найбільш енергійно поглинають поживні речовини у червні, липні і до першої половини серпня, тобто під час максимального наростання маси коренеплоду (табл. 6).

Таблиця 6

**Надходження поживних речовин і наростання маси рослин цукрових буряків (за П. А. Власюком)**

Елементи живлення. Орган рослини	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Всього
Надходження поживних речовин, кг/га							
Азот	2	31	70	26	16	7	152
Фосфор	1	8	19	13	10	5	56
Калій	3	29	93	51	31	15	222
Наростання маси рослин, г							
Коренеплід	2	163	505	728	860		860
Листя	66	251	303	263	227		227

Головним завданням застосування добрив є поліпшення умов живлення рослин протягом усього періоду вегетації. Д. М. Прянишников вважав, що кращим способом застосування органічних і мінеральних добрив є поєднання їх (комбінація). Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив дає змогу в достатній кількості постачати рослинам засвоювані поживні речовини на перших стадіях росту і розвитку за рахунок мінеральних добрив та створити резерв поживних речовин за рахунок гною, з якого поступово виділяються доступні для рослин поживні речовини. Потрібно також враховувати, що гній ліквідує (нівелює) негативні наслідки застосування одних мінеральних добрив, особливо при внесенні їх у великих дозах. Склад рослин дуже різноманітний і залежить не тільки від фази росту і розвитку їх, а й від умов вирощування (табл. 7).

**Таблиця 7**

**Вміст азоту в рослинах озимої пшениці, %**  
(за К. М. Олійником)

Фаза розвитку				
Варіант досліджу	Кущення	Вихід у трубку	Коло-сіння	Вміст білково-го N в зерні
Контроль	3,8	3,2	2,8	2,0
20 т/га гною – фон	4,0	3,6	2,8	2,1
Фон + NPK	4,1	3,8	3,8	2,3
Фон + 2NPK	4,8	4,2	3,9	2,4

При вирощуванні високих урожаїв у культурах посилюється кругообіг речовин, що приводить до нагромадження їх у рослинних рештках, збагачення якими, особливо азотом, враховується при складанні системи удобрення культур (табл. 8).

**Таблиця 8**

**Вміст азоту, фосфору і калію у рослинних рештках, %**

Культура	Рослинні рештки	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озима пшениця	Кореневі	0,67	0,31	0,77
	Пожнивні	0,77	0,22	0,88
Овес	Кореневі	0,80	0,24	0,90
	Пожнивні	0,78	0,28	0,67
Озиме жито	Кореневі	0,74	0,27	0,78
	Пожнивні	0,61	0,21	0,68
Конюшина	Кореневі	2,70	0,78	1,06
	Пожнивні	2,01	0,62	0,90
Люпин	Кореневі	2,82	0,81	0,85
	Пожнивні	1,69	0,70	0,98

Вміст мікроелементів у рослинах непостійний. Він значною мірою змінюється залежно від умов живлення (табл. 9).

Накопичення мікроелементів у великих кількостях, особливо важких металів (Pb, Cd), спостерігається у зонах техногенних викидів. Тому на практиці здебільшого використовують дані середнього вмісту елементів живлення (табл. 10).

Таблиця 9

**Вміст Mn, Zn, Cu, Pb, Cd в озимій пшениці,  
мг/кг сухої речовини (за В. І. Купчиком)**

Варіант досліджу	Mn	Zn	Cu	Pb	Cd
Коріння					
Контроль	160	56,5	30,3	6,9	0,13
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	189	65,8	22,4	8,4	0,16
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	229	47,6	17,2	14,3	0,26
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	258	47,0	17,3	14,3	0,26
Зерно					
Контроль	12,6	28,5	8,7	0,96	0,01
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	12,9	223	7,3	0,52	0,02
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	13,5	21,5	5,7	6,52	0,02
N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	14,0	20,4	5,2	0,45	0,02

Таблиця 10

**Вміст елементів живлення у різних культурах,  
% на суху речовину**

Культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Озима пшениця				
зерно	2,0–2,5	0,85–1,00	0,5–0,8	0,07
солома	0,5	0,2	0,09–1,0	0,28
Кукурудза (зерно)	1,8–2,0	0,57	0,37	0,03
Горox				
зерно	4,3	1,0	1,25	0,09
солома	1,4	0,35	0,50	1,85
Льон				
насіння	4,0	1,35	1,0	0,26
солома	0,62	0,42	0,97	0,69

## 14.2. Винос поживних речовин культурами

**Винос** з ґрунту сільськогосподарською продукцією поживних речовин значною мірою залежить від їх вмісту в основній і побічній продукції врожаю. Розрізняють біологічний і господарський винос. *Біологічний винос* — це кількість поживних речовин, яка витрачається на утворення всієї біологічної маси врожаю.

*Господарський винос* складається з кількості поживних речовин, яка вилучається з поля разом з основною або основною і побічною продукцією після її вивезення з поля при збиранні. Господарський винос залежить не тільки від культур, а й від врожаю, вмісту в ньому поживних речовин та умов вирощування. Наприклад, при урожаї пшениці 40 ц/га із зерном і соломом в середньому виноситься, кг/га: азоту — 130, фосфору — 50, калію — 62. Із ростом урожайності винос значно збільшується.

При урожаї 96–116 ц/га зерна кукурудзи винос основною і побічною продукцією азоту становить, кг/га: азоту — 214–349, фосфору — 71–116, калію — 130–302. Очевидно, що для вирощування таких урожаїв у ґрунті повинен бути значно більший запас рухомих сполук азоту, фосфору і калію, який необхідно створити за рахунок вмісту поживних речовин ґрунту і внесення добрив. Високі норми добрив повинні бути агрохімічно, екологічно і економічно обґрунтовані.

У практиці при встановленні норм добрив враховують винос азоту, фосфору і калію на формування одиниці основної продукції і відповідної кількості побічної (табл. 11).

**Таблиця 11**

***Винос азоту, фосфору і калію культурами (кг/т) основної продукції з урахуванням відповідної кількості побічної***

<b>Культура</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>
Озима пшениця	32	11	16
Озиме жито	29	12	21
Кукурудза	30	10	26
Горох	66	15	29
Соя	72	14	20
Гречка	30	15	30

Знаючи заплановану врожайність і винос поживних речовин 1 т основної і відповідної кількості побічної продукції, визначають винос поживних речовин, який враховується при складанні плану застосування добрив і системи удобрення.

Винос елементів живлення значною мірою залежить від коефіцієнта використання: їх з ґрунту і добрив. Коефіцієнт використання певного елемента  $K_e$  живлення з ґрунту обчислюють за формулою

$$K_e = a \cdot 100 / b,$$

де  $a$  — кількість елемента, винесена врожаєм з ґрунту, в який добрива не вносили, кг/га;

$b$  — вміст рухомої форми елемента в орному шарі, кг/га.

Величина коефіцієнта використання поживних речовин з ґрунту дуже змінна і залежить не тільки від біологічних особливостей культури, величини врожаю і ґрунту, а й від культури землеробства, застосування хімічної меліорації, зрошення, органічних і мінеральних добрив. Так, коефіцієнт використання легкогідролізованого азоту з чорноземів становить 20–30%, мінерального азоту (суми азоту амонію й азоту нітратів) — 60%.

Коефіцієнт використання сполук фосфору і калію з ґрунту великою мірою залежить від вмісту їх у ґрунті (табл. 12).

Таблиця 12

**Коефіцієнт використання фосфору і калію з чорноземів і сірих опідзолених ґрунтів, %**

Культура	Вміст елемента, мг/кг					
	$P_2O_5$			$K_2O$		
	до 50	51–100	101–150	до 50	51–100	101–150
Озима пшениця	11	9	5	17	13	12
Кукурудза на зерно на силос	12	9	8	31	23	19
	7	6	5	19	16	14
Цукрові буряки	10	9	8	33	30	30
Горох	9	9	8	15	12	10
Багаторічні трави	8	5	5	17	11	10

Коефіцієнт використання елементів живлення з добрив показує частку їх використання культурою від загальної кількості винесеного елемента з добривами. Розраховують коефіцієнт використання елемента з добрива  $K_d$  за формулою

$$K_d = (B_d - B_k) \cdot 100 / C,$$

де  $B_d$  — винос елемента врожаєм при застосуванні добрив, кг/га;

$B_k$  — винос елемента врожаєм на контролі, кг/га;

$C$  — кількість внесеного з добривами елемента, кг/га.

Величина коефіцієнта використання елемента з добрив залежить від біологічних особливостей культури, врожаю, виду добрива, прямої їх дії і післядії тощо (табл. 13).

При складанні системи удобрення культур і плану застосування добрив ураховують не тільки біологічні й сортові особливості культур, величину запланованого врожаю, а й властивості ґрунтів.

Таблиця 13

**Коефіцієнт використання головних елементів живлення з добрив, %**

Добрива і культура	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Мінеральні добрива			
Зернові культури	50–60	20–25	60–70
Цукрові буряки, картопля, багаторічні трави	60–70	25	70
Органічні добрива (гній)			
Пряма дія добрива	30	40	60
Післядія добрива	15	20	10

### 14.3. Баланс поживних речовин

Інтенсифікація землеробства, застосування добрив вимагають складання балансу поживних речовин у сівозміні і землеробстві, що дає змогу мати уявлення про винос і надходження поживних речовин. Отже, показники балансу показують можливість підвищення врожайності культур та родючості ґрунтів. Якщо винос поживних речовин значно перевищує їх надходження з добривами, то це призводить до зниження врожайності і родючості ґрунтів.

Статті надходження поживних речовин складаються з надходження їх з добривами, насінням, атмосферними опадами, особливо в районах, де зосереджені великі промислові підприємства. При визначенні надходження азоту враховується також величина азотфіксації мікроорганізмами та бобовими культурами.

Статтями витрат поживних речовин є винос основною і побічною продукцією. Крім того, при визначенні втрат азоту з добрив і

ґрунту визначають втрати внаслідок його вимивання і звітрювання, ерозійних процесів.

Насичення зерно-бурякової сівозміни на лучно-чорноземному карбонатному ґрунті 13 т/га гною і 252 кг/га N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O обумовлює стабілізацію вмісту вуглецю в орному шарі ґрунту, позитивний баланс азоту, фосфору і калію. Збільшення вмісту загального азоту і фосфору відбувається за рахунок органічних і мінеральних сполук.

В умовах інтенсифікації землеробства вважають, що баланс фосфору у сівозміні повинен бути тільки додатним. Баланс азоту і калію допускається у невеликих межах від'ємним.

Для характеристики рівня застосування добрив визначають інтенсивність балансу ( $I_6$ , %) за формулою

$$I_6 = He \cdot 100 / B,$$

де  $He$  — надходження поживних речовин, кг/га;

$B$  — винос поживних речовин, кг/га.

Інтенсивність балансу може бути меншою, ніж 100% (дефіцитний баланс), дорівнювати 100% (зрівноважений баланс) або бути більшою, ніж 100% (додатний баланс). В інтенсивних сівозмінах рівень повернення поживних речовин за рахунок добрив на дерново-підзолистих ґрунтах повинен становити, %: азоту 110–120, фосфору — 170–200, калію — 100–115, на чорноземах — азоту не менше 80, фосфору — 130–150, калію — 80–100.

#### 14.4. Рослинна діагностика

Для контролю за ростом, розвитком і формуванням урожаю використовують різні методи діагностики. Найпоширеніша ґрунтова і рослинна діагностика. Ґрунтова діагностика дає змогу визначати запаси доступного і мінерального азоту (сума азоту амонію та азоту нітратів) у ґрунті, вміст рухомих сполук фосфору, калію та інших елементів. За даними аналізів ґрунтової діагностики встановлюють забезпечення рослин поживними речовинами (див. табл. 20–22).

Рослинна діагностика поділяється на візуальну й хімічну. Візуальна діагностика дає можливість оцінити стан посівів і приблизно

но встановити нестачу деяких елементів живлення у рослинах. Хімічна діагностика за об'єктами досліджень поділяється на тканинну і листову. Тканинна діагностика дає змогу визначити вміст нітратного азоту, мінеральних сполук фосфору і калію у соку рослин або їх тканинах. Визначення цих елементів проводиться у польових умовах за допомогою експрес-лабораторій («Діагностика», «Тканинна діагностика» та ін.).

Останнім часом почали для діагностики азотного живлення почали використовувати «N тест», який на основі вмісту хлорофілу дає можливість встановлювати вміст азоту і визначати дози азотних добрив для підживлень. Достовірніші результати отримують при визначенні вмісту азоту, фосфору, калію та інших елементів хімічними методами у листках рослин.

Результати рослинної діагностики використовують при визначенні потреби рослин в удобренні, коригуванні рекомендованих норм і доз добрив. Коригування рекомендованої норми добрив ( $H_d$ ) проводять за формулою

$$H_d = P \cdot B_{\text{опт}} / B_{\text{факт}},$$

де  $P$  — рекомендована норма добрива, кг/га;

$B_{\text{опт}}$  — оптимальний вміст елемента живлення у рослині, %;

$B_{\text{факт}}$  — фактичний вміст елемента живлення, %.

Застосування діагностики в умовах закритого ґрунту дає можливість поряд з застосуванням комп'ютерної техніки управляти вирощуванням урожаю певної якості. Впровадження фітотомоніторингу у закритому ґрунті дає можливість контролювати склад субстратів, поживних розчинів, якість продукції. Так зване точне землеробство не можливе без застосування діагностики.

У період вегетації рослини засвоюють різну кількість поживних речовин, що часто приводить до зміни співвідношення і вмісту їх у листках та інших органах і вимагає коригування умов живлення. Наприклад, якщо вміст азоту значно перевищує оптимальний його вміст, а фосфору міститься оптимальна або менша кількість, то дозу елемента ( $D$ ) уточнюють за співвідношенням цих елементів у рослинах за формулою

$$H_d = P(B_{\text{опт}} / B_{\text{факт}}),$$

де  $P$  — рекомендована норма добрива, кг/га;

$B_{\text{опт}}$  — оптимальний вміст елемента живлення у рослині, %;

$B_{\text{факт}}$  — фактичний вміст елемента живлення, %.

У період вегетації рослини зі зміною співвідношення і вмісту поживних речовин у листках проводять коригування умов живлення. Наприклад, якщо вміст азоту значно перевищує оптимальний його вміст, а фосфору міститься оптимальна або менша кількість, то дозу елемента ( $D$ ) уточнюють за співвідношенням цих елементів у рослинах за формулою

$$D = P \frac{P_{\text{опт}} \cdot N_{\text{факт}}}{P_{\text{факт}} \cdot N_{\text{опт}}},$$

де  $P$  — рекомендована доза елемента, кг/га;

$P_{\text{опт}}$ ,  $P_{\text{факт}}$  — відповідно оптимальний і фактичний вміст фосфору, %;

$N_{\text{факт}}$ ,  $N_{\text{опт}}$  — відповідно фактичний і оптимальний вміст азоту, %.

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур вимагають одночасного проведення ґрунтової і рослинної діагностик. Використання результатів ґрунтової і рослинної діагностик дає змогу приймати більш обґрунтовані рішення про встановлення норм і доз, способів і строків використання добрив з метою впливу на врожай і його якість.

Використовуючи метод інфрачервоної спектроскопії (ІЧС), можна визначати вміст головних елементів живлення у рослинах у кілька разів швидше, ніж хімічними методами. Застосування ІЧС з ЕОМ дає можливість не тільки визначати, а й давати рекомендації щодо застосування добрив, що дуже важливо для агрохімічного забезпечення інтенсивних технологій вирощування озимої пшениці з метою одержання зерна з вмістом білка понад 14%.

Обґрунтоване застосування органічних добрив, макро- і мікроелементів на фоні хімічної меліорації сприяє підвищенню поживної цінності зерна пшениці завдяки більшому вмісту білка; у бульбах картоплі — крохмалю, білка, вітаміну С; у цукрових буряках і винограді — цукрів; у овочевих і плодово-ягідних культурах — вітамінів та інших біологічно цінних сполук. Незбалансоване застосування добрив, внесення добрив із значним вмістом хлору призводить до зниження якості продукції за рахунок меншого вмісту крохмалю, цукрів. Особливо шкідливим є підвищений вміст важких металів у рослинній продукції (кадмію та інших елементів).

### 14.5. Живлення рослин

Рослини розвиваються і живуть завдяки повітряному і кореновому живленню. Через листя вони засвоюють понад 95% вуглекислого газу. Із водних розчинів рослина засвоює листям зольні елементи, азот і сірку. Проте основна кількість води, азоту і зольних елементів надходить до неї через кореневу систему.

Кореневу систему рослин треба розглядати як орган поглинання і синтезу поживних речовин. Загальна площа поверхні поглинання кореневої системи може досягати сотень квадратних метрів. Катіонна та аніонна поглинальна здатність кореневої системи характеризується вибірковою здатністю.

Поглинання елементів живлення починається з адсорбції. Первинна адсорбція відбувається на поверхні клітин кореневої системи. Після цього починається складний процес активного і пасивного їх транспорту в клітину. Пасивне надходження поживних речовин у клітину з навколишнього середовища, яке відбувається без затрат метаболічної енергії, здійснюється шляхом дифузії у вільному просторі стінок клітин і гідрофільних порах цитоплазматичних мембран. Це первинний етап поглинання.

Транспорт елементів живлення в клітину відбувається за рахунок двох автономних механізмів: пасивного току речовин по електрохімічному градієнту та активним переносом проти електрохімічного градієнта. Оскільки іони мають електричний заряд, то їх розподіл між клітиною і середовищем визначають як різницю електричних потенціалів або як різницю концентрацій. Сумарно ці дві величини позначають як електрохімічний градієнт.

Після проникнення іонів крізь цитоплазматичну мембрану клітини (плазмалема) вони далі переміщуються від клітини до клітини по плазмодесмах до центру кореня. Цей перехід здійснюється за рахунок електрохімічного градієнта (пасивний транспорт) або проти електрохімічного градієнта (активний транспорт).

Переміщення іонів із зовнішнього середовища до внутрішнього середовища клітини відбувається за допомогою переносників. Переносник утворює з іонами комплекс. У такому вигляді іони переміщуються із зовнішнього середовища у клітину. На внутрішньому боці цитоплазматичної мембрани комплекс дисоціює, вивільняючи іони всередину клітини.

Перенесення іонів із зовнішнього боку цитоплазматичної мембрани може здійснюватись за рахунок діяльності іонного насоса, функцію якого виконує транспортна АТФ-аза.

Іони водню відкачуються з клітини так званою протонною помпою. Внаслідок цього в клітині створюється певний концентраційний та електричний градієнти. Середовище клітини підлогується, що може призвести до транспорту переносником протона знову всередину клітини. Переносник, крім протона, може транспортувати аніони в клітину. Активне нагнітання в клітину за рахунок електрохімічного градієнта протонів і будь-якої додаткової речовини (так званого «сідок») (фосфору, амінокислоти тощо) називається *симпортом*. Протилежний цьому процес (антипорт) приводить до відкачування з клітини протонів  $H^+$  і надходження в неї для електронейтральності іонів з аналогічним зарядом, наприклад калію. Азот поглинається у вигляді аніонів нітрату ( $NO_3^-$ ) і катіонів амонію ( $NH_4^+$ ). Азот, поглинутий у нітратній формі, під дією ферментів відновлюється до аміаку. У водному розчині аміак приєднує іони водню, утворюючи амоній, який надалі при взаємодії з органічними кислотами (кетокислота) утворює амінокислоти з яких синтезуються білки.

Фосфор засвоюється у вигляді аніонів  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ . Первинне поглинання фосфору пов'язане з швидким включенням іонів у нуклеопротейди та нуклеїнові кислоти.

У вигляді іонів поглинаються також і інші елементи. Іони або молекули, які надійшли в клітину, включаються до складу органічних сполук структурних елементів, концентруються у вакуолях клітин кореня і після утворення певного запасу надходять по судинах ксилеми у надземну частину рослини або виділяються у навколишнє середовище. У корневих виділеннях рослин міститься вугільна кислота, мінеральні сполуки (кальцій, калій, фосфор).

### Контрольні запитання

1. Яка роль макро- і мікроелементів у живленні рослин?
2. Як змінюється склад рослин і винос елементів живлення залежно від біологічних та інших умов вирощування культур?
3. Як проводять рослинну діагностику і використовують дані агрохімічних аналізів?
4. Як рослини поглинають елементи живлення?

## 15. АГРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ

### 15.1. Вміст елементів живлення у ґрунті і їх значення

Для нормального росту і розвитку рослин потрібні оптимальні умови живлення, що створюються за рахунок водного і повітряного режимів, певного запасу доступних поживних речовин, концентрації ґрунтового розчину та інших факторів, більшість з яких залежить від агрохімічних властивостей ґрунту.

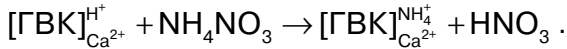
Основним запасом поживних речовин у ґрунті є органічні і мінеральні сполуки ґрунту. Розрізняють валові і доступні запаси поживних речовин. Загальна (валова) кількість поживних речовин вказує на їх вміст, а не характеризує доступну кількість, яка визначає величину врожаю та його якість. Доступних для рослин сполук ґрунту (азоту, фосфору, калію) дуже мала кількість. До 95–98% сполук азоту — це важкодоступні сполуки, які рослини можуть засвоювати після їх мінералізації. Більшість сполук фосфору представлена важкорозчинними мінеральними і органічними його сполуками, основна частина калію — нерозчинними алюмосилікатними мінералами.

Органічні сполуки ґрунту в процесі мінералізації розкладаються на доступні поживні речовини. Продукти розкладання поглинаються рослиною і ґрунтом та мікроорганізмами. Завдяки біологічному поглинанню мікроорганізми нагромаджують значну кількість поживних речовин, необхідних для їх життєдіяльності і будови тіла. У процесі життєдіяльності мікроорганізмів значна кількість важкодоступних для рослин сполук (азот- та фосфоровмісних сполук) перетворюється на доступну для рослин форму, внаслідок чого умови живлення рослин поліпшуються. Ці процеси інтенсивно відбуваються у ґрунтах з високою біологічною активністю, а також при створенні оптимальних умов середовища (рН, вмісту енергетичного матеріалу, агрофізичних та інших умов).

Для своєї життєдіяльності мікроорганізми поглинають значну кількість мінеральних сполук азоту ґрунту, внаслідок чого умови живлення рослин погіршуються. Для ліквідації такого негативно-го явища додатково вносять азот у вигляді мінеральних добрив. Поглинання мікроорганізмами азоту — явище позитивне,

оскільки засвоєні мікроорганізмами сполуки азоту не втрачаються з ґрунту внаслідок вимивання та денітрифікації.

Обмінне поглинання сприяє закріпленню поживних речовин добрив і продуктів розкладання у ґрунті, яке запобігає втратам поживних речовин ґрунту. При цьому катіони ґрунтового розчину обмінно поглинаються ґрунтовим вбирним комплексом (ГВК):



Поглинуті ґрунтовим вбирним комплексом катіони  $\text{NH}_4^+$  доступні для рослин тому, що внаслідок обмінних реакцій між вбирним комплексом і ґрунтовим розчином вони можуть перейти у ґрунтовий розчин. Із ґрунтового розчину катіони  $\text{NH}_4^+$  можуть бути поглинуті біологічно або внаслідок трансформації перетворитись на нітрати або газоподібні сполуки. Втрати азоту у газоподібному стані з ґрунту досягають 66%. Нітратний азот ( $\text{NO}_3$ ) ГВК не поглинається. Це зумовлює його велику рухомість, яка може призвести до великих втрат азоту внаслідок вимивання.

Найбільш інтенсивно поглинання і перетворення азоту мінеральних добрив відбувається у перші 10–30 діб після внесення, Азот мінеральних добрив через 2–3 тижні після внесення включається у органічні сполуки ґрунту. Якщо рослини засвоюють 40–60% азоту мінеральних добрив, то 20–30% його закріплюється в органічній речовині ґрунту.

Ґрунти з високою вбирною здатністю поглинають більшу кількість азоту амонію та аміаку, калію, ніж ґрунти із слабкою вбирною здатністю ГВК. Вбирна здатність ґрунту, інтенсивність біологічних процесів, біологічні і сортові особливості рослин враховують при виборі видів і форм, строків і способів застосування добрив.

Мінеральні добрива та продукти розкладання органічних добрив і рослинних решток значною мірою хімічно поглинаються ґрунтом. Внаслідок хімічного поглинання значна кількість легкодоступних сполук перетворюється на важкодоступні, нерозчинні. При цьому доступність їх для рослин значно зменшується. Це насамперед стосується хімічного поглинання фосфору суперфосфата. Для зменшення негативного впливу процесів хімічного поглинання суперфосфат виробляють гранульованим, вносять його локально, наближають внесення до сівби і періоду найбільш інтенсивного засвоювання рослинами.

Незважаючи на вказані вище недоліки, зумовлені переходом доступних сполук фосфору у менш доступні, хімічне поглинання запобігає втратам значної кількості фосфору та інших сполук внаслідок вимивання і сприяє створенню у ґрунті запасу поживних речовин. Вапнування ґрунтів, насичення сівозміни бобовими культурами, певні форми і строки внесення добрив створюють умови для перетворення важкодоступних сполук на більш доступні, засвоювані рослинами.

Гранулометричний склад ґрунтів впливає на поглинання і трансформацію поживних речовин. У ґрунтах легкого гранулометричного складу переміщення поживних речовин у нижні горизонти і розкладання органічних сполук місцевих добрив, рослинних решток відбувається значно швидше. В умовах промивного режиму ґрунтів це призводить до значних втрат поживних речовин з шару ґрунту, в якому розташована основна маса кореневої системи.

Реакція ґрунтового розчину впливає на живлення рослин. Їх ріст і розвиток, хімічні, фізико-хімічні та біологічні процеси, які відбуваються у ґрунті і рослинах. Оптимальне значення рН для більшості рослин становить 6,5. Різниця в урожаї на полях з  $\text{pH} = 5$  і  $\text{pH} = 5,5$  становить 4,5 ц/га, на полях з  $\text{pH} = 5,5$  і  $\text{pH} = 6$  — 1,8 ц/га. Така різниця в урожаї пояснюється впливом реакції ґрунту на доступність поживних речовин, поглинальну здатність кореневої системи та інші умови формування врожаю.

У незасолених ґрунтах концентрація ґрунтового розчину буває від 0,02 до 0,2%. Необґрунтоване застосування добрив приводить до підвищення концентрації солей у розчині, яка зумовлює збільшення осмотичного тиску та утруднює надходження води та поживних речовин у розчин. Ці закономірності потрібно враховувати при визначенні доз добрив для рядкового удобрення, підживлення, особливо у ранні фази росту і розвитку рослин.

### 15.2. Агрохімічні властивості ґрунтів

**Полісся.** Найменшим вмістом загального азоту характеризуються дерново-підзолисті піщані ґрунти (0,05–0,2%), найбільшим — сірі опідзолені (0,2–0,35%). Вміст загального фосфору відповідно становить 0,05–0,06%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , калію — 1,2–1,5%  $\text{K}_2\text{O}$ .

Дерново-підзолисті і сірі опідзолені ґрунти містять малий запас доступних поживних речовин, особливо азоту (табл. 14).

Крім того ґрунти Полісся дуже відрізняються за вмістом в них мікроелементів.

**Таблиця 14**

**Запаси поживних речовин в орному шарі ґрунтів, т/га  
(за Б. С. Носко)**

Ґрунт	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Дерново-підзолисті	2,4	1,3	24
Сірі опідзолені	3,0	2,7	40
Темно-сірі опідзолені	4,5	3,9	50
Чорноземи			
звичайні	8,7	5,4	57
типові	5,4	3,9	50
опідзолені	4,8	4,2	50

**Лісостеп.** Ґрунти Лісостепу порівняно з ґрунтами Полісся характеризуються вищою родючістю. Систематичне застосування добрив дає можливість збільшити вміст загального вуглецю, азоту, фосфору і калію (табл. 15, 16).

**Таблиця 15**

**Вплив добрив на вміст загального вуглецю, азоту,  
фосфору і калію, %**

Варіант досліджу	C	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль	2,67	0,23	0,18	1,90
Гній – фон	2,70	0,24	0,19	2,20
Гній + NPK	2,82	0,27	0,19	2,25

**Таблиця 16**

**Вміст легкогідролізованого азоту у чорноземі типовому,  
мг/кг ґрунту**

Варіант досліджу	Період вегетації		
	Вихід у трубку	Цвітіння	Повна стиглість
Контроль	46,9	46,4	46,0
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	58,9	59,1	55,0
60 т/га гною	45,7	49,8	50,1

Рівень забезпечення рослин поживними речовинами визначається не запасами загальної кількості поживних речовин, а вмістом доступних поживних речовин. Вміст засвоєваних поживних речовин азоту (амонійного нітратного, легкогідролізованого) залежить не тільки від типу ґрунту, його окультурення, а і від періоду вегетації, застосування добрив (табл.17). Вміст загальних, рухомих сполук фосфору змінюється залежно від застосування добрив та сівозміни (табл. 18).

Таблиця 17

**Вміст загального азоту у чорноземах типових, %**

Варіант досліджу	Попередник		
	Чистий пар	Багаторічні трави	Горох
Контроль	0,220	0,224	0,225
НРК	0,227	0,226	0,222
Гній	0,238	0,245	0,236

Таблиця 18

**Вміст загального фосфору у чорноземі типовому, %,  $P_2O_5$**

Варіант досліджу	Попередник		
	Чистий пар	Багаторічні трави	Горох
Контроль	0,129	0,139	0,138
НРК	0,142	0,152	0,168
Гній	0,159	0,150	0,158

Таблиця 19

**Вплив добрив на вміст обмінного калію у лучно-чорноземному карбонатному ґрунті, мг  $K_2O$  на 1кг**

Варіант досліджу	Озима пшениця			Цукрові буряки			Кукурудза		
	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь	Весна	Літо	Осінь
Гній – фон	102	93	91	156	147	102	107	96	76
Фон + РК	107	113	100	179	149	139	155	168	124
Фон + НРК	139	110	135	161	176	158	154	178	13
НРК	109	115	118	121	132	106	122	147	85

Вміст загального калію в ґрунтах становить 1,8–2,5%  $K_2O$ . При вивченні умов живлення рослин визначають вміст у ґрунті

обмінного калію, кількість якого протягом вегетації значно змінюється (табл. 19).

**Степ.** Родючість ґрунтів степової зони висока. Вміст загального азоту в чорноземних ґрунтах становить 0,16–0,24% N, фосфору — 0,13–0,15  $P_2O_5$ , калію — до 3%  $K_2O$ . Вміст, мінеральних сполук азоту, доступних сполук фосфору і калію, мікроелементів у сівозміні змінюється залежно від сівозміни, насичення її просапними культурами, добривами. Найменша кількість поживних речовин міститься в еродованих ґрунтах.

За результатами агрохімічних досліджень вмісту головних елементів живлення ґрунти господарств України на агрохімічних картограмах поділяють на шість груп (табл. 20–24).

Таблиця 20

**Групування ґрунтів за вмістом гідролізованого азоту, мг/кг**

Група ґрунтів	Вміст легкогідролізованого N	Метод визначення	
		Тюринна і Конової	Корнфілда
I	Дуже низький	< 30	< 100
II	Низький	31–40	101–150
III	Середній	41–50	150–200
IV	Підвищений	51–71	> 200
V	Високий	71–100	–
VI	Дуже високий	> 100	–

Таблиця 21

**Групування ґрунтів за вмістом рухомих сполук фосфору, мг  $P_2O_5$  на 1 кг ґрунту**

Група ґрунтів	Вміст фосфору	Метод визначення		
		Кірсанов	Чирікова	Мачигіна
I	Дуже низький	< 25	< 20	< 10
II	Низький	26–50	21–50	11–15
III	Середній	51–100	51–100	16–30
IV	Підвищений	101–150	101–150	31–45
V	Високий	151–250	151–200	46–60
VI	Дуже високий	> 200	> 200	> 200

Таблиця 22

**Групування ґрунтів за вмістом рухомих форм калію,  
мг  $K_2O$  на 1 кг**

Група ґрунтів	Вміст калію	Метод		Метод визначення	
		Маслової	Мачигіна	Кірсанова	Чирікова
I	Дуже низький	< 50	< 50	< 40	< 20
II	Низький	51–100	51–100	40–80	21–40
III	Середній	101–150	101–200	121–170	81–120
IV	Підвищений	151–200	201–300	121–170	81–120
V	Високий	201–300	301–400	171–250	121–180
VI	Дуже високий	> 300	> 400	> 250	> 180

Таблиця 23

**Оптимальні параметри чорнозему типового  
(за Б. С. Носко, Г. Я. Чесняком)**

Культура	Урожайність, ц/га	Запас азоту у шарі 1 м, кг	Вміст, мг/кг ґрунту	
			$P_2O_5$	$K_2O$
Зернові колосові	35–40	240–260	120–140	140–180
Кукурудза (зерно)	45–50	270–280	130–150	160–200
Цукрові буряки	400–500	280–300	150–180	240–260

Досягнення оптимального рівня вмісту рухомих сполук азоту, фосфору і калію дає змогу на 60–120% підвищити урожайність (табл. 24).

Таблиця 24

**Вплив азотних добрив на врожайність (ц/га) і якість зерна озимої пшениці (за В. П. Толстоусовим)**

Варіант досліду	Слабоокультурений ґрунт		Сильноокультурений ґрунт	
	урожайність	вміст білка, %	урожайність	вміст білка, %
Без добрив	12,9	10,6	24,3	12,1
$N_{60}P_{55}K_{60}$	13,8	11,5	34,5	12,8
$N_{120}P_{110}K_{120}$	18,4	12,1	40,8	13,1
$N_{180}P_{165}K_{180}$	21,9	12,8	44,5	13,7

### **15.3. Заходи для зменшення втрат поживних речовин і підвищення родючості ґрунтів**

Основними заходами для зменшення втрат поживних речовин є такі: 1) внесення добрив у зволожений шар ґрунту в оптимальних нормах і дозах з урахуванням властивостей ґрунтів та біологічних особливостей культур, величини запланованого врожаю; 2) застосування повільнодіючих добрив та інгібіторів нітрифікації; 3) боротьба з втратами внаслідок ерозії, денітрифікації, вимивання, засвоєння бур'янами; 4) проведення меліоративних робіт.

Підвищення родючості ґрунтів досягається за рахунок проведення меліорації (вапнування, гіпсування), науково обґрунтованого застосування органічних та мінеральних добрив, ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Для забезпечення рослин достатньою кількістю поживних речовин з урахуванням біологічних і сортових особливостей, величини запланованого врожаю, агрохімічних та інших властивостей ґрунтів необхідним є додержання конкретної системи. Ця система складається з таких ланок: 1) визначення необхідності проведення хімічної меліорації, внесення певної кількості органічних і мінеральних добрив, меліорантів з урахуванням запасу поживних речовин і прогнозування родючості ґрунтів; 2) розподіл ресурсів засобів меліорації; 3) розроблення системи і плану застосування добрив, які забезпечують виконання планів виробництва сільськогосподарської продукції і відтворення родючості ґрунтів; 4) складання проектно-кошторисної документації на застосування засобів хімізації; 5) здійснення авторського нагляду і контролю за використанням засобів хімізації; 6) визначення ефективності застосування засобів хімізації, частка їх у досягнутому рівні врожайності.

Поєднання цих ланок дає змогу використовувати замкнуту автоматизовану систему управління, яка сприяє оптимальному використанню добрив на науковій основі й отримувати найбільший економічний ефект.

#### **Контрольні запитання**

1. Як ґрунти поглинають поживні речовини?
2. Яка агрохімічна характеристика основних типів ґрунтів України?

## 16. ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ

Способи і строки внесення добрив залежать від біологічних і сортових особливостей культури, попередників, ґрунтово-кліматичних умов, організаційно-господарських можливостей. Ґрунтово-кліматичні умови, рівень забезпечення рослин поживними речовинами значною мірою визначають способи внесення добрив. Як правило, застосовують розкидний і локальний способи внесення добрив. Розкидне та локальне внесення добрив може бути основним, припосівним удобренням і підживленням.

Розкидне внесення добрив. При розкидному способі внесення добрив вони рівномірно розподіляються по поверхні ґрунту чи посіву з обов'язковим наступним зароблянням при основному, припосівному обробітку ґрунту та боронуванні.

При зароблянні добрив плугом з передплужником понад 80% гранульованих добрив потрапляє у шар ґрунту 8–18 см, а при зароблянні добрив плугом без передплужника вони рівномірно розподіляються по всьому орному шару. Культивация або боронування призводять до того, що 50–60% добрив зосереджується в шарі ґрунту 0–2 см, а 81–100% — в шарі ґрунту 0–6 см. Внесення добрив у верхню частину орного шару ґрунту сприяє зниженню оплати одиниці добрива урожаєм, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження. Внесення азотних добрив без заробляння у ґрунт на глибину менш як 5 см зумовлює значні газоподібні втрати азоту. При розкидному способі внесення добрив без заробляння у ґрунт спостерігають найбільші втрати поживних речовин внаслідок змиву та вивітрювання сполук азоту. Мінімальний обробіток (без оранки) зумовлює недостатнє перемішування добрив з ґрунтом, що зумовлює підвищення концентрації азоту, фосфору, калію й інших елементів живлення, посилює іммобілізацію і зменшує кількість доступних поживних сполук азоту, фосфору в основній зоні зосередження кореневої системи.

Головною вимогою до розкидного способу внесення є рівномірність розподілу добрив по поверхні ґрунту або посіву. Нерівномірність розподілу добрив призводить до зниження врожайності на 10–19%, нерівномірності дозрівання врожаю, полягання

рослин і зниження якості продукції. Так, недобір урожаю озимої пшениці за рахунок полягання досягає 25–60%. Локальне внесення добрив. При локальному внесенні добрива розміщуються екраном (суцільним шаром), суцільною або пунктирною стрічкою, розрізненими гніздами. Локальний спосіб порівняно з розкидним дає можливість зменшити площу взаємодії добрива з ґрунтом, що сприяє підвищенню коефіцієнта використання рослинами поживних речовин, особливо з фосфорних добрив.

Локально добрива вносять в основне удобрення, припосівне і в підживлення. Добрива вносять у рядки або ямки. Розміщують стрічку добрив в основному і припосівному внесенні уперек до майбутнього напрямку сівби рядками. Локально добрива вносять за допомогою сіялок, культиваторів-рослинопідживлювачів, комбінованих агрегатів та інших механізмів.

При внесенні основного добрива локальним способом глибина заробляння добрив у Поліссі і Лісостепу становить 10–12, у Степу — 12–15 см. Відстань між стрічками при основному удобренні зернових культур і культур суцільного посіву 12–17 см, просяпних — 20–30 см. Ширина стрічки 2–4 см. Глибина припосівного локального внесення становить 12–15 см.

Оптимальні норми локального внесення добрив на 10–30% менші, ніж розкидного. Застосування для локального внесення норм добрив, вищих за оптимальні, зумовлює значно більше зниження врожайності, ніж при розкидному. При локальному внесенні добрив порівняно з розкидним підвищується врожайність зернових культур на 2–5 ц/га, зерна кукурудзи — на 5–8 ц/га. При нормах добрив 60–90 кг/га NPK і вище та високій родючості ґрунту ефективність локального внесення добрив менша, ніж розкидного.

Строки внесення добрив. Із урахуванням біологічних особливостей вирощування культур, створення оптимальних умов живлення рослин, ґрунтово-кліматичних умов добрива вносять в основне і припосівне удобрення, під час вегетації рослин (підживлення).

Основне внесення добрив передбачає внесення органічних і мінеральних добрив під час основного обробітку ґрунту. За рахунок основного удобрення створюють певні умови живлення для рослин протягом вегетаційного періоду. Норми внесення доб-

рив встановлюють згідно з системою удобрення та планом використання добрив, проектно-кошторисною документацією.

Високоєфективним є сумісне застосування мінеральних і органічних добрив (гній, компости), особливо на фоні проведеної хімічної меліорації. У польових сівозмінах найефективніше використовувати органічні добрива під цукрові буряки, картоплю, кукурудзу, озиму пшеницю.

Оптимальною нормою підстилкового гною на Поліссі і в Лісостепу під просапні культури є внесення 30–50 т/га гною, під озими — 20–30, у Степу — відповідно 30–40 і 20–25, при зрошенні — до 60 т/га. Оплата 1 т гною приростом урожаю на Поліссі становить 0,69 ц з.о. (зернових одиниць), у Лісостепу і Степу — 0,44 і 0,26 ц. В умовах зрошення оплата гною зростає вдвічі порівняно з умовами богару і становить 0,52 ц.

Внесення органічних добрив (гною, компостів) навесні зумовлює подовження строків виконання польових робіт, що врешті-решт призводить до недобору значної кількості врожаю, зниження оплати одиниці добрива, значних втрат поживних речовин.

Під час основного удобрення культури вносять 75–80% річної норми мінеральних добрив із запланованої для її удобрення кількості; 20–25% норми добрив застосовують припосівне внесення та для підживлення певної культури. Враховуючи ґрунтово-кліматичні умови, особливості живлення рослин азотом, часто частину азотних добрив з основного внесення переносять на весняно-літній період. Це стосується насамперед ґрунтів легко-го гранулометричного складу.

Дроблення норми мінеральних добрив на основне, припосівне внесення та підживлення малоефективне, особливо в умовах недостатнього зволоження. В основне внесення в першу чергу використовують низькопроцентні, не гранульовані добрива. На ґрунтах з кислою реакцією з фосфорних добрив використовують важкорозчинні фосфорні.

В умовах виробництва часто доводиться доносити певну кількість добрив, яка не була внесена з осені, навесні під передпосівний обробіток ґрунту. Такий спосіб внесення добрив не повною мірою сприяє підвищенню врожайності і зумовлює зменшення оплати одиниці добрива врожаєм.

**Припосівне удобрення.** При внесенні добрив у рядки і ямки при посіві поліпшується живлення рослин певними елементами живлення період проростання. Добрива в рядки та ямки вносять на 2–3 см нижче і в бік від насіння. Для припосівного внесення використовують водорозчинні висококонцентровані тверді і рідкі (РҚД, КАС) добрива. Поживні речовини вносять у рядки з розрахунку 8–10 кг/га NPK. Оплата добрив, особливо суперфосфатів, при рядковому внесенні значно вища, ніж при внесенні добрив під передпосівний обробіток ґрунту навесні. Ефективність рядкового внесення добрив невелика при високому рівні забезпечення рослин елементами живлення і значному насиченні сівозміни добривами.

**Підживлення рослин.** Основним завданням підживлення є поліпшення живлення рослин у певні періоди, посилення інтенсивності формування окремих органів рослин, вплив на відтік поживних речовин і підвищення якості продукції. Необхідність у проведенні підживлення визначається за результатами рослинної і ґрунтової діагностики, вмістом вологи у ґрунті.

Найчастіше проводять кореневі і позакореневі підживлення. При кореновому підживленні добрива вносять у зону розташування основної маси коріння. При позакореновому підживленні розчини добрив наносять на поверхню рослин. Проводять підживлення на початку вегетації рослин (ранньовесняні) та пізні підживлення. Для підживлення використовують водорозчинні висококонцентровані добрива. Особливо підживлення високоефективні коли не застосовують основного і рядкового удобрення.

В сучасних технологіях використовують позакореневі підживлення сечовиною в певні фази органогенезу озимої пшениці з метою підвищення її врожаю та збільшення біосинтезу білка в зерні. Часто позакореневі підживлення поєднують з внесенням пестицидів (табл. 25).

В умовах зрошення використовують три варіанти внесення мінеральних добрив: 1) проведення підживлення додатково до основного і припосівного удобрення сухими добривами; 2) якщо менша частина річної норми внесена під основний обробіток, то додатково вносять залишок норми добрив у вигляді розчинів разом з поливною водою протягом вегетаційного періоду; 3) усю норму добрив у вигляді розчинів вносять з поливною во-

Таблиця 25

**Вплив добрив і пестицидів на врожайність і якість зерна озимої пшениці**

Варіант дослідів	Урожай- ність, ц/га	Приріст врожаю, ц/га від		Вміст білка, %
		добрив	пести- цидів	
1. $N_{30}P_{90}K_{90}$ - фон	48,1	–	–	10,2
2. Фон + $N_{30}$ (II етап) + $N_{30}$ (IV етап)	55,3	7,2	–	12,3
3. Фон + $N_{30}$ (II етап) + $N_{30}$ (IV етап) + $N_{30}$ (VIII етап)	60,2	12,1	–	12,7
4. 1 варіант + пестициди	55,5	7,4	7,4	10,7
5. 2 варіант + пестициди	63,9	15,8	8,6	11,7
6. 3 варіант + пестициди	68,5	20,3	8,3	13,1

дою перед посівом, у період вегетації рослин і після збирання врожаю.

Вносити добрива можна з поливною водою як до сівби, так і при проведенні вологозарядкових, зволожувальних і освіжаючих поливів у період росту і розвитку рослин.

При дощуванні допустима така концентрація розчинів мінеральних добрив, %: азотних — 0,5, фосфорних — 2, калійних — 2–3, складних розчинів — 0,5.

Основне та припосівне внесення добрив і підживлення здійснюють за допомогою прямої, перевантажувальної та перевалочної технологій. За прямою технологією добрива вносять за схемою: склад — агрегат для внесення добрив — поле; за перевантажувальною: склад — перевантажувач — агрегат для внесення добрив — поле; за перевалочною: склад — автосамоскид — перевантажувальний майданчик — агрегат для внесення добрив — поле.

### Контрольні запитання

1. Чим відрізняються способи внесення добрив, їх ефективність?
2. Способи застосування добрив в інтенсивних технологіях.

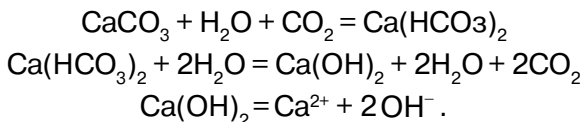
## 17. ХІМІЧНА МЕЛІОРАЦІЯ ҐРУНТІВ

### 17.1. Вапнування Ґрунтів

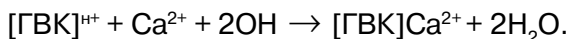
Підвищена кислотність ґрунту та недостатня кількість кальцію і магнію одна з основних причин низької родючості багатьох ґрунтів, особливо дерново-підзолистих. Інтенсивне ведення господарства, високі урожаї зумовлюють щорічний винос 350–450 кг/га  $\text{CaCO}_3$ . Вимивання кальцію зростає із збільшенням застосування мінеральних добрив. Нестача кальцію і магнію посилює токсичність водню й алюмінію, що виявляється у зниженні проникності протоплазми, ослизненні кореневої системи, зменшенні надходження поживних речовин у рослину та недоборі врожаю.

Підвищена кислотність ґрунту порушує оптимальне мінеральне живлення рослин, пригнічує життєдіяльність мікрофлори, підвищує токсичну концентрацію алюмінію, заліза, мангана. Кислотність ґрунтового середовища змінюється протягом року і її величина залежить від кислотності ґрунту, виділень рослин та мікроорганізмів, надходжень у ґрунт добрив і різних речовин, що можуть підвищувати кислотність ґрунту.

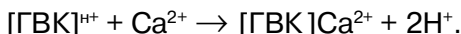
Для зменшення кислотності ґрунту проводять його вапнування. При внесенні вапна в ґрунт воно перетворюється і дисоціює:



Кальцій взаємодіє з ґрунтовим вбирним комплексом:



Гідрокарбонат кальцію  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  взаємодіє з органічними і мінеральними кислотами ґрунту, а також з ґрунтовим вбирним комплексом:



Д. М. Прянишников вважав, що основним у багатосторонній дії вапна на ґрунт є ліквідація підвищеної кислотності ґрунту. Внесений кальцій сприяє гуміфікації рослинних решток, коагуляції гумусу та утворює малорозчинні гумати кальцію.

Вапнування ґрунтів не тільки зумовлює збільшення азотфіксуючої здатності мікрофлори, а й підвищує нітрифікаційну здатність ґрунту, зменшує газоподібні втрати азоту. Неправильне застосування амонійних добрив, сечовини, зумовлює збільшення втрат азоту цих добрив до 20–36%.

Вапнування поліпшує фосфатне живлення рослин за рахунок перетворення фосфатів заліза та алюмінію на більш рухомі сполуки, збільшує поглинальну здатність кореневої системи, зменшення антагонізму між фосфором і алюмінієм. При сумісному застосуванні вапна і фосфоритного борошна, преципітату, фосфат-шлаку умови фосфатного живлення рослин погіршуються. Тому вапно і названі вище фосфорні добрива потрібно вносити окремо.

Вапнування сприяє більшому виносу калію з ґрунту, мобілізації запасу молібдену, причому рухомість молібдену і мангану при вапнуванні зменшується.

Насичення сівозмін на дерново-підзолистих, сірих лісових ґрунтах бобовими культурами сприяє зменшенню обмінної та гідролітичної кислотності, просапними — сприяє їх збільшенню. Вапнування знижує обмінну кислотність переважно за рахунок зменшення вмісту рухомості алюмінію, що особливо важливо в умовах Прикарпаття і Карпат, де вміст його великий.

Темпи вапнування ґрунтів мають випереджати інтенсивність хімізації землеробства.

Для визначення необхідності вапнування ґрунтів ураховують величину рН та ступінь насичення їх основами. У більшості випадків ґрунти, в яких  $\text{pH} > 5,5$  і ступінь насичення основами 75–80%, не вапнують.

Норму вапна  $N$  встановлюють за формулою

$$N = 1,5 \cdot \text{Hг}$$

де  $\text{Hг}$  — гідролітична кислотність ґрунту, мг-екв/100 г ґрунту;

1,5 — кількість вапна, потрібна для нейтралізації 1 мг-екв гідролітичної кислотності, т/га.

Розрахована за цією формулою норма  $\text{CaCO}_3$  вважається повною, що встановлена за гідролітичною кислотністю. Для встановлення фізичної маси вапнякового матеріалу враховують вміст  $\text{CaCO}_3$  ( $\text{MgCO}_3$ ), вологи та кількість домішок малоприсадних часточок, діаметр яких більш як 1 мм.

Досвід вапнування ґрунтів у Білорусії, Нечорноземній зоні показує, що вапнування треба проводити за повною нормою гідролітичної кислотності.

Найбільший ефект від вапнування спостерігається на 3–4-й рік після внесення вапна. Найкраще реагують на вапнування конюшина, кукурудза, цукрові буряки, озима пшениця, огірки, цибуля, і капуста. Луки і пасовища вапнують при корінному їх поліпшенні, а сади — при їх закладанні. Вапно вносять безпосередньо під картоплю. При проведенні вапнування під льон треба вносити доломітове борошно, бор і збільшити удвоє рекомендовану норму калію.

Однією з вимог високої ефективності вапнування є рівномірний розподіл вапна і взаємодія його з ґрунтом. Вапнування ґрунтів проводять згідно з проектно-кошторисною документацією. Найкращий для вапнування весняно-осінній період.

Інтенсивна хімізація вимагає повторного вапнування. При цьому в ґрунтах з рН = 5,6...6 рекомендують вносити 3 т/га  $\text{CaCO}_3$  що дає змогу зберегти ґрунтовий вбирний комплекс від деградації і створити кращий фон для ефективного застосування мінеральних добрив. При цьому відбувається нейтралізація кислотності мінеральних добрив. Великий винос кальцію з урожаєм, значне насичення сівозмін мінеральними добривами, особливо азотними, зумовлює тривалість дії вапна до 4–6 років. Найкращого ефекту від вапнування досягають при сумісному застосуванні вапна, мінеральних та органічних добрив.

У проектно-кошторисній документації на вапнування обґрунтовують необхідність вапнування, зазначають місце внесення вапна, види вапнякового матеріалу, норми і строки внесення, загальну потребу у вапняковому матеріалі, технологію вапнування, його кошторисну вартість, окупність, авторський нагляд.

Для вапнування використовують матеріали промислового виробництва (вапнякове або доломітове борошно), відходи промисловості (золу сланців, дефека́т, пил цементних заводів, металургійні шлаки) та місцеві (мергель, дрібняк крейди, доломіти).

**Вапнякове борошно.** Вміст  $\text{CaCO}_3$  не менш як 85%; вміст води до 1,5% (I клас) і 4–6% (II клас) добрива. Залишок на ситі часточок 0,25 мм становить не більш як 45%.

**Доломітове борошно.** Містить не менш як 80%  $\text{CaCO}_3$  і  $\text{MgCO}_3$ . Вміст води — до 12%.

**Дефекат** — відходи виробництва цукрових заводів сірого кольору. Вміст  $\text{CaCO}_3$  не менш як 75%, органічних речовин — до 10, азоту — 0,2–0,5, 0,4–0,7 фосфору, 0,1–0,8% калію, мала кількість міді, мангану, бору, кобальту. Дефекат використовують після його провітрювання.

**Зола сланців.** У пиловидній золі вміст  $\text{CaCO}_3$  становить 72–82%, у циклонній — 93–103, камерній — 99–105%, вміст води — не більш як 0,5%. Розмір пиловатих часточок 0,01–0,06 мм. Насипна маса 900–1300 кг/м<sup>3</sup>. Зола містить: бору — 20–115 мг/кг, міді — 43–77, мангану — 700–1025, молібдену — 30–95 мг/кг, а також кобальт і цинк.

Для внесення сланцевої золи використовують прямоточну технологію: завод — склад — авторозкидач — поле або завод — склад — причіпний розкидач — поле, або інші агрегати.

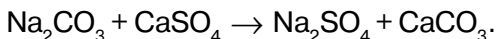
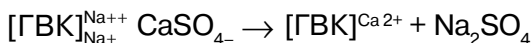
Технологічні схеми транспортування пиловатих вапнякових матеріалів такі: прямоточна (транспортування залізничним транспортом, завантаження автотранспорту, транспортування, завантаження агрегату для внесення, внесення) і перевантажувальна (транспортування залізничним транспортом, перевантаження на склад, зберігання на складі, завантаження в автотранспорт, перевезення, завантаження агрегату для внесення, внесення).

Технологічні схеми заведення і внесення місцевих пиловатих вапнякових матеріалів: прямоточна (завантаження в автотранспорт, перевезення, навантаження в агрегат для внесення, внесення) і перевантажувальна (завантаження в автотранспорт, перевезення, буртування, навантаження в агрегат для внесення, внесення).

Приріст урожаю від вапнування зерна озимої пшениці становить 2,1–4,2 ц/га, кукурудзи — 4,7–8, гороху — 3,6–4,5, ячменю — 1,2–2,7, коренеплодів цукрових буряків — 24–47 ц/га.

## 17.2. Гіпсування ґрунтів

Хімічна меліорація солонцевих ґрунтів полягає у донасиченні ґрунтового вбирного комплексу кальцієм за рахунок витіснення натрію. Витіснення увібраного натрію та нейтралізація лужності досягається внесенням гіпсу:



Ефективність гіпсу залежить від зволоження ґрунтів. При випаданні опадів менш як 450 мм треба проводити зрошення для промивання сульфату натрію.

Норму гіпсу визначають з урахуванням вмісту активного натрію за формулою

$$H = 0,86(\text{Na} - 0,1E)hd,$$

де  $H$  — норма гіпсу ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) т/га;

$\text{Na}$  — вміст увібраного натрію у типових солонцях, мг-екв/100 г ґрунту;

$E$  — ємність вбирання, мг-екв/100 г ґрунту;

$h$  — глибина меліорованого шару ґрунту, см;

$d$  — об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Меліоранти краще вносити на паровому полі під просапні культури, що сприяє кращому їх перемішуванню з ґрунтом. На солонцюватих ґрунтах меліоранти вносять під оранку, на мілких стовпчастих і кіркових солонцях першу половину норми меліоранта вносять під оранку, а другу — під культивування на глибокостовпчастих солонцях спочатку вносять 3/4, а потім 1/3 норми меліоранта.

Ефективне поліпшення солонцюватих ґрунтів і солонцях можливе при комплексному застосуванні агрономічних і меліоративних засобів (гіпсування, внесення органічних і мінеральних добрив, меліоративна оранка, травосіяння, дренажування, фітомеліорація). Для хімічної меліорації содових і содово-сульфатних солонців використовують кислування.

В умовах зрошення гіпс вносять одноразово з поливною водою, що дає можливість зменшити норму гіпсу на 30%, досягти більш рівномірного розподілу його по поверхні поля.

Для хімічної меліорації використовують гіпс, фосфогіпс, сульфат заліза, сірчану кислоту та ін.

**Гіпс  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .** Вміст гіпсу не менш як 70%, вологи — не більше як 5%.

**Фосфогіпс.** Містить 80-92%  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , фосфорної кислоти — 1-2%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , вміст вологи — до 6% (I сорт) і до 20% (II сорт).

Фосфогіпс може містити значні домішки кадмію, фтору і інші домішки.

Гіпсування проводять згідно з проектно-кошторисною документацією за прямоочною або перевантажувальною технологією. Від гіпсування врожай зерна озимої пшениці на чорноземах підвищується на 3,8 ц/га, рису на чорноземах і каштанових ґрунтах — на 23–37,5, кількість зеленої маси люцерни — на 100–150 ц/га.

### **Контрольні запитання**

1. Технологія внесення вапнякових матеріалів при вапнуванні ґрунтів.
2. За якими показниками характеризують вапнякові матеріали?
3. Яке значення має гіпсування ґрунтів?
4. Технологія гіпсування ґрунтів.

## 18. МІНЕРАЛЬНІ ДОБРИВА

Уперше в 1830 р. в Європу було завезено чилійську селітру. Суперфосфат почали виробляти у 1843 р., а калійні добрива — у 1861 р. Перші промислові азотні добрива було одержано у 1902 р.

За вмістом елементів живлення мінеральні добрива поділяють на однокомпонентні й комплексні. Однокомпонентними називаються добрива, до складу яких входить один з головних елементів живлення — азот, фосфор або калій. Відповідно ці добрива називаються азотними, фосфорними або калійними. Комплексні добрива містять два або більше необхідних для рослин елементів живлення і бувають подвійними (амофос, калієва селітра та ін.) і потрійними (нітрофоски, нітроамофоски).

Залежно від вмісту елементів живлення всі однокомпонентні добрива поділяють на прості — з вмістом головного елемента живлення до 20–25% (простий суперфосфат, натрієва селітра тощо) і концентровані — з підвищеним вмістом головного елемента живлення. До концентрованих добрив відносять азотні, фосфорні і калійні, що містять 30% і більше діючої речовини.

Комплексні добрива за способом виготовлення поділяють на складні, складно-змішані і змішані. Складні добрива добувають в єдиному технологічному процесі при хімічній взаємодії вихідних компонентів. До них належить амофос, нітрофоска та ін.

Складно-змішані добрива виготовляють змішуванням готових продуктів (добрив) з введенням у суміш рідких і газоподібних речовин.

Змішаними називають добрива, які складаються з механічних сумішей простих або складних добрив.

За агрегатним складом мінеральні добрива поділяють на рідкі і тверді. Рідкі добрива, в свою чергу, поділяють на зріджені гази, розчини і суспензії. Тверді добрива випускають гранульованими і порошкоподібними. Порошкоподібні добрива мають розмір часточок менше як 1 мм, кристалічні — розмір кристалів > 0,5 мм, гранульовані з розміром гранул 1–6 мм.

### 18.1. Азотні добрива

Сировиною для виробництва азотних добрив є азот, аміак, азотна кислота. Азотні добрива виробляють у твердому й рідкому стані. Тверді азотні добрива мають кристалічну будову, більшість з них гранульовані. Азотні добрива добре розчинні у воді.

На основі сечовини (карбаміду) виготовляють повільнодіючі сечовино-формальдегідні добрива.

Залежно від сполук, в яких міститься азот, азотні добрива бувають амідні ( $\text{NH}_2$ ) аміачні ( $\text{NH}_3$ ), амонійні ( $\text{NH}_4^+$ ), нітратні ( $\text{NO}_3^-$ ), амонійно-нітратні ( $\text{NH}_4^+, \text{NO}_3^-$ ), змішані ( $\text{NH}_4^+, \text{NO}_3^-, \text{NH}_2$ ). До аміачних добрив належать аміак рідкий та водний; до амонійних — сульфат амонію, хлорид амонію; до нітратних — селітра кальцієва і селітра натрієва; до амонійно-нітратних — селітра аміачна; до амідних — сечовина, ціанамід кальцію; до змішаних — водний розчин аміачної селітри і сечовини (КАС).

**Селітра аміачна  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .** Добувають при взаємодії аміаку з азотною кислотою. Масова частка азоту становить 32–35%. Добриво розчинне у воді, білого кольору, гігроскопічне, гранульоване. Гранули розміром 1–4 мм становлять не менш як 95%. Для зменшення гігроскопічності і надання кращих фізичних властивостей до селітри додають диспергатори, сульфат амонію, фосфоритне борошно та інші матеріали. Вміст вологи — не більш як 0,3%. При неправильному зберіганні сильно злежується, вибухо- і пожежонебезпечне. Транспортується у поліетиленових мішках.

Аміачну селітру вважають фізіологічне кислим добривом. При внесенні в ґрунт селітра в ґрунтовому розчині дисоціює на іон амонію і іон нітратів. Амонійний азот поглинається рослинами, мікроорганізмами та ґрунтовим вбирним комплексом. Поглинання іонів  $\text{NH}_4^+$  ґрунтовим вбирним комплексом сприяє його закріпленню в ґрунті. Внаслідок обмінних реакцій іони  $\text{NH}_4^+$  ґрунтового вбирного комплексу стають доступними для рослин. Амонійний азот може необмінно поглинатись мінералами ґрунту. Нітратний іон не поглинається вбирним комплексом. Він залишається у ґрунтовому розчині.

Рослини добре поглинають амонійний і нітратний азот. Нітратні іони ґрунтом не поглинаються, тому вони переміщуються по профілю ґрунту, внаслідок чого можливі великі втрати їх у

результаті вимивання з орного шару. Вимивання нітратного азоту спостерігається на ґрунтах легкого гранулометричного складу, при значній кількості опадів, неправильних поливах та нераціональному використанні високих доз добрив. На ґрунтах з кислою реакцією внесення аміачної селітри зумовлює підвищення кислотної реакції ґрунту внаслідок накопичення азотної кислоти. На насичених основами ґрунтах завдяки утворенню кальцієвої селітри кислотність ґрунту не підвищується.

У ґрунті азот аміачної селітри під впливом мікробіологічних процесів зазнає значних перетворень. Так, амонійний азот перетворюється на нітратний, нітритний і вільний азот, який може звітруватись в атмосферу.

Одночасно з описаними вище основними процесами взаємодії аміачної селітри з ґрунтом при вирощуванні рослин відбувається засвоєння ними амонійного та нітратного азоту. Від кількості засвоєного азоту рослинами залежать вміст поглинутого азоту ґрунтом та його втрати.

При внесенні високих норм аміачної селітри з метою ліквідації її фізіологічної кислотності треба частіше проводити вапнування. Аміачну селітру застосовують для підживлення, припосівного й основного внесення. Від внесення, аміачної селітри приріст зерна становить 4–5 т, коренеплодів цукрових буряків — 25–30, бульб картоплі — 12–18, овочів — 15 т.

**Сечовина (карбамід)  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .** Масова частка азоту становить 46%. Сечовина — найбільш концентроване тверде органічне добриво промислового виробництва. Білого кольору, добре розчинна у воді та добре розсівається, майже не злежується. Фізичні властивості гранульованої сечовини кращі, ніж аміачної селітри. Вміст гранул розміром 1–3 мм повинен становити не менш як 90%. Вміст біурету  $(\text{CONH}_2)_2$  — NH не більш як 1,4% тому, що такий вміст його для рослин не шкідливий. Вартість одиниці азоту у сечовині дорівнює вартості азоту в аміачній селітрі або дещо нижча за неї. Високий вміст азоту і низька його вартість сприяють розширенню виробництва і застосуванню сечовини у сільському господарстві. Транспортується сечовина у поліетиленових мішках або навалом.

Сечовину використовують як основне добриво, вносять в рядки, застосовують для підживлення, у тваринництві і для боротьби

з хворобами, наприклад проти парші у садах та раку картоплі. Оскільки сечовина у високих концентраціях (20–30%-і розчини) не спричинює опіків листя, її широко використовують для поза-кореневого підживлення озимої пшениці та кукурудзи.

Гідроліз сечовини у ґрунті відбувається швидко. У ґрунтах багатих на органічну речовину він закінчується за 2–3 доби. При внесенні у ґрунт сечовина під впливом ферменту уреазі перетворюється на карбонат амонію, який розкладається на  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CO}_2$ . Тому можливі великі втрати азоту внаслідок звітрювання, особливо на луках і пасовищах. При поверхневому внесенні її потрібно одразу заробляти в ґрунт.

Підвищена температура і сухість ґрунту сприяють збільшенню втрат азоту сечовини. Значні втрати його спостерігаються на карбонатних і кислих ґрунтах. Органічні рештки також сприяють збільшенню втрат азоту. При зароблянні на глибину більш як 5 см втрат азоту за рахунок звітрювання практично не буває.

Якщо аміак не втрачається з ґрунту, то перетворюється на азотну кислоту. На насичених основами ґрунтах внаслідок розкладання сечовини утворюється кальцієва селітра. В місцях внесення сечовини не утворюються ділянки з підвищеним осмотичним тиском і кислотний залишок.

Сечовина може поглинатись ґрунтом у вигляді цілої молекули через водневий зв'язок. Рослини засвоюють також сечовину у вигляді цілої молекули через коріння і листя. У коренях частина сечовини перетворюється на амінокислоти та аміді, а частина транспортується у надземні органи, де швидко включається у цикл перетворення азоту.

**Таблиця 26**  
**Вплив форм азотних добрив на врожайність рису, ц/га**

Добриво	Дослідні дані	
	УкрНДІЗЗ	Кубанської РЗС
Без добрив	32,4	40,6
$\text{NH}_4\text{Cl}$	48,7	56,1
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	49,2	56,4
$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	47,7	56,6
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	45,8	50,9

За ефективністю для більшості сільськогосподарських культур сечовина при основному внесенні не поступається аміачній селітрі, крім цукрових буряків, де аміачна селітра має значні переваги. Для удобрення рису сечовина є найкращим добривом (табл. 26).

**Сульфат амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ .** Масова частка азоту становить 19–21%, сірки — 23–24%, вільної сірчаної кислоти — не більш як 0,05%, домішок роданіду амонію — не більш ніж 0,1%.

Сульфат амонію може бути білого, сірого або червонуватого кольору, легко розчиняється у воді, трохи злежується, добре розсівається, малогігроскопічний. Виробляють у вигляді кристалів та гранул. При взаємодії з ґрунтом сульфат амонію гідролізує на іони амонію і сульфату. Амонійний азот добре поглинається ґрунтом. Систематичне застосування сульфату амонію зумовлює підвищення кислотності ґрунту за рахунок наявної вільної сірчаної кислоти, накопичення іонів сульфату і можливого перетворення амонійного азоту на нітратний. Тому сульфат амонію треба застосовувати насамперед на ґрунтах з лужною реакцією при основному внесенні, проте при рядковому внесенні і підживленні його краще не застосовувати. При внесенні сульфату амонію на ґрунтах з кислою реакцією потрібно частіше проводити вапнування, застосовувати сумісне внесення з фосфоритним борошном, преципітатом.

**Селітра кальцієва  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .** Масова частка азоту становить 13–15%. Жовтуватого кольору, добре розчинна у воді, дуже гігроскопічна. Селітра кальцієва злежується. Для поліпшення фізичних властивостей добриво гранулюють. Доцільно застосовувати для підживлення озимих культур. За ефективністю переважає сульфат амонію і навіть аміачну селітру.

Кальцій добрива є не тільки елементом живлення, а й підсилює процес нітрифікації і зменшує кислотність ґрунту.

**Селітра натрієва  $\text{NaNO}_3$ .** Масова частка азоту становить 15–16%. Кристалічна, білого або сірого кольору, добре розчинна у воді, при зберіганні поглинає воду. Доцільно застосовувати на кислих ґрунтах, особливо для рядкового удобрення посівів цукрових буряків, які позитивно реагують на натрій селітри. На дерново-підзолистих та опідзолених ґрунтах ефективність натрієвої селітри вища, ніж аміачної.

## 18.2. Рідкі азотні добрива

**Аміак рідкий синтетичний  $\text{NH}_3$ .** Масова частка азоту становить 82%. Безбарвна рухома рідина (1 л при 26,6°C важить 0,6 кг). Добувають зрідженням газоподібного аміаку. Рідина густиною 618 кг/м<sup>3</sup> при 15,5°C. Температура зрідження –33,5°C. Тиск насичених парів аміаку при 20°C становить 875 кПа, а при 40°C збільшується до 1545 кПа.

Внесений рідкий аміак при взаємодії з вологою ґрунту утворює гідроксид амонію. Інтенсивність поглинання аміаку ґрунтом залежить від гранулометричного і мінералогічного складу ґрунту, кількості і складу органічної речовини, структури і вологості. Від цих властивостей ґрунту залежать час і глибина внесення рідкого аміаку. При внесенні аміак швидко переміщується у газовій фазі ґрунту, постійно взаємодіючи з вологою. За недостатньої кількості неактивних молекул у ґрунті аміак звітрюється. Внаслідок дисоціації  $\text{NH}_4\text{OH}$  утворюються іони амонію, які поглинаються ГВК.

У зоні внесення рідкого аміаку внаслідок утворення гідроксиду амонію  $\text{NH}_4\text{OH}$  відбувається зміщення рН ґрунтового розчину. Особливо значне воно (рН до 9) на малобуферних, бідних на органічну речовину ґрунтах. Через 1-2 тижні після внесення рідкого аміаку внаслідок нітрифікації кислотність ґрунту підвищується до початкового рівня, а в деяких ґрунтах вона може навіть значно збільшитися. Тому для запобігання цьому негативному явищу необхідно частіше проводити вапнування ґрунтів. У зоні ґрунту, прилеглий до місця внесення рідкого аміаку, кількість мікрофлори значно зменшується. Через 10–14 діб її кількість зростає й активність мікрофлори знову посилюється. Проте нематоди в ґрунті гинуть.

У сухому, глибистому, ущільненому і перезволоженому ґрунті створюються умови для звітрювання аміаку. З метою зменшення його втрат рідкий аміак вносять на ґрунтах суглинистого і глинистого гранулометричного складу на глибину 8–10 см, піщаного і супіщаного — на 10–12 см. При правильному внесенні азот із рідкого аміаку краще поглинається ґрунтом, ніж із твердих добрив.

Застосовують рідкий аміак для основного внесення, підживлення, збагачення кормів протеїном.

При внесенні 80–150 кг/га азоту сівбу проводять через 2–3 дні. Щоб зменшити утворення нітратного азоту, рідкий аміак восени доцільно вносити при температурі ґрунту нижче 10°C.

Рідкий аміак транспортують і зберігають у неізольованих сталевих цистернах, розрахованих на тиск до 3 Мпа, або термоізольованих цистернах, розрахованих на тиск до 0,6 Мпа. Місткості для зберігання рідкого аміаку повинні мати грозозахист та бути заземлені від статичного струму, а при транспортуванні — бути заземлені від статичного струму. Місткості для зберігання рідкого аміаку заповнюють на 67–85% загального об'єму.

У господарства від глибинних, пристанційних або розподільних станцій рідкий аміак доставляють спеціальні бригади, у розпорядженні яких є заправники і машини для внесення рідкого аміаку.

**Аміак водний технічний  $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (водний аміак).** Це водний розчин аміаку, в якому міститься 18–25%  $\text{NH}_3$  або 16,5–20,5% азоту. Безбарвна або жовтувата рідина з різким запахом нашатирного спирту, Густина 0,9–0,98 г/см<sup>3</sup>. Основна кількість азоту міститься у формі  $\text{NH}_3$ .

Температура замерзання аміачної води залежить від концентрації в ній аміаку; 10%-й розчин водного аміаку замерзає при температурі –12°C, 20%-й — при –33°C, 25%-й — при –56°C.

Аміачну воду перевозять і зберігають у закритих баках і цистернах, розрахованих на тиск 0,15–0,2 Мпа.

Застосовують аміачну воду переважно у місцях виробництва. При внесенні аміачної води аміак поглинається рідкою і твердою фазами ґрунту, піддається процесу нітрифікації аналогічно азоту рідкого аміаку. Аміачну воду використовують для передпосівного внесення та підживлення, заробляючи на глибину не менш як 8–10 см на ґрунтах важкого і 10–12 см легкого гранулометричного складу. Недопустиме її поверхнєве внесення. Сучасні робочі органи дають можливість вносити аміачну воду нижче і в бік від насіння під час сівби. Ефективність рідкого і водного аміаку практично однакова.

**Водні розчини селітри аміачної і сечовини (КАС)  $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ .** Без аміачне з високою густиною (1,28–1,31 г/см<sup>3</sup>) добриво. Масова частка азоту становить 26 (КАС-26) — 34% (КАС-34). Температура кристалізації КАС-32 –2°C, КАС-28 –18°C.

Температура замерзання КАС-28  $-28,2^{\circ}\text{C}$ , КАС-32  $-25,8^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{pH} = 7 \dots 7,5$ . Добриво не токсичне, але пожежо- і вибухонебезпечне.

Азот у добриві представлений амонійним, нітратним та амідним азотом. Відсутність аміаку дає можливість вносити КАС на поверхню ґрунту з наступним зароблянням у ґрунт, проводити кореневе і позакореневе підживлення, не спричиняючи опіків листя (концентрація розчину 30–35%).

КАС вносять також з інгібіторами нітрифікації, мікроелементами, пестицидами, регуляторами росту, РКД, з поливною водою, що дає змогу поєднати кілька технологічних операцій.

Народногосподарське й агрохімічне значення КАС полягає в тому, що його застосування дає змогу зменшити капіталовкладення, затрати праці на 20–40% та втрати азоту, повністю механізувати транспортування і внесення, досягти 100% рівномірності внесення і дозування, підвищити продуктивність праці.

Агрохімічна ефективність КАС рівнозначна ефективності твердих або рідких азотних добрив. Часто за рахунок більш рівномірного внесення та точного дозування, зменшення втрат азоту в газоподібному стані прирости врожаю збільшуються.

**Рідка селітра кальцієва** — амонізований водний розчин нітрату кальцію. Масова частка азоту становить 10–15%;  $\text{pH} = 7 \dots 10$ . Густина 1,4–1,6 г/см<sup>3</sup>. 50%-й водний розчин містить N 8,5–10,2%, Ca — 12–15%. Не допускається застосування з РКД і водорозчинними фосфатами.

**Нітрат калію.** 36% водний розчин. Містить N 4,2–5,2%, калію — 15–17,2%.

**Нітрат магнію.** 37%-й водний розчин  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Азоту містить 7%, Mg — 6%.

**Повільнодіючі азотні добрива.** Для зменшення втрат азоту і розчинності азотних добрив, повільного вивільнення азоту, зменшення і нагромадження нітратів у сільськогосподарській продукції застосовують повільнодіючі добрива. Швидкість перетворення азоту повільнодіючих добрив в засвоювану форму залежить переважно від розміру часточок добрива.

**Сечовино-формальдегідні добрива.** Масова частка загального азоту становить 38–40%, водорозчинного — 25–35% від загального. Малоігроскопічне, білого або жовтуватого кольору, не злежується. Застосовують як основне добриво у районах

зрошення, на перезволожених ґрунтах та ґрунтах легкого гранулометричного складу. Більш висока вартість сечовино-формальдегідних добрив порівняно з сечовиною стримує їх застосування.

### 18.3. Інгібітори нітрифікації

Інгібітори нітрифікації пригнічують активність мікроорганізмів групи *Nitrozomonas*, які здійснюють першу стадію процесу нітрифікації (перетворення  $\text{NH}_3$  до  $\text{NO}_3$ ), їхня дія триває 30–45 діб при внесенні малих і середніх норм азотних добрив.

Застосовують інгібітори нітрифікації з аміачними, аміачно-нітратними, амідними й органічними добривами (рідкий гній).

Введення 1–5% інгібітора нітрифікації ДЦДА, ЦП, КМП і ін. від маси азоту добрива в гранулу сечовини дає змогу зменшити втрати азоту з ґрунту та добрив внаслідок звітрювання і вимивання, поліпшити живлення рослин азотом, особливо у період формування врожаю, підвищити його якість як за рахунок нагромадження амонію, так і зменшення вмісту нітратного азоту.

Сечовина, в гранулу якої введено інгібітор (ДЦДА, КМП), за зовнішнім виглядом і фізичними властивостями та вмістом азоту не відрізняється від звичайної. Застосовують сечовину з інгібіторами нітрифікації як основне добриво. Застосування інгібіторів нітрифікації сприяє підвищенню врожайності та якості сільськогосподарської продукції (табл. 27).

Для еколого-токсикологічної безпеки при застосуванні азотних добрив у науково обґрунтованих дозах слід проводити такі

**Таблиця 27**

***Вплив інгібіторів нітрифікації, введених у сечовину, на врожайність і якість зерна озимої пшениці***

Варіант досліджу	Урожайність, ц/га	Вміст білка, %
Без добрив	31,5	11,4
Гній 30 т /га + $\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	36,0	12,0
Гній + $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$	37,7	13,6
Гній + $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ + ДЦДА	41,4	13,9
Гній + $\text{N}_{90}\text{P}_{90}\text{K}_{90}$ + КМП	41,4	14,4

заходи: 1) забезпечити збалансоване живлення рослин; 2) проводити ґрунтову і рослинну діагностику; 3) забезпечувати високий рівень агротехніки; 4) застосовувати інтегровану систему захисту рослин. Забороняється застосовувати азотні добрива на території першого поясу санітарної охорони джерел централізованого господарсько-питного водопостачання, по замерзлому або покритому снігом ґрунті.

### 18.4. Фосфорні добрива

Сировиною для виробництва фосфорних добрив є апатити й фосфорити. За розчинністю фосфорні добрива поділяють на водорозчинні, розчинні у слабких кислотах і важкорозчинні.

До водорозчинних добрив належать суперфосфати. До розчинних у слабких кислотах (цитратно- і лимоннорозчинні) належать преципітат, знефторений фосфат, фосфатшлаки. Фосфоритне борошно відносять до важкорозчинних добрив, розчинних у концентрованих кислотах — соляній, азотній. Рослини добре засвоюють сполуки фосфору з водорозчинних добрив і розчинних у слабких кислотах. Фосфор із фосфоритного борошна засвоюється рослинами важко.

Вносять фосфорні добрива з розрахунку на вміст засвоюваної або загальної фосфорної кислоти (для фосфоритного борошна) в перерахунку на  $P_2O_5$ .

**Суперфосфат  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + H_3PO_4 + CaSO_4$ .** Масова частка засвоюваної фосфорної кислоти у порошкоподібному добриві становить 14–21%  $P_2O_5$ , в гранульованому – 18–21%. Вміст вільної фосфорної кислоти 2,5–5% у перерахунку на  $P_2O_5$ . Гіпс суперфосфату є джерелом сірки для рослин і мікроорганізмів.

Сполуки фосфору у суперфосфаті представлені водорозчинними (фосфорна кислота), засвоюваними (фосфорна кислота, дигідрофосфат кальцію, фосфати заліза і алюмінію) та нерозчинними (нерозкладений апатит або фосфорит). Кількість засвоюваних сполук фосфору становить 75–90% від загального його вмісту. Розкладанням апатиту або фосфориту сірчаною кислотою добувають простий порошкоподібний суперфосфат.

Після гранулювання порошкоподібного суперфосфату отримують гранульований суперфосфат. У гранульованому суперфосфаті вміст засвоюваної фосфорної кислоти становить 18–21%. Вміст гранул розміром 1–4 мм не менш як 90%, вільної фосфорної кислоти 1–2,5%  $P_2O_5$ , води — 3,5–4%.

У ґрунті відбувається біологічне, хімічне та обмінне поглинання фосфору суперфосфату. Хімічне поглинання фосфору відбувається інтенсивно у перші 24 години, далі поглинання — за рахунок фізичної сорбції. Хімічне поглинання зумовлює утворення в ґрунті менш доступних для рослин сполук фосфору. Незважаючи на те, що цей процес тривалий і в цілому негативний, він сприяє закріпленню сполук фосфору в місцях його внесення, завдяки чому фосфор суперфосфату з ґрунту практично не вимивається. При адсорбції суперфосфату ґрунтом сполуки фосфору в результаті обмінних реакцій переходять у ґрунтовий розчин, поглинаються рослинами або хімічно ґрунтом.

Застосовують суперфосфат на всіх типах ґрунтів як основне добриво, в рядки, для підживлення. Ефективність рядкового внесення суперфосфату вища, ніж розкидного. Від внесення 1 т суперфосфату в рядки приріст зерна пшениці становить 5,8 т, під плуг в розкид — 1,8 т.

**Суперфосфат амонізований.** Виробляють шляхом нейтралізації звичайного суперфосфату аміаком. Крім фосфору містить 6% азоту.

**Суперфосфат подвійний  $Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O + H_3PO_4$ .** На відміну від простого суперфосфату в подвійному суперфосфаті фосфор представлений дигідрофосфатом кальцію та вільною фосфорною кислотою. Гіпс у ньому є домішкою. Масова частка засвоюваної фосфорної кислоти становить 40–50%  $P_2O_5$ , водорозчинної — 37–42%. Вміст вільної фосфорної кислоти досягає 5%  $P_2O_5$ , води — 4–5%. Кількість гранул розміром 1–4 мм має бути не менш як 80%.

Процеси поглинання ґрунтом подвійного суперфосфату, вбирання рослинами такі самі, як простого суперфосфату. Суперфосфат подвійний гранульований застосовують на всіх ґрунтах для основного і рядкового внесення та для підживлення.

**Преципітат  $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ .** Масова частка засвоюваної цитратнорозчинної фосфорної кислоти 27–46%  $P_2O_5$ . Преципітат

має добрі фізичні властивості (розсипчастий, негігроскопічний), застосовують для основного внесення на ґрунтах з кислою реакцією.

За даними Географічної мережі дослідів з добривами на дерново-підзолистих ґрунтах, приріст соломки льону при внесенні суперфосфату в складі  $N_{30}P_{60}K_{90}$  становив 2,4 ц/га, преципітату — 2,2 ц/га картоплі при внесенні  $N_{70}P_{70}K_{78}$  — відповідно 30 і 34 ц/га.

**Фосфат знефторений  $3CaO \cdot P_2O_5 + 4CaO \cdot P_2O_5 \cdot SiO_2$ .** Масова частка засвоюваної фосфорної кислоти становить 26–38%  $P_2O_5$ . Білого або сірого кольору. Порошкоподібний, негігроскопічний, незлежується. Використовують як основне добриво на ґрунтах з кислою реакцією.

За даними Географічної мережі дослідів з добривами на дерново-підзолистих ґрунтах від внесення знефтореного фосфату в основному удобренні під озимі та ярі культури, льон, картоплю й овочеві отримано такий самий приріст урожаю, як і від суперфосфату. Аналогічні закономірності в дії цих добрив встановлено на сірих опідзолених ґрунтах, чорноземах вилугованих та опідзолених. Вапнування не сприяє зниженню ефективності знефтореного фосфату. Оскільки концентрація знефтореного фосфату у 1,5–2 рази більша, ніж простого суперфосфату, застосування його дає змогу зменшити витрати на транспортування, зберігання і внесення.

**Фосфатшлаки.** При подрібненні металургійних сплавів виробляють фосфатшлак. Загальна формула  $4CaO \cdot P_2O_5$ . Масова частка засвоюваної (лимонно-розчинної) фосфорної кислоти 14–20%  $P_2O_5$ . У шлаках міститься значна кількість кальцію (до 38–59%  $CaO$ ), магнію, кремнію, заліза, алюмінію, маргану та інших металів. Темно-сірого або чорного кольору, тонкорозмелений.

Вносять фосфатшлаки як основне добриво на кислих ґрунтах. При взаємодії фосфатшлаку з ґрунтом відбувається зменшення кислотності ґрунту, підвищується доступність сполук фосфору для рослин, ґрунт збагачується на кальцій та інші елементи.

У дослідях Черкаської дослідної станції на чорноземах опідзолених при внесенні суперфосфату врожайність цукрових буряків становила 414 ц/га, фосфатшлаку — 432 ц/га, на сірих опідзолених ґрунтах Вінницької дослідної станції — відповідно 435 і 430 ц/га.

**Фосфоритне борошно  $Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ .** Масова частка загальної фосфорної кислоти становить 16–35%  $P_2O_5$ . Важкорозчинне.

Чорного або темно-сірого кольору, не злежується. Часточок розміром 0,03–0,14 мм повинно бути до 90%. При транспортуванні дуже розпорошується. Вміст вологи — не більш як 1,5%.

Високоєфективне при основному внесенні на ґрунтах, гідролітична кислотність яких більша за 2,5 мг-екв/100 г ґрунту. Під впливом кислотності ґрунту фосфоритне борошно перетворюється на більш доступну сполуку  $\text{CaHPO}_4$ , згодом на  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ . При цьому також зменшується кислотність ґрунту. Підсилення процесу нітрифікації та більший контакт добрива з ґрунтом сприяють утворенню значної кількості доступних сполук фосфору.

В Україні почали добувати жовнові фосфорити на Волині та зернисті у Рівненській області. Розвідані зернисті фосфорити в Донецькій, Чернігівській, Хмельницькій та Закарпатській областях. Вони містять 7–8%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , близько 40%  $\text{CaO}$ , кадмію, фтору, урану в них значно менше, ніж у фосфоритах Північної Африки і Близького Сходу. Їх доцільно застосовувати на бідних на фосфор дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах.

Правильне використання фосфоритного борошна при основному внесенні дає можливість отримувати такі самі прирости врожаю, як і від внесення суперфосфату, фосфатшлаку (табл. 28) при значно нижчих витратах на виробництво одиниці продукції.

Вапнування знижує ефективність фосфоритного борошна. Тому це добриво потрібно вносити до вапнування. Високоєфективне фосфоритне борошно при корінному поліпшенні лук і пасовищ.

Таблиця 28

**Вплив форм фосфорних добрив на врожайність і якість зерна кукурудзи на лучно-чорноземних опідзолених ґрунтах (за Л. А. Левченком)**

Варіант дослідів	Урожайність, ц/га	Приріст, ц/га	Вміст	
			протеїну, %	крохмалю, %
Контроль	41,0	–	12,72	62,0
20 т/га гною + $\text{N}_{50}\text{K}_{50}$ – фон	67,0	–	13,26	64,0
Фон + Рс 60	73,3	6,3	14,00	67,8
Фон + Рф.ш. 60	72,1	5,1	14,64	64,8
Фон + Рф 60	71,5	4,5	14,58	64,2

Для внесення фосфоритного борошна застосовують пневматичні транспортні засоби, щоб зменшити його втрати. Транспортиують і вносять фосфоритне борошно за двома технологіями: 1) прямоочною — навантаження на складі у тракторні або автомобільні розкидачі з наступним транспортуванням і внесенням у ґрунт; 2) перевантажувальною — навантаження на складі у транспортні засоби, транспортування, перевантаження на полі у тракторні розкидачі і внесення ними.

### 18.5. Калійні добрива

В Івано-Франківській та Львівській областях знаходяться найбільше в світі Прикарпатське родовище калійних солей сульфатно-хлоридного типу.

Залежно від вмісту сірки і хлору калійні добрива поділяють на дві форми: хлоридну та безхлорну (сульфатну). До хлоридної форми відносять калій хлористий, калійну сіль, каїніт; до безхлорної — калій сірчаноокислий, калімаг, калійно-магнієвий концентрат. Усі калійні добрива добре розчинні у воді.

В Україні прикарпатські родовища дають змогу виробляти безхлорні калійні добрива. Основними калійними добривами є калій хлористий і 40% калійна сіль змішана, калій магнезія.

**Калій хлористий KCl.** Масова частка калію становить 53–60,6%  $K_2O$ . Вологи не більш як 1%. Білого або червонувато-бурого кольору. Злежується. Для зменшення злежування добавляють аміни. Випускають у вигляді гранул, дрібних і крупних кристалів.

Часточок крупних кристалів розміром 1–4 мм повинно бути не менш як 90%. При внесенні у ґрунт KCl розчиняється і поглинається ґрунтовим вбирним комплексом, який утримує калій, що запобігає його вимиванню. При внесенні високих норм калію він може переміщуватись у підорні шари ґрунтів легкого гранулометричного складу.

Крім обмінного поглинання калію, може бути і необмінна фіксація глинистими мінералами монтморилонітової групи і гідрослюдами, що мають тришарову кристалічну решітку. Поперемінне пересихання та зволоження ґрунту сприяє необмінному

поглинанню калію. Тому калійні добрива вносять у зволожені прошарки ґрунту (в рядки, для підживлення та як основне удобрення).

**Калійна сіль змішана 40%.** Суміш калію хлористого і каїніту або сільвініту. Масова частка калію становить 40%  $K_2O$ . Крім калію містить магній, натрій, сірку, інші елементи. Сірого або червоно-бурого кольору. Мало гігроскопічна. Вносять у рядки, використовують для підживлення та в основне удобрення.

Встановлена більша ефективність калійної солі порівняно з калієм хлористим і комплексними добривами при внесенні під цукрові і кормові буряки, застосуванні на луках і пасовищах.

**Калій сірчаноокислий  $K_2SO_4$ .** Масова частка калію 48–52%  $K_2O$ . Білого кольору з жовтим відтінком. Не гігроскопічний, не злежується. Випускають у гранульованому і не гранульованому вигляді. У гранульованому вигляді фракція 1–4 мм становить не менш як 90%.

Крім калію, цінною у цьому добриві є сірка. При внесенні під картоплю, виноград, тютюн, льон, хміль підвищується не тільки врожай, а й поліпшується його якість порівняно з внесенням калію хлористого.

**Калійно-магнієвий концентрат.** Масова частка калію становить 17,5–19,5%  $K_2O$ , магнію — до 9%  $MgO$ . Містить також сірку, натрій, хлор, різні мікроелементи. Вміст води до 5%. Не злежується. Найбільш ефективний калійно-магнієвий концентрат при внесенні на ґрунтах легкого гранулометричного складу під картоплю, коренеплоди, капусту, трави.

**Калімагnezія  $K_2SO_4 + MgSO_4$ .** Масова частка калію становить 28–30%  $K_2O$ , магнію — 8–10%  $MgO$ . Білого кольору з сірим або рожевим відтінком. Порошкоподібне або гранульоване, не злежується. Високоєфективне на бідних на магній ґрунтах при внесенні під картоплю, виноград, льон, гречку. Удобрення картоплі калімагnezією підвищує вміст у бульбах вітаміну С та білка. Сприяє нагромадженню білка в зерні озимої пшениці.

**Каїніт  $KCl \cdot MgSO_4 \cdot 3H_2O$ .** Масова частка калію становить 10–14%  $K_2O$ , 6–7%  $MgO$ , 15–17%  $SO_3$ , 22–25%  $Na_2O$ , хлору — понад 46%. Сірого кольору з окремими червоними кристалами. Злежується. При правильному застосуванні каїніту і 40% калійної солі приросту врожаю основних культур однакові. При внесенні каїніту під зяблеву оранку, особливо на ґрунтах легкого гранулометричного

складу, значна частина хлору вимивається і це позитивно впливає на якість продукції. Каїніт доцільно вносити під цукрові буряки, на луках і пасовищах. Застосування каїніту вимагає частішого проведення вапнування з метою збагачення ґрунтів на кальцій та інші елементи, які вимиваються разом з хлором.

### 18.6. Комплексні добрива

**Змішані добрива.** Змішування добрив дає можливість отримувати комплексні добрива із заданим вмістом і співвідношенням поживних речовин з урахуванням величини та якості запланованого врожаю і характеристики ґрунту, на якому вирощуватиметься певна культура. Змішують добрива на складах, пунктах хімізації. Такі добрива повинні відповідати певним вимогам: 1) мати певне співвідношення елементів живлення і високу їх концентрацію; 2) бути однорідними за розміром часточок; 3) мати добрі фізичні властивості; 4) добре розсіватись; 5) при змішуванні і зберіганні не повинні відбуватися реакції, які б могли зумовити втрати поживних речовин або зменшити розчинність компонентів добрив.

При виборі компонентів змішаних добрив використовують таблиці змішування.

Технологія виготовлення змішаних добрив включає подрібнення, просіювання, дозування за масою або об'ємом, змішування. Для змішування використовують механізми заводського виробництва (УТС-30) або місцевих раціоналізаторів і винахідників.

Фірми почали випускати складні добрива торгових марок Мульти-К, Mg ( $\text{KNO}_3 + \text{MgO} — 12:0:43$ ,  $\text{MgO} — 1–4\%$ ), Магнисал ( $\text{MgNO}_3)_2 — 11:0:0$ ,  $\text{MgO} — 15\%$ , Мульти-МАР ( $12:61:0$ ), Мульти-МКР ( $0:52:34$ ), Полифид — комплексне добриво ( $9:12:36 + 3\% \text{MgO} + \text{мікроелементи}$ ).

При змішуванні селітри аміачної, амофосу, подвійного суперфосфату і калію хлористого отримують змішане добриво із вмістом  $16\% \text{N}$ ,  $16\% \text{P}_2\text{O}_5$  і  $16\% \text{K}_2\text{O}$ .

**Складно-змішані добрива.** Мало гігроскопічні, гранульовані, співвідношення поживних речовин близьке до одиниці. Найбільше використовують такі марки складно-змішаних добрив:  $1:1:1$ ;  $0:1:1$ ;  $1:1:1,5$ ;  $1:1,5$ ;  $1:1,5$ . Так, при змішуванні селітри

аміачної, суперфосфату, калію хлористого, сірчаної і фосфорної кислот, аміаку отримують добриво марки 14,2:14,2; 14,2 зі вмістом 70–90% водорозчинної фосфорної кислоти. Сума азоту, фосфору ( $P_2O_5$ ) і калію ( $K_2O$ ) становить 30–44%.

### 18.6.1. Застосування комплексних добрив

Застосування комплексних добрив порівняно із змішаними добривами дає можливість зменшити затрати на їх перевезення, зберігання і внесення, підвищити ефективність і продуктивність праці.

**Амофос  $NH_4H_2PO_4 + (NH_4)_2HPO_4$ .** Масова частка засвоюваної фосфорної кислоти становить 46–55%  $P_2O_5$ , в тому числі водорозчинної 34–48%  $P_2O_5$ , 11–14% азоту. Вміст води не більш як 1%. Гранульований. Гранул розміром 1–4 мм не менш як 90–95%. Фізичні властивості добрі. Недоліком амофосу є широке співвідношення азоту й фосфору (1 : 4,1–5).

Як елемент живлення амонійний азот амофосу підсилює надходження фосфору у рослину. Агрохімічна ефективність близька до ефективності еквівалентної суміші простих добрив. Ефективний на всіх ґрунтах, крім каштанових.

**Діамофос  $(NH_4)_2HPO_4 + NH_4H_2PO_4$ .** Масова частка азоту становить 16–18%, загальної фосфорної кислоти 46–48%. Співвідношення  $N : P_2O_5 = 1 : 2,5$ . Білого кольору, добре розчинний у воді, гранульований, не злежується.

Амонійний азот швидко перетворюється на нітратний. При основному і рядковому внесенні під ярі зернові, льон, картоплю ефективність діамофосу вища, ніж суміші простих добрив, на чорноземних ґрунтах — дещо вища за суміш простих добрив, а на посівах просапних культур — однакова. Доцільно використовувати це добриво як базисне для виготовлення змішаних добрив.

**Селітра калієва  $KNO_3$ .** Масова частка азоту становить 13–14% N, оксиду калію 46,5%. Добре розчинна у воді. Має вигляд кристалічного порошку або гранульована. Характеризується добрими фізичними властивостями, малою гігроскопічністю. Високоєфективна під картоплю, тютюн, овочеві і цитрусові.

**Нітрофоски.** Д. М. Прянишников уперше запропонував обробляти фосфатну сировину азотною кислотою. При цьому

утворюється складне добриво, яке містить азот і фосфор — нітрофос. Фосфатну сировину можна обробляти сумішшю азотної і сірчаної кислот. Після добавляння до нітрофосу калію отримують нітрофоску.

Головні елементи живлення рослин у нітрофосці входять до складу дикальційфосфату, фосфату і нітрату амонію, солей калію. Оцінюють нітрофоски за вмістом не лише суми доступних сполук азоту, фосфору і калію, а й водорозчинних сполук фосфору. Нітрофоски із вмістом 50% і більше водорозчинної фосфорної кислоти від засвоюваної кількості доцільно використовувати для внесення в рядки і для підживлення.

**Нітрофоска.** Масова частка азоту становить не менш як 11%, засвоєваних сполук фосфору — 10%  $P_2O_5$ , у тому числі водорозчинної — не менш як 55%, калію не менш ніж 11%  $K_2O$ . Сума поживних речовин 32–45%. Вміст води — до 1,5%. Гранули розміром 1–4 мм близько 90%. Заводи виробляють нітрофоски під марками 17:17:17 або 12:10:15, що вказує на вміст 17% і 12% азоту, 17% і 10%  $P_2O_5$ , 17% і 15%  $K_2O$ .

Транспортуються у затареному вигляді або насипом. Використовують для основного внесення, внесення в рядки та для підживлення. Нітрофоски ефективніші на Поліссі і в Лісостепу. Марки нітрофоски 1:1:1 застосовують під зернові, картоплю і трави. Для оптимізації їх умов живлення необхідно доносити азот, фосфор і калій у виді простих добрив.

**Нітрофос.** Масова частка азоту становить 21–25%, фосфору — 5–23%  $P_2O_5$ . Водорозчинної фосфорної кислоти містить 55–65% від засвоюваної. Гранул розміром 1–4 мм — не менш як 94%. Використовують для підживлення і рядкового внесення.

**Діамофоска.** Марка 10-25-25. Водорозчинної фосфорної кислоти містить 91–96%  $P_2O_5$  від загальної кількості сполук фосфору. Ефективність діамофоски рівнозначна ефективності суміші простих добрив.

Комплексні добрива виробляють з певним вмістом мікроелементів.

**Поліфосфати.** Рослини використовують більше фосфору з поліфосфатів, ніж з інших фосфорних добрив, їх доцільно використовувати на ґрунтах з високою біологічною активністю.

Фосфор може утворювати полімерні сполуки, які здатні до іонного обміну та комплексоутворення. Більшість з цих сполук розчинні у воді, піддаються гідролізу, інтенсивність якого залежить від температури ґрунту.

**Метафосфат кальцію  $\text{Ca}(\text{PO}_3)_2$ .** Масова частка цитратно-розчинної фосфорної кислоти становить 60–70%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Процес виробництва дає змогу змінювати співвідношення цитратно- та водорозчинної фосфорної кислот (оптимальне співвідношення 1:1). Цитратно-розчинні сполуки в ґрунті поступово перетворюються на водорозчинні.

**Метафосфат калію  $(\text{KPO}_3)_n$ .** Масова частка фосфору становить 57–59%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , калію — 38–40%  $\text{K}_2\text{O}$ . У воді практично не розчинний, а розчиняється у 2%-у розчині лимонної кислоти. Фізичні властивості добрі, не гігроскопічний, не злежується.

Введення в це добриво цинку, міді сприяє утворенню водорозчинної його форми. Ефективність метафосфату калію практично рівнозначна ефективності суміші суперфосфату і калію хлористого.

**Метафосфат амонію  $(\text{NH}_4\text{PO}_3)_n$ .** Масова частка азоту становить 17%, фосфору — 80%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . При внесенні у ґрунт відбувається гідроліз метафосфату амонію до водорозчинних сполук. Ефективність метафосфату амонію аналогічна ефективності суперфосфату.

**Поліфосфат амонію  $(\text{MH}_4)_n \text{H}_2\text{P}_n \text{O}_{3n+1}$ .** Складається із суміші орто-, піро- та поліфосфатів амонію. Масова частка азоту становить 16–17%, фосфору — 60–61%  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Малогігроскопічний, гранульований, не злежується. Високоефективний на кислих і вапнованих ґрунтах.

**Пірофосфат калію  $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$ .** Масова частка фосфору становить 37%  $\text{P}_2\text{O}_5$ , калію — 49%. Фосфор із цього добрива менш інтенсивно поглинається рослинами, ніж із суперфосфату.

Вартість полі- і метафосфатів на багато більша, ніж сумішей з простих добрив.

## 18.5. Рідкі комплексні добрива

Застосування РКД залежить від погодних умов, часу їх внесення та вирощуваної сільськогосподарської культури. Охолодження

рідких добрив призводить до виділення твердої фази та утворення осаду, що утруднює їх використання.

Рідкі комплексні добрива (РКД) можна рівномірно розподіляти і точно дозувати на поверхні ґрунту, повністю механізувати процеси, які пов'язані з їх транспортуванням, внесенням, значно зменшити затрати праці.

Комплексне рідке добриво марки 10-34-0. Містить амонійні солі орто- й поліфосфорних кислот різного ступеня заміщення. Масова частка загальної фосфорної кислоти не менш як 34%  $P_2O_5$ , азоту — 10%. Азот і фосфор водорозчинні. Не містить вільного аміаку. Ступінь конверсії не менш як 55%. Близько 55% фосфору від загальної його кількості перебуває у формі поліфосфатів, які підвищують розчинність поживних речовин і подовжують строк зберігання, рН-6...7. Густина 1,4 г/см<sup>3</sup>, в'язкість — не більша за 50 МПа. Виробляють РКД марки 11-37-0.

Зберігають у закритих місткостях із залізобетону, вкритих захисною плівкою. Строк зберігання влітку 3 міс., узимку — 6 міс. Улітку при зберіганні РКД поліфосфати можуть перетворюватися на ортофосфати, внаслідок чого утворюється осад, який утруднює транспортування і внесення добрив.

Технологія застосування РКД така: 1) транспортування від заводу до пристанційного складу; 2) транспортування від пристанційного складу до глибинного; 3) транспортування від глибинного складу до поля і заповнення агрегатів для внесення; 4) внесення.

Спрощення схеми транспортування від заводу до поля сприяє зменшенню затрат на застосування РКД. Вносять РКД обприскуванням поверхні поля з наступним зароблянням у ґрунт, одночасно з сівбою, у міжряддя при міжрядньому обробітку і підживленні, з поливною водою. Застосовувати РКД у вітряну та туманну погоду не рекомендується.

Використовують РКД як базисний розчин, до якого добавляють сечовину, аміачну селітру, калійні добрива, мікроелементи, пестициди. Ефективність РКД та твердих добрив практично однакова на чорноземах, дерново-підзолистих, сірих опідзолених і темно-каштанових ґрунтах (табл. 29).

Вища ефективність РКД пояснюється більш рівномірним розподілом по поверхні поля, меншим поглинанням фосфору деякими ґрунтами.

**Таблиця 29**

**Ефективність РКД, виготовленого на основі поліфосфорної кислоти, на дерново-підзолистих ґрунтах (за Ф. В. Янішевським)**

Культура	Приріст від внесення, ц/га	
	РКД	еквівалентної суміші простих добрив
Озима пшениця	10,2	10,6
Озиме жито	7,9	8,6
Ячмінь	8,0	8,2
Картопля	55,9	57,5

Суспензовані рідкі комплексні добрива (СРКД). При добавлянні до РКД суспензованих глин утворюються суспензовані рідкі комплексні добрива.

Введені в РКД глини затримують кристалізацію насичених розчинів, що дає змогу зберігати СРКД тривалий час. Їх використовують як базисні розчини для виготовлення добрив марок 12-12-12, 10-30-10, 12-25-10.

### Контрольні запитання

1. Назвіть склад однокомпонентних і комплексних добрив.
2. За якими показниками характеризують азотні, фосфорні та калійні добрива?
3. Які процеси відбуваються у ґрунті при внесенні добрив?
4. Способи застосування добрив, що сприяють підвищенню їх ефективності.
5. Мета застосування інгібіторів нітрифікації.
6. Які властивості ґрунтів ураховують при внесенні добрив?
7. Агрохімічна та економічна-ефективність застосування добрив.

## 19. ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА

Органічні добрива (гній, торф, сапропель, компости, сеча, гноївка, пташиний послід, сидеральні культури) сприяють підвищенню врожаю та якості сільськогосподарських культур, родючості ґрунтів.

### 19.1. Гній

Основним органічним добривом є гній. Д. М. Прянишников вважав, що гній є важливим джерелом азоту, фосфору і калію як за абсолютною їх кількістю в ньому, так і за вартістю, рівномірністю розподілу по території сільськогосподарського використання. Із збільшенням застосування мінеральних добрив роль гною у підвищенні родючості ґрунтів, особливо легкого гранулометричного складу, значно зростає. Практика застосування добрив довела доцільність сумісного застосування органічних і мінеральних добрив. Це пояснюється тим, що застосування самих лише мінеральних добрив, особливо кислих і фізіологічно кислих у великих нормах, зумовлює погіршення властивостей ґрунтів, призводить до зниження врожайності та якості сільськогосподарської продукції.

Внесення органічних добрив та вапна було і є найбільш діючим заходом з усіх відомих для збереження і підвищення родючості ґрунтів. Систематичне застосування органічних добрив підвищує вміст поживних речовин, увібраних основ, поглинальну здатність та буферність, вологоємкість, пористість і водопроникність ґрунту, збагачує його на мікрофлору, посилює біологічну активність. Застосування гною зменшує кислотність ґрунту, поліпшує його фітосанітарний стан та підвищує біологічну активність.

Органічні речовини гною сприяють поліпшенню фізичних властивостей і структури ґрунту. Ґрунти глинистого гранулометричного складу при внесенні гною стають пухкішими, краще пропускають воду і повітря та краще обробляються механізмами. Піщані ґрунти стають більш зв'язними, вологоємкість їх підвищується.

Застосування гною в зернобуряковій сівозміні Миронівської дослідної станції збільшувало водостійкість агрегатів чорноземних

ґрунтів — з 17,6 до 31%, капілярну вологоємкість — з 37,9 до 40,2%, водопроникність — із 100 до 130%.

При розкладанні органічних речовин гною виділяється теплота, що позитивно позначається на інтенсивності біологічних процесів. При цьому життєдіяльність мікроорганізмів та ферментів посилюється, в результаті вивільняється значна кількість вуглекислого газу, мінеральних елементів живлення рослин і мікроорганізмів. Отже, гній діє на ґрунт всебічно. Внесення органічних добрив приводить до нагромадження в ґрунті органічної речовини, гумусу, гумінових і фульвокислот.

Внесення органічних добрив — це найкращий спосіб збагачення ґрунту на органічну речовину, яка здатна перетворюватись на гумус, що значно підвищує родючість ґрунтів. Тому гній треба розглядати як джерело не тільки перегною, а й макро- та мікроелементів, біологічно активних речовин.

Щорічне застосування 35 т/га гною, азоту  $N_{94}$  у складі мінеральних добрив під озиму пшеницю, яку вирощували беззмінно (100 років) на важкосуглинистих ґрунтах Ротамстедської дослідної станції (Англія), зумовило збільшення вмісту гумусу при застосуванні гною до 4,48%, мінеральних добрив — до 2,07% порівняно з 1,88% без застосування добрив. Урожайність озимої пшениці при цьому відповідно становила 27,7, 24,1 і 13,3 ц/га.

При вирощуванні культур без добрив живлення їх азотом відбувається за рахунок мінералізації гумусу, втрати якого досягають 0,9–1,5 т/га. Систематичне сумісне застосування органічних і мінеральних добрив у сівоzmінах сприяє нагромадженню гумусу в ґрунті. Так, внесення гною та одинарної норми мінеральних добрив зумовило збільшення вмісту гумусу до 4,53% в лучно-чорноземних ґрунтах, а збільшення норми мінеральних добрив у 1,5 рази з такою самою кількістю гною зумовило збільшення вмісту гумусу до 5,31% порівняно з 4,29% без добрив. Із 1 т гною утворюється 35–50 кг гумусу. При цьому у ґрунті синтезуються гумінові і фульвокислоти, які мають підвищену обмінну здатність.

Для підтримання бездефіцитного балансу гумусу багато вчених вважає, що необхідно вносити на орних землях, на дерново — підзолистих ґрунтах — 12–15 т/га органічних добрив, на чорноземах — 9–13 т/га.

Значення гною, за висловом Д. І. Менделєєва, підтверджене віками, тому що він діє швидко й ефективно, поліпшує фізичні властивості ґрунтів, придатний для застосування в усіх сівозмінах є повним добривом за хімічним складом. Поступове вивільнення поживних речовин з гною не призводить до підвищення концентрації ґрунтового розчину, яке може негативно позначитись на рості і розвитку рослин, особливо на ґрунтах з незначним вмістом органічних речовин. Органічна частина ґрунту адсорбує мінеральні поживні речовини і таким чином регулює їх засвоєння. Великий позитивний вплив органічних добрив виявляється не тільки в їх прямій дії, а й у післядії.

**Склад гною.** Гній поділяється на підстилковий (твердий) і безпідстилковий (рідкий). Гній — це суміш екскрементів і сечі, перемішаних з підстилкою, що містить у собі всі речовини, необхідні для живлення рослин. Поживні речовини в гної містяться в такому співвідношенні, яке необхідне для рослин.

Склад гною залежить від виду тварин та їх віку, кількості і якості кормів та підстилки, способу зберігання гною тощо (табл. 30).

Таблиця 30

**Склад свіжого гною (за В. А. Васильєвим, Н. В. Філіповою)**

Склад гною	Гній на солом'яній підстилці				Гній на підстилці з торфу	
	великої рогатої худоби	коней	овець	свиней	великої рогатої худоби	коней
Вода	77,3	71,3	64,6	72,4	77,5	67,0
Органічна речовина	20,3	25,4	31,8	25,0	—	—
Азот						
загальний	0,45	0,58	0,83	0,45	0,60	0,80
білковий	0,28	0,35	—	—	0,38	0,68
аміачний	0,14	0,19	—	0,22	0,18	—
Фосфор ( $P_2O_5$ )	0,23	0,28	0,23	0,19	0,22	0,25
Калій ( $K_2O$ )	0,50	0,63	0,67	0,60	0,48	0,53
Вапно ( $CaO$ )	0,40	0,21	0,33	0,18	0,45	0,44
Магній ( $MgO$ )	0,11	0,14	0,18	0,09	—	—
Сірка ( $SO_4$ )	0,06	0,07	0,15	0,08	—	—
Хлор ( $Cl$ )	0,10	0,04	0,17	0,17	—	—
Кремній ( $SiO_2$ )	0,85	1,77	1,47	1,08	—	—
Залізо й алюміній	0,05	0,11	0,24	0,67	—	—

Для практичних розрахунків приймають такий склад гною: 0,5% N, 0,25%  $P_2O_5$  і 0,6%  $K_2O$ . Із загальної кількості азоту (0,5%) на легкозасвоюваний (аміачний, амонійний, нітратний) припадає 0,1–0,2%. Фосфор у гної міститься у вигляді засвоюваних сполук. Близько 30% фосфору перебуває у водорозчинній формі. Калій також перебуває у легкодоступній формі, крім того, 70–75% його — у водорозчинній формі.

Із 30 т/га гною у ґрунт вноситься 150 кг азоту, 80 кг  $P_2O_5$ , 180 кг  $K_2O$ , 500 кг  $CaCO_3$  і  $MgCO_3$ , 80 г мангану, 100 бору, 60 міді, 12 молибдену, 60 кобальту, 10–15 г йоду. Поживні речовини з гною вивільняються поступово протягом усього періоду вегетації рослин, забезпечуючи їх життєві потреби.

**Підстилковий гній.** Для підстилки використовують матеріали, для яких властиві велика вологемкість і поглинання рідин та газів, що містять значну частину азоту, фосфору, калію, кальцію (табл. 31).

**Таблиця 31**

**Поглиналина здатність підстилки і її склад, %  
(за В. А. Васильєвим, Н. В. Філіповою)**

Підстилка	100 частин підстилки поглинає частин води	Склад підстилки				
		Вода	N	$P_2O_5$	$K_2O$	CaO
Солома пшениці жита	170–300	14,0	0,57	0,20	0,90	0,28
	300	14,3	0,45	0,26	1,00	0,29
Торф низинний верховий	500–700	60,0	0,90	0,05	0,04	1,00
	1000–1500	50,0	0,60	0,04	0,05	0,15
Тирса	400–445	30,0	0,04	0,02	0,04	—

Основними видами підстилки є солома й торф. Інші вологемкі матеріали (тирса, стружка тощо) використовують рідко.

Вихід гною значною мірою залежить від виду тварин, їхнього стійлового періоду, застосування підстилки. Так, від 1 голови великої рогатої худоби за 220–240 діб стійлового періоду нагромаджується 9–10 т гною, за 200–180 діб — 6–8 т. За ці періоди вихід гною від однієї свині становить відповідно 2,2 і 1,5 т. Збільшення використання соломи, торфу на підстилку дає змогу підвищити виробництво гною та продуктивність тварин (табл. 32).

Таблиця 32

**Вплив кількості підстилки на вихід гною  
(за І. П. Мамченко)**

Підстилка	Вихід гною		Втрати гною за 3 міс. зберігання, %
	на одну корову за добу, кг	за 200 діб стійлового періоду, т	
Солома житня	2	6,8	44
те саме	4	8,2	31
те саме	6	9,4	12
Торф			
низинний	6	10,4	13
верховий	20	12,2	3

На підстилку використовують подрібнену солому, а також торф з вологістю до 50% і ступенем розкладання не більш як 25%.

*Зберігання, виробництво, застосування.* Підстилковий (твердий) гній із ферм транспортують у гноєсховища або на місце майбутнього внесення, де його зберігають у буртах. Для зберігання гною і збільшення виробництва органічних добрив при використанні соломи, торфу та відходів господарства повинні мати гноєсховища наземні або заглиблені (котлованні).

Транспортування підстилкового гною безпосередньо з ферми до поля для буртування має деякі недоліки, наприклад нерациональне використання транспорту.

Зберігання гною у непокритих гноєсховищах, пухких буртах призводить до значних втрат поживних речовин. Втрати органічної речовини й азоту протягом 4 міс. відповідно досягають 40 і 30–44%. Особливо великі втрати поживних речовин спостерігаються з малих куп гною.

Для зберігання і виготовлення гною використовують два способи: холодний (щільний) і гаряче-пресований (пухкий спосіб зберігання з наступним ущільненням). При щільному способі зберігання гній укладають щільно в гноєсховищах або буртах (до 2,5–3 м висоти), вкривають зверху соломою, торфом або 5–10-сантиметровим шаром ґрунту. Доцільно в період зберігання гною зволожувати його гноївкою, сечею та стоками тваринницьких комплексів. Для боротьби з бур'янами застосовують гербіциди. За гаряче-пресованого способу зберігання гній складають пошарово

(пухко) з наступним ущільненням. Поверхню гноєсховища (бурту) вкривають соломою, торфом або шаром ґрунту. У дослідях при холодному зберіганні гною протягом 4 міс. утворилося 170 л гноївки, при гаряче-пресованому — 450 л. Отже, при зберіганні гною на дно гноєсховища (бурту) треба класти шар соломи або торфу. Гарячий період зберігання гною (при 55–60°C) сприяє знешкодженню насіння бур'янів і збудників хвороб. Через 3–4 міс. зберігання у буртах втрачається 15–25% органічної речовини. У масі гною видно бурі рештки соломи, що легко руйнуються. Такий гній називається *напівперепрілим*. Після 6–8 міс. зберігання втрачається половина органічної речовини. Гній перетворюється на однорідну масу. Такий гній називається *перепрілим*.

Підстилковий гній використовують за двома технологіями: прямоочною (ферма — поле) або перевалочною (ферма — бurt — поле).

Гній з буртів навантажують на гноєрозкидачі, за допомогою яких його розподіляють по поверхні поля. Використання перевалочної технології застосування гною призводить до значних втрат поживних речовин та забруднення навколишнього середовища. Гній потрібно заробляти у ґрунт одразу після розподілу його по поверхні.

Краще гній вносити під зяблеву оранку. Весняне внесення гною менш ефективно. У районах надмірного зволоження гній вносять навесні при переорюванні зябу. Заробляння гною дисковими боронами сприяє більш інтенсивній його мінералізації, значним втратам газоподібного азоту.

Норми внесення підстилкового гною залежать від ґрунтово-кліматичних умов, окультурення поля, сівозміни, біологічних особливостей культури, насичення сівозміни добривами.

Оптимальними нормами гною (т/га) є: на Поліссі і в Лісостепу під просапні культури — 30–50, під озимі — 20–30, у Степу — відповідно 30–40 і 20–35, при зрошенні — до 60.

Під цукрові буряки, картоплю, кукурудзу, овочеві культури застосовують більші норми гною, ніж під зернові. Найбільша оплата одиниці гною на Поліссі (табл. 33).

Найбільший приріст урожаю від внесення гною отримують при застосуванні його під картоплю, овочеві культури, коренеплоди, коноплі. Добре оплачується застосування гною зерновими

Таблиця 33

**Оплата органічних добрив додатковим приростом  
урожаю сільськогосподарських культур  
(зернові одиниці, О. О. Бацула та ін.)**

Зона	Пряма дія	З урахуванням після- дії у сівозміні
Полісся	0,69	1,23
Лісостеп	0,44	0,75
Степ	0,26	0,55

культурами та багаторічними травами. Післядія гною на ґрунтах піщаного і супіщаного гранулометричного складу триває 3–4 роки, суглинистого — 6–8 років і більше.

**Безпідстилковий гній.** При застосуванні на фермах гідрозмиву отримують безпідстилковий гній. Це суміш твердих і рідких виділень тварин, розбавлених водою. До його складу входять залишки кормів, невелика кількість підстилки. Надлишкове використання для гідрозмиву води приводить до утворення тваринницьких стоків.

Залежно від вмісту води безпідстилковий гній поділяють на напіврідкий (вологи не менш як 92%), рідкий (вологи 92–97%) і стоки (вологи понад 97%). У рідкому гної із вмістом 6–8% сухої речовини 0,25–0,34% загального азоту, в тому числі 0,13–0,15%  $\text{NH}_3$ , фосфору — 0,11–0,15%, калію — 0,27–0,35%.

У безпідстилковому гної від 50 до 70% азоту міститься у розчинній формі. Фосфор органічних сполук гною засвоюється рослинами краще, ніж фосфор мінеральних добрив. Калій перебуває в розчинній формі. Наведені дані свідчать про те, що вміст загального азоту, фосфору і калію у безпідстилковому гної удвічі менший, ніж у підстилковому.

Рідкий гній і стоки тваринницьких комплексів, крім азоту, фосфору і калію, містять значну кількість інших елементів живлення (табл. 34).

Застосування надлишку води для видалення гною з ферм збільшує затрати на його гомогенізацію, зберігання і внесення. На свинокомплексах, що вирощують 108000 голів свиней за рік, нагромаджується до 1 млн  $\text{м}^3$  тваринницьких стоків. Без підстилковий гній видаляють з допомогою механічних засобів та

**Таблиця 34****Вміст елементів живлення у рідкому гної свиней, мг/л  
(УкрНДІГІМ)**

Елемент живлення	Рідка фракція	Тверда фракція
Залізо	16,2	9,5
Манган	1,6	1,9
Нікель	0,05	0,01
Молібден	0,01	–
Цинк	–	0,19
Мідь	0,16	1,00

гідравлічних систем (самотічна безперервної дії, самотічна періодичної дії).

При механічній системі використовують бульдозери, підбичачі, конвеєри. Гній зберігається у прифермських і польових гноєсховищах. Прифермські сховища поділяють на карантинні та основні. У карантинному гноєсховищі відбувається знезараження гною, яке триває 3–4 доби. Якщо за цей час знезараження гною не відбулося, то проводять хімічне його знезараження. Основне гноєсховище вміщує 1–6-місячний вихід тваринницьких стоків. Прифермські гноєсховища бувають відкритого та закритого типу, польові — відкритого. Із прифермських гноєсховищ стоки транспортують у польові.

Стоки і рідкий гній доцільно поділяти на тверду і рідку фракції. Вологість твердої фракції гною — до 75%. Зберігають тверду фракцію гною пухко у буртах, як і підстилковий гній. Процеси розігрівання відбуваються повільніше. Рідку фракцію гною (стоки) зберігають у польових сховищах.

**Зберігання, виробництво, застосування.** Втрати азоту та органічної речовини при безпідстилковому утриманні тварин, правильному видаленні, зберіганні і використанні рідкого та напіврідкого гною менші порівняно з втратами підстилкового гною.

Очищають і знезаражують рідкий гній трьома способами: 1) природне біологічне очищення при тривалому витримуванні стоків у відстійниках-накопичувачах з наступним очищенням та утилізацією на полях зрошення; 2) штучне біологічне очищення; 3) виготовлення компостів.

При вирощуванні 108000 голів свиней за рік у процесі гідрозмиву безпідстилкового гною щодоби мають 5–5,5 тис. м<sup>3</sup> стоків, які після механічного та біологічного очищення поділяють на тверду фракцію, стічну воду і надлишкове активний мул. Склад стоків складний (табл. 35).

**Таблиця 35**

**Хімічний склад відходів тваринницьких комплексів**  
**(І. І. Омельченко)**

Інгредієнти	Рідкий гній, г/л		Гнойові стоки, мг/л (механічне очищення)		Стічні води, мг (біологічне очищення)
	великої рогатої худоби	свиней	великої рогатої худоби	свиней	
pH	6,9–7,2	6,5–8,2	8,4–8,6	6,7–7,2	7,6–8,2
HCl	0,4–4,4	0,28–4,2	600–2410	2257–3240	823–1891
Cl <sup>-</sup>	0,1–0,5	0,2–0,6	58–610	218–412	234–355
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0,1–0,4	0,09–0,4	45–115	73–360	68–321
Ca <sub>2</sub> <sup>+</sup>	0,3–0,6	0,2–0,5	56–420	60–240	73–200
Mg <sup>2+</sup>	0,07–0,4	0,06–0,2	37–214	84–124	66–108
Na <sup>+</sup>	0,3–0,6	0,15–0,6	71–510	100–440	184–375
K <sup>+</sup>	0,1–0,4	0,17–0,7	145–617	81–360	50–282
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,3–0,6	0,07–0,4	118–322	25–185	26–138
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	сл. – 0,08	сл. – 0,06	2,5–24,5	–	Сліди – 2,6
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,7–1,1	0,6–0,9	324–820	225–570	57–306
Азот загальний	0,9–1,5	0,9–1,2	335–980	233–607	64–560
Сухий залишок	3,4–7,7	2,1–5,5	1680–4840	3021–5724	1479–2576
Мінеральний залишок	2,2–4,2	2,5–3,5	1215–4350	1662–3610	1316–2198

Надлишково активний мул вносять під кормові і технічні (300 м<sup>3</sup>/га) та під зернові культури (100–150 м<sup>3</sup>/га). Безпідстилковий гній вносять насамперед під просапні та кормові культури.

Тверду фракцію безпідстилкового гною вносять тими самими машинами, що й підстилковий. Рідкі фракції вносять мобільними машинами і поливною технікою (табл. 36).

Коефіцієнт використання прямої дії та післядії азоту безпідстилкового гною становить 30–50%, фосфору — 60–50% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, калію 60–70% K<sub>2</sub>O.

Таблиця 36

**Норми внесення безпідстилкового гною, т/га  
(О. О. Бацула та ін.)**

Культура	Рідкий гній	Рідка фракція гною
Зернові ярі	40–60	200–250
Озима пшениця	40–60	200–250
Картопля	60–80	300–400
Цукрові буряки	80–100	500–600
Однорічні трави	60–80	300–400
Пасовища	100–120	600–800

Неправильне зберігання та застосування безпідстилкового гною призводить до забруднення навколишнього середовища, підґрунтових вод і водойм. Безпідстилковий гній використовують для основного і передпосівного удобрення, підживлення, удобрювальних поливів.

Норму внесення ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) визначають з урахуванням мінімального вмісту азоту або фосфору чи калію за формулою

$$H = A / N \cdot K \cdot 10,$$

де  $A$  — винос азоту культурою,  $\text{кг}/\text{га}$ ;

$N$  — вміст азоту в стоках, %;

$K$  — коефіцієнт використання елемента живлення (для  $N = 0,6 \dots 0,7$ ;  $\text{P}_2\text{O}_5 = 0,6$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 0,6$ ).

Для перерахунку різних видів органічних добрив на умовні одиниці використовують коефіцієнти: для підстилкового гною, твердої фракції безпідстилкового гною, компостів на основі гною, осаду стічних вод з вологістю до 76% — 1,0; для безпідстилкового напіврідкого гною з вологістю до 76–92% — 0,5; для безпідстилкового рідкого гною з вологістю 93–97% — 0,2; для стоків гною з вологістю 93–97% — 0,2; для стоків гною з вологістю понад 97% — 0,1; для сухого пташиного посліду з вологістю до 20% — 7,0; для напіврідкого пташиного посліду з вологістю 76–92% — 1,4.

## 19.2. Пташиний послід

Пташиний послід може бути у твердому (вологість менш як 50%), пластичному (вологість 50–92%) і текучому (вологість понад 92%) стані. Він містить більше поживних речовин, ніж гній (табл. 37).

Таблиця 37

**Склад пташиного посліду, % на сиру речовину  
(В. А. Васильєв та ін.)**

Вид птиці	Елемент						
	H <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	SO <sub>4</sub>
Кури	56	1,0	1,5	0,8	2,4	0,7	0,4
Качки	70	0,7	0,9	0,6	1,1	0,2	0,3
Гуси	76	0,5	0,5	0,9	0,8	0,2	1,1

Азот у пташиному посліді міститься у вигляді легкогідролізованих сполук. У свіжому посліді немає аміачного азоту, проте він утворюється при його зберіганні внаслідок мінералізації органічних сполук. Поживні речовини пташиного посліду добре доступні для рослин. Неправильне зберігання пташиного посліду зумовлює великі втрати не тільки азоту, а й фосфору і калію.

Безпідстилковий пташиний послід використовують для виготовлення компостів. Оптимальне співвідношення торфу до пташиного посліду з вологістю 75% становить 1 : 0,6, з вологістю 85% — 1 : 1. Бурт формують заввишки 2,5–3 м та завширшки до 4 м. Через два тижні після закладання бурту компост перемишують. Компостування триває 1,5–2 міс.

Термічно висушений пташиний послід містить до 80% сухої речовини, 4–6 азоту, 4–5 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 2–2,5 K<sub>2</sub>O, 4,5% CaO. При висушуванні посліду втрачається до половини азоту, до 12–20% фосфору і калію.

Використовують пташиний послід для основного та припосівного внесення. Географічна мережа дослідів з добривами України рекомендує під картоплю, кукурудзу, цукрові буряки вносити 20–25 т/га торфопослідного компосту, під зернові — 10–15 т/га. Ефективність пташиного посліду аналогічна ефективності мінеральних добрив.

### 19.3. Торф

Торф у чистому вигляді використовувати безпосередньо на добриво не рекомендується. Для збільшення виробництва органічних добрив і доступності поживних речовин, які знаходяться в ньому, торф використовують як підстилковий матеріал та для виготовлення компостів.

Торф містить у собі всі необхідні для рослин поживні речовини (табл. 38).

Таблиця 38

**Хімічний склад торфу, % на абсолютно суху речовину (УНДІЗ)**

Вид торфу	pH	Зольність	Азот	Фосфор	Калій	Кальцій	Магній
Очеретяно-осоковий	6,8	13,7	1,97	0,36	0,12	2,48	0,08
Осоковий з домішками сфагнуму	4,0	13,8	2,42	0,27	–	0,9	0,07
Сфагновий	3,1	24,5	1,22	0,01	0,17	0,17	0,06

Органічної речовини в торфі 87–96,6% (в перерахунку на суху речовину). Незважаючи на значний вміст азоту в торфі, більшість його (90–95%) знаходиться в органічній формі, яка стає доступною для рослин після мінералізації. Малопридатний на добриво торф з pH < 5 та вмістом алюмінію понад 5 мг-екв/100 г сухого торфу. Кількість золи коливається від 5–10 до 50%. Нормально-зольні торфи містять до 12% золи. Високозольні торфи (> 12% золи) як добриво малоефективні. Вміст заліза в нормальнозольних торфах не перевищує 3%. Торф бідний на мікроелементи.

За ступенем розкладання торфи поділяють на слабо- (5–25% гуміфікованих речовин), середньо- (25–40% гуміфікованих речовин) та сильнорозкладені (> 40% гуміфікованих речовин). Добре розкладений торф чорного кольору, мажеться, проходить між пальцями руки при здавлюванні.

Д. М. Прянишников писав, що застосування торфу на підстилку, як доповнення до соломи, є шляхом поступового переходу азоту торфу в хліб. Підстилка з торфу добре поглинає аміак,

сірководень, вуглекислий газ, які утворюються у тваринницьких приміщеннях внаслідок дихання тварин і розкладання гною та сечі. Порівняно з соломою вологемкість торфу та здатність вбирати газу у 2–3 рази більша.

Для підстилки використовують торф із вмістом води не більш як 50% і зольністю не більш як 10%. Подрібнений торф на підстилку рівномірним шаром розподіляють у тваринницьких приміщеннях і вигульних місцях. Потім підстилку з торфу вивозять і буртують.

## 19.4. Компости

Компостування — біотермічний процес мінералізації та гуміфікації органічної речовини, який відбувається в аеробних умовах під впливом життєдіяльності мікроорганізмів.

Компостування торфу з гноєм, торфу з гноівкою, сечею, пташиним послідом, відходами тваринницьких комплексів і рослинництва дає можливість збільшити виробництво органічних добрив та кількість доступних елементів живлення, що в них знаходяться, включити в кругообіг додаткову кількість поживних речовин, зменшити забруднення ґрунту й навколишнього середовища, спростити технологію застосування рідкого гною.

У процесі компостування торфу з гноєм як основної маси компостів нагромаджується значна кількість доступних елементів живлення торфу, підвищується біологічна активність компосту. Процес компостування відбувається за оптимальних умов температури, зволоження й аерації. При температурі 60–70°C гине значна кількість насіння бур'янів, збудників хвороб, шкідливих речовин. Таких умов у процесі компостування досягають при пухкому укладанні компостної маси, періодичному додатковому зволоженні її за рахунок додавання сечі, гноівки, стоків тваринницьких комплексів. При зволоженні понад 75% життєдіяльність мікроорганізмів в компостній масі знижується, температура — не вище ніж 55°C.

Для зменшення втрат поживних речовин у нижню частину компосту закладають шар торфу або соломи. Поверхню компосту обов'язково вкривають торфом, соломою або ґрунтом. Компостування влітку триває 3–4 міс., взимку — 4–6 міс. Виготовляють

торфогнойові, торфосечові, торфофекальні та інші компости. Торфогнойові. компости готують при співвідношенні гною і торфу 1 : 1 або 1 : 1,5. Збільшення кількості торфу подовжує тривалість компостування, зумовлює зниження його якості й ефективності.

Для виготовлення компостів використовують пошаровий, осередковий і площадковий способи.

**Пошаровий спосіб.** Цей спосіб виготовлення компостів застосовують протягом року. На дно гноєсховища (бурту) кладуть 40–50-сантиметровий шар торфу. Далі гній і торф кладуть пошарово (20–30 см).

Після заповнення гноєсховища поверхню компосту вкривають торфом. Періодично компостну масу зволожують гноївкою, сечею. При закладанні компосту у бурти пошарово кладуть торф і гній (20–30 см). Ширина бурту — 4–6, висота — 4–3 м. Довжина довільна. Загальна маса бурту не менш як 300 т. Після формування бурту його поверхню вкривають торфом. Щоб вміст води у бурті був не менш як 60%, компост зволожують гноївкою, сечею. Щомісяця масу бурту перемішують. Через 3–4 міс. компостування утворюється високоефективний компост. Готовий високоякісний компост має однорідну темного кольору розсипчасту масу з вологістю не більш як 75% і близьку до нейтральної реакцію, містить всі необхідні елементи живлення в доступній формі (табл. 39).

Таблиця 39

**Склад різних видів компостів (В. А. Васильєв та ін.)**

Показники	Торфогноєвий	Торфосечовий	Торфофекальний	Торфопослідний
pH	4,8–6,2	5,0–7,9	4,8–6,2	5,5–7,0
Вологість, %	60–75	65–80	65–75	60–70
Зола, %	5–50	5–30	5–50	5–20
Загальний азот, %	2–3,5	2,0–4,2	2,0–3,2	0,6–1,0
NO <sub>3</sub> + NH <sub>3</sub> , мг/ 100 г абсолютно сухого торфу	60–500	120–700	40–450	–
Легкорозчинний фосфор, мг / 100 г	200–400	150–400	80–450	–
Загальний калій, %	0,6–1,2	1,5–3,0	0,6–1,5	0,6–1,0
Розчинні гумінові речовини, %	1–2	1–4	1–2	–

**Осередковий спосіб.** При осередковому способі виготовлення компостів на шар торфу (подушку) завтовшки 30–50 см кладуть, окремими купами гній. Проміжки заповнюють торфом. Потім масу перемішують бульдозерами і формують бурт завширшки 5–6 та заввишки 2–2,5 м. Через 1 міс. після закладання компосту його перемішують, поверхню вкривають торфом і соломою. Маса компосту — не менш як 300 т. Компостування триває 3–4 міс.

На вигульних площадках, літніх таборах торф розстиляють шаром 20–30 см. Через деякий час масу буртують і отримують, торфогнойовий компост. Для збільшення поживної цінності компостів і зниження втрат азоту до кислого торфу додають 1,5–2% фосфоритного борошна. Часто такі компости називають торфо-гноєфосфоритними.

Широко застосовують виготовлення компостів на спеціальних бетонованих площадках. На подушку з торфу (20–30 см) кладуть шар (20–30 см) підстилкового або безпідстилкового гною, потім поверхню дискують дисковою бороною і згортають бульдозером у штабель завширшки 4–6 м. Висота компостної маси досягає 3–4 м.

Для підвищення якості компосту пошарово вносять сечу, 1,5–2% фосфоритного борошна, 0,5–1 калійної солі, 1–2% вапнякових матеріалів залежно від складу компонентів. Через 1–1,5 міс. масу перемішують, щоб посилити процеси компостування та утворення однорідного добрива.

Торфосечові (гноївкові) компости готують аналогічно торфогнойовим. У 40–50-сантиметровому шарі торфу роблять заглиблення, куди вливають сечу або гноївку. На 1 т торфу використовують 1–3 т сечі або гноївки. Після вбирання сечі (гноївки) кладуть новий шар торфу і заливають у заглиблення сечу (гноївку). Масу буртують. Компостування триває 1–1,5 міс.

Аналогічно готують торфофекальні компости. На 1 т торфу використовують 1–2 т фекальних мас.

Застосовують компости восени під зяблеву оранку. Ефективність прямої дії компостів рівнозначна дії підстилкового гною.

Застосовуючи метанове бродіння для розкладання органічних добрив, можна отримати добре розкладене добриво, у якому внаслідок біологічних процесів знешкоджено насіння бур'янів та збудників деяких хвороб. Крім того, в процесі метанового

бродіння виділяється значна кількість газу, який можна використувати для побутових потреб.

Сучасні технології за рахунок інтенсивного біологічного окислення дають можливість відходам тваринницьких ферм надавати однорідного рідинного стану і вносити його в ґрунт.

Застосування вермикюльтури дає можливість отримувати з відходів рослинництва та органічних добрив вермикомпост, який містить 40–45% органічної речовини, 0,9–3,5% загального азоту, 0,8–2,2%  $P_2O_5$ , 0,8–2,1%  $K_2O$  та інші елементи.

**Штучний гній.** Для його виготовлення використовують подрібнену солому, стоки тваринницьких комплексів, покидьки рослин. Подрібнену солому, різні рослинні залишки розстелюють рівним шаром товщиною 30–35 см на ширину 3–3,5 м. Шар ущільнюють, змочують водою. Укладають солому пошарово до висоти 2,5 м. Температура у бурті піднімається до 25–30 градусів. Після цього бурт поливають водою, рідким гноем, стоками тваринницьких комплексів. За 3–4 міс штучний гній готовий.

## 19.5. Сапропель

Сапропель — продукт відкладів прісних озер і ставків, який належить до органічних або вапнякових добрив. Склад сапропелів дуже неоднорідний (табл. 40).

**Таблиця 40**

**Агрохімічна характеристика сапропелів України,  
% на суху речовину (М. Й. Шевчук, 1996)**

Родовище	Волога	Зола	pH	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Азот	Сірка
Волинська обл.	9,42	28,6	5,76–8,42	7,18	3,74	0,47	1,85	0,30
Київська обл.	87,5	46,0	6,0–8,1	14,0	4,8	0,82	2,23	1,60

У сапропелях міститься до 30, інколи до 50% і більше, органічної речовини, 20–30% карбонатів кальцію та магнію. Органічні сполуки представлені гуміновими кислотами (11,3–43,4%), фульвокислотами (2,1–23,5%), негідролізованим залишком (5,1–22,6%), геміцелюлозою (9,8–52,5%), целюлозою (0,4–6,0%), водорозчинними сполуками (2,4–13,5%), бітумами А (3,4–10,9%) і бітумами С (2,1–6,6%) (Бракш та ін., 1962). За

вмістом золи сапропелі поділяють на малозольні (до 30% золи), середньозольні (30–50%), підвищенозольні (50–70%), високозольні (75–85%). Сапропелі із масовою часткою золи більш як 85% називаються *мулом*. Сполуки азоту знаходяться у сапропелі у важкодоступних для рослин формах. Вміст фосфору низький, а калію і мікроелементів дуже низький.

Сапропелі використовують на добриво, з них виготовляють органо-мінеральні добрива (табл. 41).

Таблиця 41

**Технічні вимоги до сапропелевої сировини різного походження для використання її на добриво, % на суху речовину (М. Й. Шевчук, 1996)**

	Показники норм по видах сапропелів		
	Органічних	органованпнянових	органокремземлистих
Вміст органічної речовини	50	15	30
Вміст азоту не більше	1,5 12	0,7 –	1,0 17
CaO не менше	–	17	–
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> не більше	10	10	10
SO <sub>3</sub> не більше	3	7	3
pH сол., не менше	5	не обмежено	5
Радіоактивне забруднення цезієм, Кі/кг	5·10 <sup>-7</sup>	5·10 <sup>-7</sup>	5·10 <sup>-7</sup>

Використовують такі технології використання сапропелей на добриво: 1) гідротехнічну; 2) технологію наміву на поля; 3) технологію добування екскаваторами. Остання технологія має переваги перед гідротехнічною, які полягають у простоті добування, використанні серійних машин. Вона в 3 рази менш капіталоемна, собівартість добрив у 2 рази менша. Технологію наміву на поля застосовують при корінному поліпшенні малопродуктивних ґрунтів. Для отримання такого самого приросту врожаю від застосування сапропелю, як і від гною, його потрібно вносити в 2–3 рази більше. За даними Гомельської ПРСХ, урожай картоплі на дерново-підзолистих ґрунтах при внесенні N<sub>70</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> становив 139 ц/га, при внесенні 40 ц/га гною — 177 ц/га, при внесенні 40 і 80 т/га сапропелю — відповідно 124 і 174 ц/га.

## 19.6. Зелене добриво

Зелене добриво, або сидерати, надійний засіб підвищення родючості ґрунтів, особливо дерново-підзолистих легкого гранулометричного складу. На зелене добриво використовують бобові культури, які накопичують велику вегетативну масу багату на азот (люпин, серадела, буркун) і небобові (ріпак, озиме жито, олійну редьку, гречку, гірчицю і ін.).

Сидеральні культури вирощують окремо, в ущільнених або проміжних посівах. Доцільно зелену масу сидератів використовувати на корм або силос, а пожнивні та кореневі рештки заорювати. Рослини люпину залишають у ґрунті 150–200 кг/га азоту, поглинають фосфор з важкорозчинних добрив і мобілізують важкорозчинні сполуки ґрунту, що використовуються культурами, які висівають після них.

При вирощуванні люпину на зелене добриво його заорюють у фазі сизих бобиків (табл. 42). Ефективність зеленого добрива прирівнюється до ефективності 30–40 т/га гною. Коефіцієнт використання азоту із зеленого добрива в перший рік дії удвоє більшій, ніж з гною.

**Таблиця 42**

***Вміст елементів живлення в зеленій масі сидератів і гної, %***

<b>Добриво</b>	<b>N</b>	<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	<b>K<sub>2</sub>O</b>	<b>CaO</b>	<b>MgO</b>
Гній змішаний	0,50	0,34	0,55	0,70	0,15
Зелена маса люпину	0,45	0,10	0,17	0,47	0,12
Зелена маса буркуну	0,77	0,05	0,19	0,97	0,10

Удобрення люпину фосфорними добривами позитивно впливає на розвиток та азотфіксуючу здатність бактерій, посилює синтез білка, прискорює дозрівання насіння. Максимальну ефективність фосфорні добрива виявляють при забезпеченні рослин сіркою і магнієм. Ефективність фосфорних добрив підвищується на фоні калійних. Особливо великі потреби рослин у калії на ґрунтах піщаного гранулометричного складу. Перед висіванням насіння бобових сидеральних культур обробляють бактеріальними препаратами. Останні роки почали широко застосовувати посіви небобових культур на зелене добриво. Небобові культури

формують свою зелену масу за рахунок поживних речовин ґрунту. Підвищити їх продуктивність і відшкодувати затрат на їх вирощування можливо при застосуванні добрив. В зеленій масі, яку заорюють, міститься мало азоту. При зароблянні зеленої маси небобових культур вносять мінеральні добрива. Позитивна роль зеленої маси небобових культур з насиченням сівозміни мінеральними добривами знижується. Тому доцільно поєднувати вирощування бобових і небобових культур на зелене добриво.

Застосування зелених добрив, вапнування ґрунтів, внесення органічних і мінеральних добрив дають змогу підвищити родючість ґрунтів та продуктивність рослин.

### **Контрольні запитання**

1. Які добрива відносять до органічних? Їх склад.
2. Склад твердого (підстилкового) і рідкого гною, особливості використання.
3. Вплив органічних добрив на процеси, які відбуваються у ґрунті.
4. Економічна ефективність використання різних органічних добрив.
5. Вплив органічних добрив на навколишнє середовище.

## 20. ЗНАЧЕННЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І МІКРОДОБРИВ

Основне значення мікроелементів полягає у підвищенні активності ферментів, які каталізують біохімічні процеси. До мікроелементів належать В, Мп, Сu, Zn, Со, Мо, Fe та ін., вміст яких у рослинах і ґрунтах становить не більше тисячної частки процента в перерахунку на суху речовину. Нестача мікроелементів у ґрунті зумовлює зниження врожаю, його якості, пошкодження рослин шкідниками та ураження хворобами. Роль мікроелементів у живленні рослин не обмежується активізацією ферментів. Вони здатні утворювати комплекси з нуклеїновими кислотами та іншими сполуками, впливають на фізичні властивості, структуру і фізіологічні функції клітини, стан і розвиток кореневої системи, формування репродуктивних органів, що врешті-решт сприяє підвищенню врожаю та його якості.

**Бор** до складу ферментів не входить, однак бере участь у первинних етапах поглинання фосфору бобовими культурами, стимулює утворення хлорофілу і сахарози, РНК та ДНК, посилює гідролітичну активність ферменту інвертази і переміщення цукрів з листя до коренеплодів цукрових буряків. Достатня кількість бору у ґрунті сприяє росту бульб картоплі і накопиченню в них крохмалю. Бор потрібний для рослин протягом вегетації, особливо в період запилення та дозрівання насіння. При нестачі бору порушуються процеси поділу, росту і диференціації клітин, у рослин льону відмирають точки росту. Недостатнє живлення рослин бором призводить до зниження інтенсивності фотосинтезу, виникнення серцевинної і сухої гнилі коренеплодів цукрових буряків, побуріння і загнивання суцвіть капусти, збільшення зараження картоплі паршою.

**Манган.** Головна роль мангану виявляється у фотосинтезі. Він бере участь в окислювально-відновних процесах і диханні, азотному, ауксиновому та нуклеїновому обміні, гліколізі. Достатнє манганцеве живлення посилює нагромадження сахарози у цукрових буряках, підвищує вміст у шишках хмелю гірких речовин, алкалоїдів та ефірних масел, каротину. Нестача мангану призводить до зниження вмісту білка, вітаміну С, порушення структури мембрани, розвитку хлорозу, сірої плямистості злаків, плямистості,

жовтухи цукрових буряків. Середній вміст мангану в рослинах досягає 1 мг/кг.

**Молібден** входить до складу ферментів нітратредуктази і нітрогенази, бере участь у перенесенні електронів під час відновлення нітратів і фіксації молекулярного азоту атмосфери. Без молібдену не утворюються бульбочкові бактерії. Застосування молібдену сприяє нагромадженню білкових сполук у рослинах, особливо в бобових. Нестача молібдену зумовлює накопичення в продукції рослинництва нітратів. При використанні молібдену підвищується коефіцієнт засвоєння азоту добрив рослинами, зменшуються його втрати внаслідок вимивання і денітрифікації.

На внесення молібдену, особливо на ґрунтах з кислою реакцією добре реагують бобові культури, капуста, коренеплоди, овочеві культури. Вміст молібдену понад 1 мг/кг сільськогосподарської продукції шкідливий для людини і тварин.

**Цинк** входить до складу ферменту карбоангідрази, малатдегідрогенази, лужної фосфатази та інших ферментів, бере участь в окислювально-відновних реакціях дихання, нуклеїновому та ауксиновому обміні, регулює синтез АТФ. Надходження у надземну частину рослин фосфору тісно пов'язане з наявністю цинку в них, особливо в кореневій системі. Цинк бере участь у метаболізмі стимуляторів та інгібіторів росту, нуклеїнових кислот, білків. Він необхідний для утворення ауксинів, підвищує стійкість рослин проти посухи, високих і низьких температур, грибних та бактеріальних захворювань.

Внаслідок недостатнього живлення рослин цинком затримується їх ріст. У яблунь, абрикос, слив, вишень розвивається дрібне листя і розеточність, у кукурудзи — хлороз листя. Чутливі до нестачі цинку також цукрові буряки, конюшина, хміль, гречка.

**Мідь** бере участь у перенесенні електронів в окислювально-відновних реакціях при окисленні багатьох сполук, у процесі фотосинтезу, в азотному; ауксиновому та нуклеїновому обміні. При взаємодії з амінокислотами, білками та іншими біополімерами і утворює стабільні комплекси.

Мідь входить до складу таких ферментів, як поліфенолоксидаза, тірозіназа, ортодифенолоксидаза. Найбільша потреба рослин у міді спостерігається на торф'яних і дерново-підзолистих ґрунтах. Добре реагують на мідь льон, конюшина, кормові

буряки, горох, овочеві, трави. Середній вміст міді в рослинах становить 0,2 мг/кг маси.

Головним джерелом надходження мікроелементів у ґрунт є материнська порода. Біогенна акумуляція мікроелементів у ґрунтах визначає їх роль як основного джерела живлення рослин.

У процесі формування ґрунтів, їх використання та окультурення відбувається перерозподіл мікроелементів по генетичних горизонтах. Внаслідок застосування засобів хімізації, відходів промисловості значно збільшується вміст мікроелементів у ґрунті, особливо у верхньому його шарі. Значна кількість мікроелементів надходить у ґрунт з вулканічним пилом, морськими бризками, метеоритним і космічним пилом, внаслідок антропогенної діяльності і техногенних викидів.

Для вирощування сільськогосподарських культур і життєдіяльності людини мають значення бор, мідь, манган, цинк, молібден, залізо, хром, йод, свинець, кадмій, радіонукліди стронцію, цезію, кобальту. Крім виносу урожаєм, значна частина мікроелементів піддається водній, вітровій та біогенній міграції. Велика роль у перетворенні мікроелементів з малодоступних для рослин форм, мобілізації мікроелементів, що входять до складу мінералів, належить мікроорганізмам і продуктам їх життєдіяльності. Мікроелементи разом з макроелементами беруть участь у всіх складних процесах біологічного кругообігу речовин.

Для живлення рослин і планування застосування мікроелементів має значення не валовий їх вміст у ґрунті, а вміст рухомих форм. У паспорті поля зазначають низький, середній або високий вміст рухомих форм мікроелементів і використовують ці дані при визначенні норм і способів застосування мікродобрих. Так, дерново-підзолисті, сірі опідзолені ґрунти Полісся характеризуються низьким вмістом рухомих форм молібдену (0,15–0,20 мг/кг ґрунту), бору (0,19–0,34), міді (0,39–0,94 мг/кг). Манганом і цинком рослини середньо- і високозабезпечені. Ґрунти Лісостепу характеризуються середнім рівнем забезпечення рослин бором (0,56–1,08 мг/кг ґрунту), міддю (1,92–3,80), манганом (68–133), низьким і середнім рівнем забезпечення молібденом (0,14–0,60 мг/кг). Чорноземи звичайні і південні, каштанові, темно-каштанові характеризуються високим рівнем забезпечення рослин бором (0,88–3,34 мг/кг ґрунту), манганом (112–180), середнім —

молібденом (0,22–0,40), низьким — цинком (0,08–0,34 мг/кг ґрунту) (Л. П. Головіна, А. Я. Гетманець).

Найбільший вміст нікелю (25–50 мг/кг ґрунту) встановлено в Житомирській, Київській, Черкаській, Сумській, Херсонській, Донецькій і Луганській областях. Вміст мікроелементів в ґрунтах крім природного фактору у значній мірі обумовлений техногенними викидами. Техногенне навантаження часто сприяє накопиченню мікроелементів у ґрунтах.

## 20.1. Мікродобрива

Джерелом мікроелементів для рослин є органічні добрива, зола, мінеральні добрива, добрива з мікроелементами, відходи промисловості. Значна частина мікроелементів міститься у техногенних продуктах. Застосовують мікроелементи з урахуванням біологічних особливостей рослин і планового врожаю, доступної кількості мікроелементів у ґрунті, окупності витрат.

Ефективність застосування мікроелементів визначається з урахуванням величини врожаю, його якості та інших показників (лежкості, стійкості проти хвороб).

**Сульфат марганцю  $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .** Масова частка марганцу становить 21–22%. Кристалічний порошок білого або світло-сірого кольору. Добре розчинний у воді. Солі марганцу застосовують для передпосівної обробки насіння (табл. 43), підживлення, основного внесення (5 кг/га).

**Суперфосфат марганізований.** Масова частка засвоюваних сполук фосфору становить 19–21%, водорозчинного марганцу 1–2%. Гранульований. Використовують для основного внесення, в рядки на ґрунтах з малим вмістом марганцу.

**Бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ .** Масова частка бору 11%. Біла кристалічна сіль.

**Борна кислота  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .** Масова частка бору становить 17,5%. Біла дрібнокристалічна речовина. Буру і борну кислоту застосовують для передпосівної обробки насіння, підживлення.

**Суперфосфат простий з бором.** Масова частка засвоюваної фосфорної кислоти становить 19–21%, водорозчинного бору 0,2%. Голубого кольору, гранульований. В Україні є великий

Таблиця 43

**Норми солей мікроелементів для передпосівної обробки насіння (за П. А. Власюком)**

Культура	Сульфат марганцю	Сульфат цинку	Сульфат міді	Борна кислота	Молібдат амонію
На 100 кг насіння					
Озима пшениця	45	35	20	20	40
Кукурудза	50	40	20	20	40
Люпин, горох	50	40	20	20	50
Льон-довгунець	100	–	20	20	80
Цукрові буряки	100	80	–	50	80
На 1 кг насіння					
Помідори	25	5	10	10	20
Капуста	10	8	2,5	2,5	10
Конюшина	10	–	3	3	10

досвід виробництва і застосування суперфосфату з манганом, молібденом, цинком.

**Бор магнієве добриво.** Містить 13%  $\text{H}_3\text{BO}_3$  і 20%  $\text{MgO}$ . Розсипчастий порошок сірого кольору. Норма внесення 20–30 кг/га. Як джерело бору використовують боратове борошно (4–8% бору), осаджений борат магнію (1,5–1,8% бору і 25–35% магнію), борно-датолітове добриво (2,0–3,0% бору). Норма внесення 50 кг/га. Бор вносять під льон, особливо на вапнованих ґрунтах, конюшину, люцерну, горох, овочеві і плодово-ягідні культури. Від внесення бору під цукрові буряки приріст коренеплодів збільшується на 30–40 ц/га при одночасному нагромадженні сахарози (табл. 44).

**Молібдат амонію  $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ .** Масова частка молібдену становить 51–53%. Кристалічний порошок білого або світло-сірого кольору. Використовують для обробки насіння молібденом, оприскування, підживлення.

**Сульфат цинку  $\text{ZnSO}_4$ .** Масова частка цинку становить 21,8–22,8%. Як основне удобрення вносять 3 кг/га цинку. У садах проти розетковості проводять обприскування до початку розпускання бруньок 2–12%-ми водними розчинами сульфату цинку. Ефективним є застосування цинку під цукрові буряки, кукурудзу, особливо при внесенні високих норм фосфорних добрив.

Таблиця 44

**Вплив добрив з мікроелементами на врожайність цукрових буряків і вихід цукру, ц/га (за П. А. Власюком)**

Варіант дослідів	Урожай-ність	Приріст	Вихід цукру
Гній + NPK – (фон)	432	–	80
Фон + сульфат марганцю	454	22	85
Фон + суперфосфат марганізований	467	35	87
Фон + молібдат амонію	453	21	84
Фон (контроль)	443	–	82
Фон + борна кислота або боратовий суперфосфат	463	20	87
Фон + сульфат цинку	448	–	84
Фон (контроль)	479	–	77
Фон + суперфосфат з цинком	503	24	83
Фон + сульфат літію	494	15	82

**Сульфат міді  $\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .** Масова частка міді становить 24–25%. Застосовують для обробки насіння, підживлення (0,02–0,05%-й розчин), основного внесення (10–12 кг/га).

**Піритні недогарки.** Містять 0,2–1% міді. Вносять у нормі 5–6 ц/га через 2–3 роки на торф'яних ґрунтах. Прирости врожаю озимої пшениці та ячменю від застосування міді становлять 4–11 ц/га, льону насіння і волокна відповідно 2,1 і 10,2 ц/га, сіна і насіння багаторічних трав — 8–11 та 0,8–1,5 ц/га.

Для боротьби з хлорозом і направленою забезпечення рослин мікроелементами застосовують хелати заліза (ЕДТА, вміст заліза 13%; БТРА, вміст заліза 6%).

Застосування органічних і мінеральних добрив з мікроелементами сприяє збільшенню в ґрунтах рухомих форм мікроелементів. В мінеральних добривах мікроелементи є домішками, які нормуються технічними умовами їх виробництва. Дослідженнями проведеними в стаціонарному досліді кафедри агрохімії НАУ встановлено, що щорічне внесення 13 т/га гною і 252 кг/га N,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  за 10 років не сприяло накопиченню в лучно-чорноземному карбонатному ґрунті цинку, кобальту, нікелю, міді, свинцю і кадмію. Аналогічні дані отримані в досліді з добривами

Донецькою, Запорізькою і іншими сільськогосподарськими дослідними станціями. Таким чином встановлено, що мінеральні добрива в оптимальних нормах не є джерелом забруднення ґрунту.

В Україні ГДК рухомих форм цинку становить 23 мг/кг ґрунту, нікелю — 4, мангану — 50, міді — 3, кадмію — 0,7, кобальту — 5, хрому — 6.

### **Контрольні запитання**

1. Роль мікроелементів в обміні речовий і формуванні високоякісної продукції.
2. Які добрива містять мікроелементи?
3. Економічна і агрохімічна ефективність застосування мікродобрих.

## 21. СКЛАДИ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ДОБРИВ

Основною функцією складів для засобів хімізації (добрив, пестицидів, кормових добавок тощо) є не тільки зберігання, а й комплексна механізація всіх видів робіт для розвантажування, навантажування та підготовки їх до використання.

Залежно від використання розрізняють склади прирейкові, глибинні (рис. 18–20) та склади пунктів хімізації. *Прирейкові склади* пристосовані для зберігання аміачної селітри, твердих пожежо-вибухонебезпечних та інших твердих добрив, пиловидних вапнякових матеріалів і фосфоритного борошна, рідкого аміаку, аміачної води, РКД, пестицидів і мають пристосування для їх розвантажування із залізничних вагонів та інших транспортних засобів. Можуть виконувати роль перевалочних баз.

У складські комплекси місткістю від 900 до 6400 т і більше входять окремі спеціальні приміщення для зберігання пожежо-

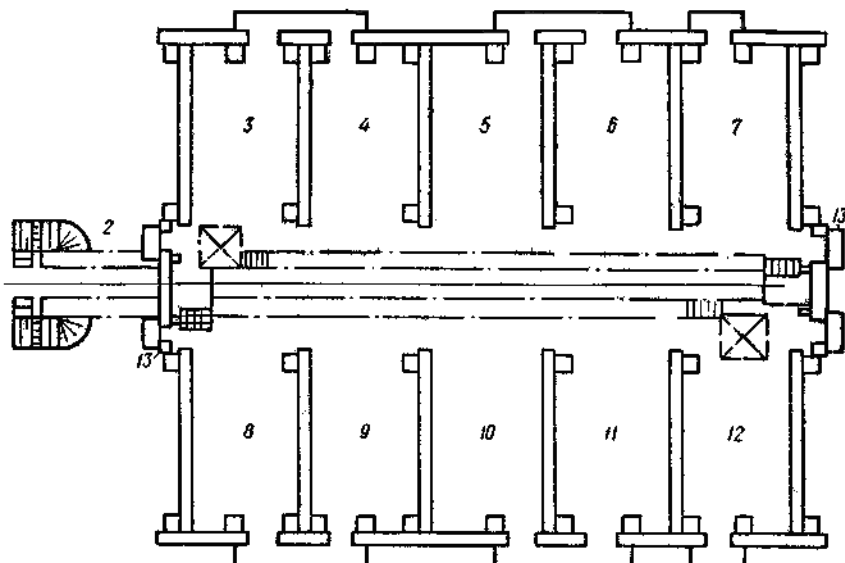


Рис. 18. Прирейковий склад:

1 — естакада; 2 — залізнична колія; 3–12 відсіки для зберігання добрив; 13 — службове приміщення

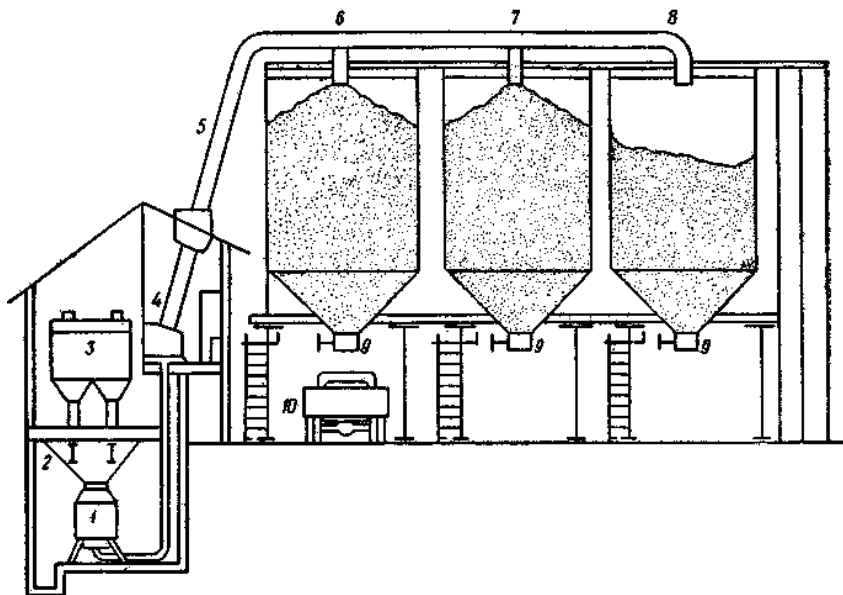


Рис. 19. Склад силосного типу добрив:

1 — камерний навантажувач; 2 — приймальний бункер; 3 — залізничний вагон; 4 — розвантажувальна машина; 5 — завантажувальна система; 6, 7, 8 — силоси; 9 — навантажувачі; 10 — транспортний засіб

та вибухонебезпечних добрив, склади для аміачної селітри, рідких добрив, пестицидів, навіси для використання машин і механізмів для змішування і внесення добрив, вагове господарство. Такі склади є виробничим центром районного формування «Сільгоспхімія», пункту хімізації району.

*Глибинні склади* обслуговують певну кількість господарств району. Виробничі підрозділи формувань «Сільгоспхімії» приймають, зберігають добрива та інші засоби хімізації, доставляють їх у господарства. Згідно з договорами господарств підрозділи «Сільгоспхімія» вносять добрива і пестициди на їх поля.

Склади пунктів хімізації господарств повинні мати місткості, які б могли одноразово вмістити половину річної кількості добрив і всю кількість пестицидів. Наявність складів у господарствах для зберігання аміачної селітри, твердих і рідких добрив дає змогу не тільки використовувати добрива згідно з планом, а й

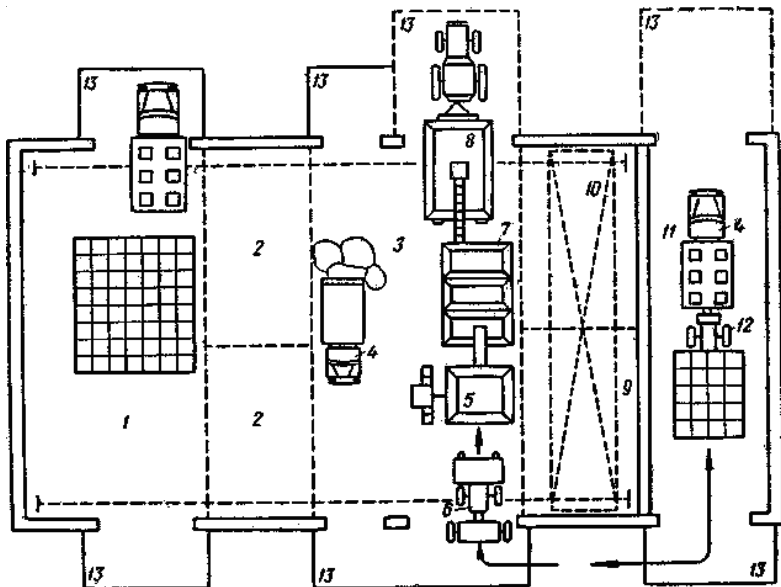


Рис. 20. Глибинний склад для мінеральних добрив:

1 — відсік для затарених добрив; 2 — відсіки для незатарених добрив; 3 — технологічний відсік; 4 — транспортні засоби; 5 — подрібнювач добрив; 6 — навантажувач добрив; 7 — змішувач добрив; 8 — агрегат для внесення добрив; 9 — відсіки для зберігання добрив; 10 — відсік для зберігання аміачної селітри; 11 — навантажувач; 12 — накриття для техніки

запобігти їх втратам. Тверді добрива зберігають у наземних складах, пиловидні — у силосних місткостях (рис. 19), рідкі — в резервуарах. Їх об'єми і виробничі можливості визначаються рівнем хімізації району. Добрива, які транспортують насипом, зберігають у відсіках. Висота насипу суперфосфату порошкоподібного, калійної солі, калію хлористого має становити 1,5–2,5 м, амонію сірчаноокислого — 2,5–3 м, калію хлористого кристалічного незлежуваного — 3–4 м.

Сечовину, аміачну селітру складають у мішках навхрест штабелями у 12–15 рядів. Суперфосфат простий і подвійний, амофос, нітроамофоску, нітрофос зберігають у мішках, які складають у штабелі у 20 рядів. Простір між добривами, які зберігають у мішках, насипом, між стінами складу, має становити 0,5–1 м.

*Прирейкові склади* мають стаціонарні та мобільні засоби механізації, глибинні — тільки мобільні.

Приймають добрива згідно з документом про якість, де зазначені назва добрив та підприємство-виготовлювач, технічні вимоги нормативно-технічної документації (НТД), відомості про властивості (пожежо- та вибухонебезпечність, токсичність, тощо), номер партії, маса, номер залізничного вагона чи іншого транспортного засобу, дата виробництва, підпис і штамп служби технічного контролю.

Прогресивною технологією транспортування і зберігання твердих мінеральних добрив є контейнерна з використанням м'яких спеціалізованих контейнерів. Застосування контейнерів багаторазового використання (МК), разового (МКР) та оборотних (МКО) дає змогу зменшити витрати на добрива порівняно із витратами на добрива, які затарюють у поліетиленові мішки масою 50 кг.

Транспортування добрив у пакетах дає змогу підвищити продуктивність праці у 2–3 рази, скоротити простої транспорту, поліпшити умови праці, запобігти втратам добрив.

Використання механізмів для змішування добрив дає можливість виготовляти змішані добрива, склад і співвідношення елементів живлення у яких відповідає рівню забезпечення рослин поживними речовинами з ґрунту і добрив біологічним особливостям культури, величині та якості запланованого врожаю.

## **22. СИСТЕМА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ**

Сучасний рівень виробництва і використання органічних та мінеральних добрив, мікроелементів вимагає застосування їх відповідно до встановленої системи удобрення культур у сівозміні.

Система удобрення є складовою частиною організаційно-господарських і агротехнічних заходів, спрямованих на економне використання засобів хімізації. Вона являє собою план використання органічних і мінеральних добрив, який складають на ротацію сівозміни з урахуванням норм, доз і способів використання добрив, засобів хімічної меліорації в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах для одержання сталого запланованого врожаю високої якості, підвищення родючості ґрунту з урахуванням охорони навколишнього середовища.

При складанні системи удобрення враховують обсяг, виробництво органічних добрив, необхідність проведення хімічної меліорації, родючість ґрунтів, культуру землеробства, біологічні особливості сорту, заплановані врожаї, можливості застосування мінеральних добрив, рекомендації наукових установ і досвід з використання добрив в інтенсивних технологіях вирощування культур.

Під час складання системи удобрення культур у сівозміні треба враховувати: необхідність проведення хімічної меліорації; місце внесення меліорантів; місце і норми внесення органічних добрив та насичення ними сівозміни; місце, норми, дози і способи внесення мінеральних добрив та насичення ними сівозміни. Згідно з системою удобрення, щороку складають план застосування добрив у сівозміні.

Норми удобрення сільськогосподарських культур визначають такими методами: 1) використання результатів польових дослідів з добривами; 2) балансово-розрахунковим; 3) комплексним та економіко-математичними.

У результаті проведення польових дослідів з добривами встановлюють рекомендовані норми добрив при складанні системи удобрення культур сівозміни (табл. 45). Наведені рекомендовані середні норми добрив після введення поправок на

ґрунтово-кліматичні умови, дані про рівень забезпечення рослин поживними речовинами та врожайність використовують для складання системи удобрення культур.

Із балансово-розрахункових методів поширені такі: 1) розрахунок норм добрив за запасами поживних речовин у ґрунті на запланований урожай; 2) розрахунок норм добрив на приріст урожаю. Суть першого полягає у визначенні норм добрив за різницею між виносом поживного елемента та запланованим урожаем і наявністю цього елемента в ґрунті. При цьому враховують коефіцієнти використання поживних речовин з ґрунту і добрив. Основною відмінністю першого методу від другого є та, що розрахунки норм добрив здійснюють на величину приросту врожаю. При цьому витрати добрив на одиницю врожаю значно менші. Тому цей метод ширше застосовується.

Норми добрив можна визначити за даними про бонітет ґрунту. Матеріали якісної оцінки земель використовують при розподілі добрив, плануванні врожаю та аналізі виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств. Добрива розподіляють з урахуванням наявних їх ресурсів, площі орних земель і середньозваженого бонітету ґрунту:

$$P_{1,\dots,n} = [P(S_{1,\dots,n} \cdot K_{1,\dots,n})] / [(S_1 \cdot K_1) + (S_2 \cdot K_2) + (S_n \cdot K_n)],$$

де  $P_{1,\dots,n}$  — кількість добрив (NPK), кг;

$P$  — ресурси добрив (NPK), кг;

$S_{1,\dots,n}$  — площа, га;

$K_{1,\dots,n}$  — коефіцієнт потенціальної продуктивності земель, який показує, наскільки родючість даного ґрунту менша або більша за еталон землі.

При встановленні очікуваної (планованої) врожайності враховують бальну оцінку землі, оптимальні або фактичні ресурси органічних і мінеральних добрив, агротехнічні і сортові резерви, наявність основних виробничих фондів.

При використанні нормативу витрат добрив на одиницю врожаю норму добрива розраховують за формулою

$$D = Y \cdot H \cdot K,$$

де  $D$  — норма N,  $P_2O_5$  або  $K_2O$  для вирощування запланованого врожаю, кг/га;

$Y$  — запланований урожай, ц/га;

$H$  — норматив затрат добрива на одиницю врожаю, кг/ц;  
 $K$  — поправочний коефіцієнт на вміст рухомих сполук фосфору і калію в ґрунті.

При використанні нормативу витрат добрив на одиницю приросту врожаю, норму добрива розраховують за формулою

$$D = U_n \cdot H \cdot K,$$

де  $D$  — норма  $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  для вирощування запланованого врожаю, кг/га;

$U_n$  — запланований приріст урожаю за рахунок добрив, ц/га;

$H$  — норматив витрат добрив на одиницю приросту врожаю, кг/ц;

$K$  — поправочний коефіцієнт на вміст рухомих сполук фосфору і калію у ґрунті (для встановлення норми азоту  $K = 1$ ).

Дані про ефективність застосування добрив в умовах дослідних установ та виробництва України дали змогу використати економіко-математичні методи для встановлення кількісної оцінки закономірностей (функцій) зміни врожайності від рівня вмісту, поживних елементів у ґрунті і норм внесення їх з добривами. Суть методу встановлення норм добрив, що ґрунтується на використанні кількісної оцінки закономірностей (функцій), полягає у визначенні рівня врожайності за рахунок ефективної родючості ґрунту з урахуванням сорту культури, агровиробничого групування ґрунтів поля, середньозваженого вмісту поживних речовин, оцінки попередників і культури землеробства, погодних умов. Використання функцій дало можливість розробити нормативи витрат добрив на утворення одиниці планового врожаю сільськогосподарських культур з урахуванням гранулометричного складу ґрунту, вмісту в ньому рухомих сполук фосфору і калію, культури землеробства (табл. 45).

В табл. 45 с означає, що крім добрив і сприятливих погодних умов для вирощування вказаного рівня урожайності необхідний високий рівень землеробства та організації, добрий попередник, а — крім вказаних у с вимог можливе внесення добрив у рядки і під культивуацію, в — високий рівень культури землеробства та організації, добрий попередник.

За табл. 45 для вирощування 50 ц /га озимої пшениці при вмісті у чорноземі типовому 11,8 мг на 100 г рухомих сполук

фосфору і 11,2 мг на 100 г обмінного калію при високому рівні агротехніки і доброму попереднику необхідно внести азоту ( $2,04 \times 50$ ) 100 кг, фосфору ( $1,41 \times 50$ ) 70,5 кг, калію ( $1,70 \times 50$ ) 85 кг з розрахунку на діючу речовину.

**Таблиця 45**  
**Нормативи витрат добрив на вирощування 50 ц/га зерна**  
**пшениці на чорноземі типовому**

Вміст $P_2O_5$ мг/ 100 г	Вміст $K_2O$ мг/100 г	Норматив					
		7,8	11,2	14,6	18,0	21,4	25,0
3,4	N	1,47с	1,47с	1,47с	1,47с	1,47с	1,47с
	$P_2O_5$	1,09с	1,09с	1,09с	1,09с	1,09с	1,09с
	$K_2O$	0,87с	0,77с	0,68с	0,60а	0,60а	0,60а
5,1	N	1,32с	1,32с	1,32с	1,32с	1,32с	1,32с
	$P_2O_5$	0,98с	0,98с	0,98с	0,98с	0,98с	0,98с
	$K_2O$	0,87с	0,77с	0,68с	0,60с	0,60с	0,60с
6,8	N	1,19с	1,19с	1,19с	1,19с	1,19с	1,19с
	$P_2O_5$	0,87с	0,87с	0,87с	0,87с	0,87с	0,87с
	$K_2O$	0,87с	0,77с	0,68с	0,60а	0,60а	0,60а
	N	2,18в	2,17в	2,17в	2,17в	2,17в	2,17в
8,5	$P_2O_5$	1,64в	1,64в	1,64в	1,64в	1,64в	1,64в
	$K_2O$	1,82в	1,70в	1,59в	1,48в	1,38в	1,27в
	N	2,18в	2,04в	2,02в	2,02в	2,02в	2,02в
10,2	$P_2O_5$	1,52в	1,52в	1,52в	1,52в	1,52в	1,52в
	$K_2O$	1,82в	1,70в	1,59в	1,48в	1,38в	1,27в
	N	2,18в	2,04в	1,92в	1,89в	1,89в	1,89в
11,8	$P_2O_5$	1,41в	1,41в	1,41в	1,41в	1,41в	1,41в
	$K_2O$	1,82в	1,70в	1,59в	1,48в	1,38в	1,27в

## 22.1. Система удобрення у сівозмінах

**Полісся.** Враховуючи, що ґрунти Полісся мають переважно легкий гранулометричний склад, бідні на органічну речовину, кислі, містять малу кількість рухомих поживних речовин, при складанні системи удобрення головну увагу треба приділяти вапнуванню та визначенню місця внесення вапна, рівня насичення сівозміни органічними та мінеральними добривами, щоб отри-

мати плановий урожай високої якості з найменшими затратами праці і засобів виробництва, підвищити родючість ґрунтів і сприяти охороні навколишнього середовища. Вапнякові матеріали рекомендують вносити під озиму пшеницю, картоплю, кукурудзу, багаторічні трави, перед заорюванням зеленої маси, кореневих і пожнивних решток люпину. Щоб баланс гумусу у ґрунті був бездефіцитним, насичення сівозміни органічними добривами має становити 15–18 т/га (табл. 46).

Органічні добрива вносять через 2–3 роки. Мінеральні добрива рекомендують застосовувати насамперед під льон-довгунець, зернові культури, картоплю, кормові культури. Для зменшення втрат азоту азотні добрива вносять навесні з урахуванням властивостей ґрунтів. На Поліссі високоефективними є рядкове удобрення і підживлення. Ефективність мікроелементів значною мірою залежить від вмісту їх рухомих форм у ґрунті, застосування вапнякових матеріалів і органічних добрив.

Орієнтовну систему удобрення культур 8-пільної сівозміни на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся наведено в табл. 46. Вапно вносять під картоплю.

Таблиця 46

**Орієнтовна система удобрення культур у сівозміні  
(А. П. Лісовал, В. М. Макаренко, С. М. Кравченко)**

N поля	Культура	Органічні добрива, т/га	Мінеральні добрива, кг / га					
			під оранку			азотні під культурацію	для підживлення	
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O
1	Конюшина						60	60
2	Озима пшениця	25	–	45	45		50	
3	Льон-довгунець		–	90	90	45		
4	Озима пшениця або жито на зелений корм		40	90	90		50	
5	Картопля	50	–	70	120	90		
6	Ячмінь		–	45	45	45		
7	Кукурудза на силос (1/2 поля) + кормові буряки (1/2 поля)	50	– 80	80 120	120 120	120	30 30	
8	Ячмінь з підсівом трав			45	45	60		

**Лісостеп.** У Лісостепу залягають ґрунти з нейтральною, кислою і слабколужною реакцією. Тому при складанні системи удобрення у сівозміні вирішують питання про необхідність хімічної меліорації (вапнування чи гіпсування). Вапнякові матеріали вносять під конюшину, цукрові буряки, кукурудзу, пшеницю, гіпс — під цукрові буряки, кукурудзу, у паровому полі. Бездефіцитним баланс гумусу може бути при насиченні сівозміни 13–14 т/га органічних добрив. У районах недостатнього зволоження ефективність мінеральних добрив мала, особливо при використанні їх для підживлень. Орієнтовну систему удобрення у сівозміні на чорноземах типових, вилугованих лісостепової зони наведено в табл. 47.

Вапнякові матеріали рекомендується вносити під першу пшеницю. Органічні добрива вносять під цукрові буряки, озиму пшеницю, кукурудзу.

Таблиця 47

**Орієнтовна система удобрення у 10-пільній сівозміні Лісостепу (А. П. Лісовал, В. М. Макаренко, С. М. Кравченко)**

N поля	Культура	Органічні добрива, т/га	Мінеральні добрива, кг / га								
			Основне			Припосівне			Підживлення		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Пар зайнятий		60	30	30						
2	Озима пшениця	30	30	50	50				30		
3	Цукрові буряки		150	160	170	10	15	10			
4	Ярі зернові + конюшина					10	10	10			
5	Конюшина									30	45
6	Озима пшениця			80	80				60		
7	Цукрові буряки	40	130	150	160	10	15	10			
8	Кукурудза на зерно	40	80	80	80		10				
9	Горох			40	40						
10	Озима пшениця		30	80	80				60		
11	Кукурудза на силос (1/2 поля)	50	90	80	80		10				
	та сояшник (1/2 поля)		60	60	60						

**Степ.** Ефективність мінеральних, особливо органічних добрив, в умовах Степу залежить від запасу вологи в ґрунті. Застосування добрив дає можливість рослині економніше використовувати

воду на формування одиниці врожаю. Бездефіцитного балансу гумусу досягають при внесенні 8–9 т/га органічних добрив на рік. Добре розкладений гній вносять у парове поле, під озиму пшеницю, кукурудзу. Високоєфективним є застосування концентрованих мінеральних добрив. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва зумовила підвищення ефективності калійних добрив, незважаючи на значний вміст обмінного калію в чорноземних і каштанових ґрунтах багатьох районів Степу. Гіпс вносять у парове поле або під кукурудзу.

Орієнтовну систему удобрення у 10-пільній сівозміні на чорноземах звичайних малогумусних наведено в табл. 48.

Таблиця 48

**Орієнтовна система удобрення у зоні Степу**  
(А. П. Лісовал, В. М. Макаренко, С. М. Кравченко)

N поля	Культура	Органічні добрива, т/га	Мінеральні добрива, кг/га					
			Основне			Припосівне		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	Чорний пар	25						
2	Озима пшениця			60	30			
3	Кукурудза на зерно		90	90	90		10	
4	Кукурудза на силос	30					10	10
5	Озима пшениця		30	60	40			
6	Ячмінь + еспарцет		40	40	40			
7	Еспарцет							
8	Озима пшениця		30	60	40			
9	Кукурудза на зерно	30	60	60	60		10	
10	Соняшник		30	60	30			

## 22.2. Удобрення овочевих культур

Овочеві культури характеризуються коротким вегетаційним періодом, малорозвинутою кореневою системою, високою чутливістю до реакції ґрунту, концентрації ґрунтового розчину. Тому кислі ґрунти вапнують, а слабко- і середньосолонцюваті — гіпсують. Органічні добрива вносять насамперед під огірки, середньо-

і пізньостиглі сорти капусти, цибулю. Фосфорно-калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, азотні — восени або навесні з урахуванням властивостей ґрунту та умов його зволоження. Овочеві культури добре реагують на припосівне внесення добрив, підживлення, застосування мікроелементів, особливо при вирощуванні розсади.

В умовах закритого ґрунту за допомогою добрив і інших факторів формують урожай певної величини і якості. Контрольовані умови вирощування овочевих культур вимагають знань складу субстратів і поживних розчинів, режиму освітлення і певної температури стосовно фазам росту і розвитку рослин, сортових особливостей, їх складу. Сучасна вимірювальна і комп'ютерна техніка дає можливість застосовувати фітомоніторинг і підвищувати продуктивність культур.

### **22.3. Удобрення плодових і ягідних культур**

У живленні плодових і ягідних культур розрізняють два періоди. Перший триває від початку вегетації до закінчення росту пагонів у довжину і збирання врожаю. У другий період закладається основа майбутнього врожаю після закінчення росту пагонів та збирання врожаю до пізньої осені.

Навесні плодові культури починають рости і розвиватися за рахунок запасів елементів живлення, накопичених у процесі життєдіяльності за попередній рік. У цей період для рослин необхідне посилене азотно-фосфорно-калійне живлення. Воно має забезпечити інтенсивне цвітіння рослин, ріст кореневої системи, пагонів і плодів. У другу половину літа поживні речовини інтенсивно використовуються на ріст плодів та закладання плодових бруньок. Після збирання врожаю, коли інтенсивно розвиваються плодові і ростові бруньки та відкладаються запасні поживні речовини, має бути посилене фосфорно-калійне живлення рослин при пониженому азотному.

Вимоги плодових культур до добрив залежать від їх віку і продуктивності.

Для вирощування плодових культур застосовують передсадівне удобрення, удобрення молодих насаджень і удобрення

плодоносних насаджень. Для передсадивного внесення органічні і мінеральні добрива вносять під плантажну чи поглиблену передсадивну оранку. Використовують сидерати (бобові, суміш бобових і злакових тощо). Фосфорно-калійні добрива вносять на основі розрахункових методів встановлення доз добрив з урахуванням даних агрохімічних досліджень.

У рік садіння дерев добрива не вносять. На 2–3-й рік вносять  $N_{60}$ . Органічні добрива вносять раз за 3-4 роки, а мінеральні щороку з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті і стану рослин (табл. 49, 50).

Для основних зон садівництва України в таблиці 50 наведені норми азотних добрив для плодоносних садів.

Таблиця 49

**Норми мінеральних добрив для садів з урожайністю 200 ц/га при середньому забезпеченні рослин поживними речовинами, кг/га (П. Г. Копитко, 2001)**

Зона, ґрунт та його утримання в міжряддях	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Дерново-підзолистий	180	60	120
Світло-сірий і сірий опідзолений при паровому утриманні міжрядь при залуженні міжрядь	120 150	60 90	120 150
Темно-сірий опідзолений, чорнозем опідзолений і вилугований при паровому утриманні міжрядь			
незрошувані сади	120	60	120
зрошувані сади	150	90	150
при залуженні міжрядь			
незрошувані сади	150	60	180
зрошувані сади	180	90	180
Чорнозем звичайний і південний незрошувані сади	120	60	60
Темно – каштановий незрошувані сади	120	60	45

Таблиця 50

**Орієнтовні норми азотних добрив для плодоносних  
насаджень різної продуктивності, кг/га**

Зона, ґрунт та його утримання в міжряддях	Урожайність, ц/га		
	10–20	20–30	> 30
Полісся Дерново-підзолистий і буроземно-підзолистий паросидеральна система залуження	60–90 120–150	90–120 150–180	120 180
Лісостеп Світло-сірий і сірий опідзолений парова система залуження при зрошенні	60–90 100–120	90–100 90–110	110 110
Темно-сірий опідзолений і чорнозем (опідзолений, вилугуваний, типовий) парова система залуження при зрошенні	60–90 90–110	90–100 110–130	100 130
Степ Чорнозем звичайний і південний парова система залуження при зрошенні	60–90 100–120	90–100 120–140	100 140

## 22.4. Удобрення сінокосів і пасовищ

Обсяг виробництва продуктів тваринництва, їх собівартість і якість залежать від рівня розвитку кормовиробництва. Застосування добрив дає можливість підвищити продуктивність сінокосів і пасовищ у 1,5–3 рази, а сумісне застосування добрив і зрошення — у 5 разів і більше. Злакові трави врожайністю 50 ц/га сіна виносять 60–70 кг/га азоту, 30–35  $P_2O_5$ , 70–80  $K_2O$ , 30–45 кг/га  $CaO$ . У 1000 корм. од. корму, вирощеного на пасовищах, міститься 75 кг азоту, 7 — фосфору і 35 кг калію.

Удобрення на фоні проведення культуртехнічних робіт (хімічної меліорації, регулювання водного режиму ґрунту, створення культурних пасовищ) — один з головних засобів підвищення

продуктивності лук і пасовищ, поживної цінності кормів, зменшення кількості бур'янів.

При кореневому поліпшенні лук і пасовищ застосовують вапнякові матеріали і добрива. При сівбі бобових та бобово-злакових травосумішей обов'язково треба проводити вапнування і вносити добрива. Солонцюваті ґрунти і солонці гіпсують при корінному поліпшенні кормових угідь з внесенням гною, азотних і фосфорних добрив, проведенням дренажу.

Для підвищення ефективності азотних добрив їх вносять рано навесні після стоку надлишкових вод. В умовах достатнього зволоження азотні добрива вносять після кожного спасування тваринами травостою, а в посушливих — навесні або улітку. Фосфорні добрива високоефективні на низинних луках, у гірських районах Карпат, калійні — на осушених торф'яних ґрунтах. На високопродуктивних зрошуваних пасовищах калійні добрива вносять навесні і восени.

Перед освоєнням пасовищ вносять 30–50 т/га гною. Розбавлену гноївку (1:2–4) краще вносити (10–20 т/га) на луках рано навесні до початку росту трав, на сінокосах — після першого і другого укосів. Максимальна кількість азоту, яку вносять з рідким гноем, не перевищує 400 кг/га. На природних суходільних сінокосах застосовують повне мінеральне добриво.

Під насінники злакових багаторічних трав вносять 20–30 т/га гною або компостів,  $N_{30-50} P_{40-60} K_{60-80}$  у перший рік і  $N_{50-60}$  у наступні роки. При цьому половину норми азоту використовують навесні, а половину — влітку після збирання насіння. Під насінники бобових багаторічних трав застосовують фосфорно-калійні добрива, наприклад, під насінники трав на осушених торф'яних ґрунтах під час сівби або підживлення вносять  $P_{30-50} K_{100-120}$ . Раз за 3–4 роки вносять 20–25 кг/га сульфату міді. Бор (1,5–2 кг/га), молибден (150–200 г/га) вносять під насінники бобових трав.

## **22.5. Система удобрення в умовах зрошення**

Створення оптимальних умов зволоження ґрунтів і забезпечення рослин водою є основною умовою високої ефективності добрив при зрошенні. Оптимальний режим зволоження підтримують

у зоні розташування основної маси кореневої системи на рівні 75–85% повної польової вологоємкості. Ці умови забезпечують оптимальні умови життєдіяльності рослин, максимальну оплату одиниці добрива та зниження витрат води на одиницю врожаю. Застосування добрив знижує коефіцієнт витрат води озимою пшеницею на 10–35%, кукурудзою — на 18–32, цукровими буряками — на 8–30%. Порушення строків і технології поливів призводить до зниження ефективності зрошення і застосування добрив.

Зрошення і застосування добрив за даними Інституту зрошуваного землеробства дає можливість підвищити ефективність добрив у 1,5–3 рази порівняно з незрошуваними умовами. Приріст урожаю від застосування добрив становить, кг/га: озимої пшениці — 20–35, кукурудзи (зерно) — 30–50, люцерни (сіно) — 60–80. Порушення технології зрошення і неправильне застосування добрив знижує якість зерна озимої пшениці і соняшнику, овочевих культур, ягід винограду, забруднює навколишнє середовище. Зрошення підвищує ефективність рядкового і дробного внесення добрив, дає змогу спрямовано регулювати умови формування врожаю високої якості за допомогою різних технологій застосування засобів хімізації.

В умовах зрошення органічні добрива не тільки збільшують вміст поживних речовин у ґрунті, а й поліпшують його фізичні властивості, посилюють мобілізацію поживних речовин, підвищують продуктивність сівозмін. Внесення 30–40 т/га гною в умовах зрошення зумовлює приріст урожаю зерна озимої пшениці на 7–8 ц/га, зерна кукурудзи — на 14–25, зеленої маси кукурудзи — на 110, коренеплодів кормових буряків на 122 ц/га. Недостатнє застосування гною погіршує азотне живлення рослин. Тому для підвищення ефективності гною його застосовують разом з азотними добривами. Післядія гною недовготривала. Перепрілий гній вносять під цукрові буряки, кукурудзу, овочеві культури, картоплю.

Головну роль при формуванні врожаю і якості сільськогосподарської продукції в умовах зрошення відіграє азот. З урахуванням великої рухомості нітратного азоту та швидкої трансформації різних форм азоту значну його частину вносять роздрібно. Аміачні, амонійні та амідні форми азотних добрив вносять восени, інші — навесні.

Основну кількість фосфорних добрив вносять під основний обробіток ґрунту. На фоні високої агротехніки при застосуванні азотно-фосфорних добрив ефективність калійних добрив збільшується, особливо на ґрунтах з низьким і середнім вмістом обмінного калію. При внесенні підвищених норм азоту і фосфору обов'язково треба застосовувати калійні добрива. При вмісті у ґрунті обмінного калію понад 250 мг/кг ґрунту сільськогосподарські культури на його внесення не реагують.

При зрошенні доцільно вносити добрива з поливною водою. Концентрація азоту у поливній воді до 0,5%, фосфору — 2%, калію — 3%, а при використанні складного розчину — 1%.

### **22.6. План застосування добрив**

При складанні плану враховують культуру, попередник і його удобрення, рівень культури землеробства, величину планового врожаю, фонди мінеральних добрив, їх асортимент; нагромадження органічних добрив у господарстві, агрохімічну та фізико-хімічну характеристику ґрунтів, нові технології вирощування культур, вимоги щодо охорони навколишнього середовища. Рекомендовані середні норми добрив коригують з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті конкретного поля, значення попередника, його удобрення, насичення сівоzmіни органічними та мінеральними добривами, еродованості ґрунтів, наявності добрив тощо. Мінеральні добрива розподіляють між культурами з урахуванням фондів і форм добрив. У складеному плані застосування добрив зазначають потреби у засобах хімічної меліорації, місце внесення органічних добрив, місце і дози різних мінеральних добрив для основного, передпосівного внесення та для підживлення, способи і строки використання рослинами мікроелементів.

На еродованих ґрунтах найбільш ефективне поєднане застосування органічних та мінеральних добрив на фоні проведення протиерозійних заходів. Обов'язково треба вносити органічні та мінеральні добрива при освоєнні рекультивованих земель.

Комплексне використання засобів хімізації вимагає, щоб для кожного поля, крім плану застосування добрив, був складений

план використання пестицидів. Це дає змогу підвищити ефективність застосування добрив, знизити затрати на використання засобів хімізації, зменшити механічне навантаження на ґрунт. Крім агрохімічного обґрунтування, план застосування добрив повинен мати також економічне та екологічне обґрунтування.

В умовах недостатньої кількості органічних і мінеральних добрив план застосування добрив коригують. При цьому враховують не тільки характеристики поля, а й біологічні особливості культури, величину запланованого врожаю, можливості дотримання вимог технології, погодні умови.

## **22.7. Програмування врожаю**

Програмування врожаю — це науково обґрунтована система вирощування високих урожаїв доброї якості. Програмування проводять на основі таких основних показників: 1) лімітуючого природного фактора (вологість, температура, фотосинтетична активна радіація, родючість ґрунту тощо); 2) потреби культури певного сорту в регульованому факторі (добрива, поливи); 3) величини застосування регульованого фактора на основі природних факторів, які впливають на врожай і створюють оптимальні умови для його формування (меліорація, агротехніка). Отже, в процесі програмування враховують не лише природні фактори формування врожаю, а й реалізацію комплексу заходів, що забезпечують запланований урожай. Важливими з цього комплексу заходів є нагромадження і використання вологи, хімічна меліорація, застосування добрив, високий рівень агротехніки, використання високопродуктивних сортів, які сприяють отриманню продукції високої якості. При визначенні запланованого врожаю слід врахувати природні фактори і правильно оцінити можливість використання реальних ресурсів. Оскільки правильно керувати природними факторами (наприклад, погодою), особливо в посушливі періоди, неможливо, це зумовлює значне розходження між величинами запланованого і фактично отриманого врожаїв.

Для складання програм комплексного застосування засобів хімізації (хімічної меліорації, добрив, засобів захисту і регуляторів

росту рослин) потрібно, крім результатів агрохімічного дослідження ґрунтів, урахувати баланс гумусу та поживних речовин у ґрунті, застосування інтенсивних технологій та комплексного агрохімічного обслуговування, зрошення, інтенсивність обробітку ґрунту і використання орних земель, можливості забруднення навколишнього середовища. План застосування добрив передбачає використання нормативу затрат на 1 т продукції із урахуванням наявної кількості поживних речовин у ґрунті, регламенту застосування азотних добрив, що спрямоване на зменшення накопичення нітратів в навколишньому середовищі і в продукції рослинництва.

При достатньому забезпеченні господарств засобами хімізації і комплексному застосуванні меліорантів та добрив для кожної сівозміни визначають, потребу в хімічній меліорації, необхідну кількість органічних і мінеральних добрив та мікроелементів.

Програмування урожаю, діагностика і управління факторами вирощування культур повинно бути єдиним, відповідати вимогам отримання оптимального урожаю доброї якості і збереженню родючості ґрунту.

### **Контрольні запитання**

1. Що таке система і план застосування добрив?
2. Відмінності систем застосування добрив в основних зонах України.
3. Як використовують добрива для удобрення овочевих, плодових і ягідних культур?

## **23. ОРГАНІЗАЦІЯ І ЕКОНОМІКА ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ**

### **23.1. Організація агрохімічного забезпечення і обслуговування**

Агрохімічне забезпечення і обслуговування є складовою частиною агрохімічного сервісу. Агрохімічний сервіс передбачає надання аграрним товаровиробникам виробничих послуг у сфері хімізації сільськогосподарського виробництва. Підприємствами агрохімічного сервісу є такі, які надають виробничі послуги виробнику аграрного продукту, але вони не є власниками виробленого продукту. Агрохімічне забезпечення і обслуговування здійснюють підприємства різних форм власності: 1) державної (агрохімічна служба) — Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів, державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції, науково-дослідні, проектні і навчальні установи; 2) кооперативної — Національна асоціація «Укрсільгоспхімія», ВАТ «Агрохімцентр», обласні і районні формування «Сільгоспхімія», різні об'єднання, пункти хімізації господарств, посередники.

Напрямки агрохімічного забезпечення такі: 1) проведення агрохімічних досліджень, складання агрохімічних картограм, агрохімічних паспортів поля; 2) розробка системи і планів застосування добрив, складання проектно-кошторисної документації на проведення вапнування і гіпсування, застосування добрив; 3) проведення комплексної діагностики; 4) визначення потреби у засобах хімізації; 5) державний і авторський контроль за проведенням хімічної меліорації, застосуванням добрив і пестицидів. Контроль за умовами зберігання, транспортування, застосування агрохімікатів з боку держави здійснює агрохімічна служба. Вона повинна контролювати якість сільськогосподарської продукції від початку її вирощування до споживання, видавати сертифікати на продукцію сільськогосподарського виробництва, виконувати арбітражні аналізи.

### **23.1.1. Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів**

Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів об'єднує державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції Автономної Республіки Крим та областей. Разом з науково-дослідними і проектними установами, агрохімічними лабораторіями здійснює наукове забезпечення товаровиробника. Основним завданням Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів є: 1) проведення державного моніторингу ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель; 2) розроблення заходів збереження, підвищення родючості та охорона ґрунтів; 3) визначення якості продукції рослинництва, кормів і сировини; 4) розроблення рекомендацій застосування засобів хімізації; 5) визначення забруднення сільськогосподарських угідь радіонуклідами, залишковими кількостями пестицидів, важкими металами, токсичними речовинами; 6) визначення потреби товаровиробника у засобах хімізації; 7) здійснення наукового забезпечення товаровиробника; 8) наукове керівництво і науково-методичне забезпечення робіт державних обласних технологічних центрів охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів здійснює наукове забезпечення товаровиробника і здійснює державний контроль за застосуванням засобів хімізації на землях України комерційними та іншими підприємствами та організаціями.

Наукове забезпечення передбачає вивчення стану ґрунтів, проведення агрохімічного моніторингу, паспортизацію земель, вивчення складу продукції рослинництва і кормів, визначення балансу поживних речовин і ефективності застосування засобів хімізації (хімічні меліоранти, добрива, пестициди і біологічно активні речовини), складання системи і планів застосування добрив, розробку рекомендацій використання засобів хімізації. Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів функціонує на базі державної власності, здійснює свою діяльність за єдиним внутрішньогосподарським планом. Держава встановлює завдання на проведення моніторингу ґрунтів, паспортизацію земель.

Агрохімічні лабораторії центрів проводять ґрунтову і рослинну діагностику для визначення запасу поживних речовин у ґрунті і необхідності внесення добрив, обґрунтування сумісного

застосування добрив і пестицидів. Вони проводять моніторинг ґрунтів, аналізують ефективність застосування засобів хімізації, впроваджують у виробництво нові елементи технологій вирощування культур, збереження і підвищення родючості ґрунтів.

Контроль за умовами зберігання, транспортування, застосування засобів хімізації з боку держави повинна здійснювати агрохімічна служба. Агрохімічна служба повинна контролювати якість сільськогосподарської продукції від вирощування до споживання, видавати сертифікати на продукцію сільськогосподарського виробництва, виконувати арбітражні аналізи.

### **23.1.2. Державний обласний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції**

Агрохімічна служба на всіх землях сільськогосподарського призначення здійснює аналітичний контроль за агрохімічним, фізико-хімічним і екологічним станом ґрунтів, їх родючістю, проводить моніторинг сільськогосподарських угідь, визначає якість продукції рослинництва і тваринництва, проводить ґрунтову і рослинну діагностику, розробляє напрямки застосування хімічної продукції, здійснює державний нагляд за використанням засобів хімізації на території України. Державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції досліджують орні землі, луки, пасовища, багаторічні насадження, корми, продукцію сільськогосподарського виробництва, добрива та інші засоби хімізації. На основі результатів агрохімічних досліджень, використання економіко-математичних моделей вони розробляють і впроваджують у виробництво стосовно до ґрунтово-кліматичних, екологічних і економічних умов науково-обґрунтовані рекомендації застосування засобів хімізації, використання нових технологій вирощування сільськогосподарських культур і підвищення родючості ґрунтів, охороні довкілля, оптимізації організації праці. Державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції та агрохімічні лабораторії господарств, наукових та навчальних установ здатні оцінювати якість продукції рослинництва. Крім визначення макро- і мікроелементів у продукції рослинництва вони визначають вміст білка, сирого протеїну, клейковини, нітратів, каротину, клітковини, жиру, са-

харів, жирних кислот та інші показники. Ці показники дають змогу визначити якість кормів, продуктів споживання. Результати агрохімічних аналізів основної і побічної продукції рослинництва використовують для визначення вносу та балансу поживних речовин, встановлення коефіцієнтів використання їх з ґрунту і добрив. Агрохімічні лабораторії господарств, районів і обласні державні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції повинні проводити діагностику вмісту поживних речовин, шкідливих домішок у ґрунті і рослинах, що дає можливість значною мірою регулювати умови живлення і формування врожаю певної якості, економно використовувати добрива.

### **23.1.3. Агрохімічне дослідження ґрунтів**

Агрохімічне дослідження ґрунтів господарства не залежно від форми власності є обов'язковим заходом для суцільного обстеження угідь з метою державного контролю за зміною показників родючості і забрудненням ґрунтів. Агрохімічне дослідження ґрунтів передбачає вивчення їх агрохімічної та інших характеристик, встановлення вартості землі. Внаслідок агрохімічного дослідження ґрунтів отримують дані про вміст гумусу, макро- і мікроелементів, реакцію ґрунту тощо. За даними агрохімічних досліджень проводять паспортизацію земель.

Залежно від рівня хімізації, специфіки господарства і мети досліджень агрохімічне дослідження ґрунтів проводять в Україні один раз у 4–5 років за угодою з господарством державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції. Вони можуть проводити дослідження за домовленістю раніше встановленого строку.

*Обстеження фермерських господарств.* Розмір елементарної ділянки при загальній земельній площі до 50 га становить 1 га, 51...100 га — 2 га, 101...300 га — 3 га. При площі господарства понад 300 га застосовують методику досліджень для великих господарств. Змішаний зразок ґрунту формується із 10 індивідуальних.

*Обстеження ґрунтів, забруднених важкими металами.* Головним завданням цих обстежень є виявлення площ з підвищеним вмістом в ґрунті важких металів з метою наступної інвентаризації і розроблення рекомендацій по їх детоксикації та використанню.

### **23.1.4. Агрохімічні картограми**

За результатами дослідження ґрунтів господарств державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції складають картограми вмісту гумусу, макро- і мікроелементів, кислотності, засолення ґрунтів і інші.

До агрохімічних картограм додається зведена відомість розподілу площ за різним вмістом поживних речовин, ступенем кислотності, засолення. У пояснювальній записці до картограми вказують загальні відомості про район чи область, географічне розташування господарства, детальну характеристику ґрунтів, приводять зведені таблиці агрохімічних показників, аналіз останнього туру (циклу) обстежень порівняно з попереднім, рекомендації з вапнування (гіпсування), таблиці рекомендованих норм добрив. Наявність ЕОМ, ГІС дає змогу за допомогою комп'ютерів виготовляти і використовувати агрохімічні картограми, агрохімічний паспорт поля.

### **23.1.5. Моніторинг ґрунтів**

Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів здійснює науково-методичне та організаційне забезпечення ведення державного моніторингу земель сільськогосподарського призначення з метою виявлення і узагальнення тенденцій та характеру змін показників родючості ґрунтів, їх забруднення залишковими кількостями пестицидів, добрив, важкими металами, радіонуклідами. Моніторинг земель передбачає систему спостережень за угіддями, дослідження їх стану, прогнозування зміни величини показників, які характеризують стан ґрунту і склад продукції, вироблення раціональних управлінських рішень.

Результати агрохімічних досліджень і моніторингу ґрунтів використовують під час складання картограм і паспорта поля, коригування рекомендованих норм внесення добрив за допомогою поправочних коефіцієнтів на агрохімічні властивості, складання системи і плану застосування добрив та проектно-кошторисної документації на вапнування кислих і гіпсування солонцюватих ґрунтів, визначення асортименту добрив, встановлення потреби у засобах хімізації на господарський рік і

перспективу, планування виробництва добрив і інших засобів хімізації, розподілу ресурсів, визначення полів, земельних ділянок, що потребують комплексного агрохімічного окультурення; визначення площ для вирощування чистої продукції, якісної оцінки землі і визначення екологічного стану, паспортизації полів і окремих ділянок, прогнозування зміни величини агрохімічних показників родючості ґрунту та його забруднення, агрохімічної та еколого-агрохімічної, економічної оцінки поля і застосування засобів хімізації.

### **23.1.6. Агрохімічний паспорт**

На основі агрохімічного та інших видів досліджень складають агрохімічний паспорт поля, ділянки. Основними джерелами даних для агрохімічного паспорта є нарис про ґрунти господарства, дані останнього туру ґрунтового-агрохімічного дослідження, дані про вивчення забруднення важкими металами і пестицидами, результати радіаційного контролю. На кожне поле і земельну ділянку господарства складають агрохімічний паспорт, який видають землевласнику, землекористувачу. Зі зміною власника чи землекористувача видається новий агрохімічний паспорт. Агрохімічний паспорт поля, ділянки — це документ, що містить дані агрохімічної характеристики ґрунтів, стан їх забруднення токсичними речовинами та радіонуклідами. Він дає можливість визначити якість поля (ділянки), визначити агрохімічну і еколого-агрохімічну оцінку поля (ділянки) у балах.

### **23.1.7. Проектно-кошторисна документація**

Вона складається на проведення хімічної меліорації, внесення добрив, окультурення полів. Складання проектно-кошторисної документації передбачає: 1) вибір поля, ділянки для вапнування (гіпсування), застосування засобів хімізації; 2) відбирання зразків, аналіз ґрунту і засобів хімізації; 3) проведення агрохімічних досліджень; 4) складання проекту. Проектно-кошторисна документація на хімічну меліорацію (вапнування або гіпсування) визначає місце, вид і кількість меліоранту, яку необхідно внести,

загальну його потребу, машини і механізми та напрямок їх руху, вартість меліорації, приріст урожайності, окупність затрат.

Проектно-кошторисна документація передбачає проведення авторського нагляду агрохіміками за проведенням хімічної меліорації.

### **23.1.8. Контроль якості засобів хімізації**

Контроль за якістю мінеральних добрив, хімічних меліорантів і пестицидів проводять з метою встановлення відповідності їх стандартам і технічним вимогам. Державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції аналізують мінеральні і місцеві добрива (гній, компости, сапропель), матеріали для вапнування, гіпсування, пестициди, визначають відповідність їх стандартам і технічним вимогам. Під час визначення якості мінеральних добрив насамперед визначають вологу, гранулометричний склад, тонину помелу, злежування, вміст поживних речовин, забруднення.

При транспортуванні добрив у вагонах звертають увагу на їх забруднення, правильність оформлення супроводжуваних документів. У разі встановлення відхилень показників якості та умов транспортування від стандарту чи технічних умов (злежування, вологості, вміст поживних елементів, гранулометричний склад) складають акт про нестандартність добрива і визначення вмісту поживних речовин не проводять. Добрива, які за візуальними показниками відповідають вимогам стандарту, направляють у лабораторії для аналізів стандартними або загальноприйнятими методами.

Під час контролю якості добрив у період транспортування увагу звертають на вигляд і стан транспортного засобу та наявність укриття, дотримання вимог техніки безпеки перевезень. На території баз і складів визначають умови праці робітників, стан складів і побутових приміщень, транспортних засобів, наявність у робітників спецобладнання та індивідуальних засобів захисту. Державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів і якості продукції перевіряють склади і умови зберігання добрив і пестицидів, місця утилізації тари, дотримання регламенту використання пестицидів.

Основним завданням державних підприємств агрохімічної служби є розробка рекомендацій використання сільськогосподарських угідь і засобів хімізації на основі результатів наукових досліджень, проведення державного контролю за застосування добрив і інших засобів хімізації.

### **23.1.9. Агрохімічне обслуговування**

Концепція розвитку агрохімічного обслуговування ґрунтується на зацікавленості держави у підвищенні продуктивності землеробства і тваринництва, задоволенні потреб населення в продуктах споживання, а промисловості в сировині, створенні розгалуженої мережі підприємств, вільному виборі виконавців, які надійно і ефективно використовують землю і засоби хімізації. Контроль за наслідками їх екологічної та економічної діяльності здійснюється державою.

*Агрохімічне обслуговування* передбачає виконання робіт пов'язаних з застосуванням засобів хімізації, створення матеріально-технічної бази (склади, машини і механізми), добуванням і виробництвом місцевих добрив, впровадження в практику досягнень науки і передового досвіду з питань збереження і підвищення родючості земель.

Науково-обґрунтована система ведення господарства спрямована на створення оптимальних умов вирощування культур, підвищення родючості ґрунту. Підвищення потенціальних можливостей землі неможливе без значних затрат праці. Продуктивність землі залежить від технологічних (добрива та інші засоби хімізації), технічних і організаційних засобів виробництва,

До агрохімічного обслуговування належить комплекс заходів і послуг, які забезпечують сільськогосподарських товаровиробників добривами, пестицидами, меліорантами, технікою і технологіями для їх застосування. До агрохімічних робіт відносять наукові, розвідувальні, проектні, лабораторні роботи, застосування добрив, пестицидів, меліорантів, спрямованих на підвищення родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції рослинництва.

### 23.1.10. Формування «Сільгоспхімія»

Рівень застосування місцевих і мінеральних добрив, виробництво товарної продукції визначає виробничу діяльність формувань «Сільгоспхімія». Агрохімічне обслуговування товаровиробника здійснюють районні формування «Сільгоспхімія». Виробничою базою їх є склади для зберігання мінеральних добрив і пестицидів, машини і механізми для транспортування, навантаження і розвантаження добрив, підготовки до внесення, змішування і внесення. Підрозділи «Сільгоспхімія» задовольняють потребу товаровиробника сільськогосподарської продукції у засобах хімізації. Їх виробнича база дає змогу добувати торф і сапропель, виробляти та вносити гній і компости, вапнякові матеріали, гіпс, пестициди.

Діяльність комерційних структур неможлива без об'єднання і координації з підприємствами виробниками засобів хімізації. Базовою виробничою основою об'єднань «Сільгоспхімія» є районні формування. Завданням сервісного обслуговування господарств на рівні району є: 1) вивчення попиту на засоби хімізації, машини і механізми для їх підготовки до винесення і внесення, їх рекламування; 2) організація задоволення попиту господарств на засоби хімізації і техніки у встановлені строки; 3) надання виробничих послуг з використання засобів хімізації у визначених обсягах і строках; 4) надання виробничих послуг технічного обслуговування техніки і навчання обслуговуючого персоналу; 5) організація сервісного обслуговування.

Обслуговування передбачає завезення засобів хімізації товаровиробнику, зберігання і їх внесення, забезпечення його машинами і агрегатами, їх обслуговування. Сфера сервісного обслуговування значно розширюється за рахунок робіт з добування і заготівлі сапропелю, торфу, виробництва органічних добрив, розробки вапняків і гіпсовмісних матеріалів, застосування біологічно активних речовин.

Агрохімічне обслуговування господарств району здійснюють районні формування «Сільгоспхімія». До їхньої виробничої бази належать склади для зберігання добрив, пестицидів, консервантів, кормових добавок, комплекс машин для підготовки та внесення добрив і пестицидів, транспортні засоби, майстерні.

Забезпечення господарств рекомендаціями, добривами, пестицидами, їх застосування здійснюється також різними фірмами, товариствами та організаціями. Проте вони, як правило, не виконують основних завдань і функцій державної агрохімічної служби.

Основні функції державних підприємств агрохімічного сервісу полягають у здійсненні аналітичного контролю за агрохімічним, екологічним і фізико-хімічним станом ґрунтів, їх родючістю, проведенні ґрунтового моніторингу сільськогосподарських угідь, паспортизації земель, визначенні складу кормів і засобів хімізації, складанні рекомендацій використання сільськогосподарських угідь і засобів хімізації, визначенні потреби у засобах хімізації, проведенні арбітражних аналізів державного контролю за застосуванням засобів хімізації.

Державні обласні проектно-технологічні центри охорони родючості ґрунтів на основі результатів агрохімічних досліджень земель і розробок науково-дослідних і проектних установ видають рекомендації застосування засобів хімізації, здійснюють державний контроль за їх ефективним використанням.

Результатами роботи державних обласних проектно-технологічних центрів охорони родючості ґрунтів і якості продукції і науково-дослідних установ є наукове забезпечення сервісного обслуговування виробника сільськогосподарської продукції та сировини. Організації агрохімічного обслуговування («Укрсільгоспхімія», «Агрохімцентр», пункти хімізації господарств, обласні і районні формування «Сільгоспхімія», посередники) здійснюють забезпечення господарств засобами хімізації, виконують роботи, пов'язані з їх використанням.

### **23.1.11. Пункти хімізації**

Пункт хімізації господарства створюється для агрохімічного забезпечення і обслуговування, підвищення родючості ґрунтів, застосування добрив і пестицидів з урахуванням охорони довкілля. Пункти хімізації господарств мають склади для зберігання твердих і рідких добрив, пестицидів, місткості для виготовлення розчинів, машини і механізми для змішування, транспортування і внесення добрив, ваги, накриття для техніки, агрохімічну лабораторію,

побутові приміщення. На пунктах хімізації застосовують переважно прямооточну технологію внесення добрив, пестицидів. У них повинні бути створені умови для використання великогабаритної техніки для транспортування, розвантаження, навантаження, просіювання і змішування добрив, протруювання насіння. В умовах конкретного господарства достатня кількість тракторів, машин і механізмів дає змогу у кращі агротехнічні строки застосовувати добрива, пестициди при основному удобренні, припосівному, підживленні, що сприяє вирощуванню культур за новими технологіями з мінімальними затратами засобів хімізації. Машини і механізми для розтаровування, подрібнення і змішування добрив дозволяють для кожної культури виготовляти змішані добрива із заданими співвідношеннями і вмістом поживних речовин. Вузол для приготування розчинів дає змогу використовувати мінеральні добрива, які через погані фізичні властивості не можна внести розкидачами добрив.

Пункт хімізації господарства виконує весь обсяг робіт, пов'язаних з використанням добрив, пестицидів, виробництвом органічних добрив, агрохімічним дослідженням ґрунтів, обробкою посівного матеріалу, оцінкою якості продукції, аналізом ефективності застосування засобів хімізації, впровадження нових технологій вирощування культур. Досвід роботи пунктів хімізації господарств свідчить про те, що їх створення сприяє підвищенню оплати одиниці добрива продукцією та продуктивності праці, економічному й екологічному обґрунтуванню застосування пестицидів, отриманню біологічно повноцінної продукції, освоєнню сучасних технологій.

Дотримання технології зберігання і застосування засобів хімізації сприяє високій продуктивності праці, дотриманню вимог своєчасного застосування добрив і пестицидів, підвищенню родючості ґрунтів, збереженню довкілля. Агрохімічні лабораторії при пунктах хімізації мають виконувати прості аналізи, проводити рослинну і ґрунтову діагностику. Разом з державними обласними проектно-технологічними центрами охорони родючості ґрунтів і якості продукції ПХ приймають участь у проведенні агрохімічних досліджень земель господарства, встановлюють норми добрив і пестицидів для конкретного поля і культури з урахуванням погодних умов, стану росту і розвитку рослин та інших

факторів. Вони здійснюють контроль за дотриманням технології використання засобів хімізації, проводять вивчення ефективності елементів технології вирощування культур, вивчають можливість застосовування у конкретних умовах досягнень науки і передового досвіду, дають агрохімічну, екологічну й економічну оцінку ефективності застосування засобів хімізації, нових сортів і гібридів, агротехнічних прийомів обробітку ґрунту і вирощування культур, заходів збереження і підвищення родючості ґрунтів, допомагають фермерським та іншим господарствам проводити роботи із сертифікації сільськогосподарської продукції.

Агрохімічні лабораторії ПХ визначають якість сільськогосподарської продукції, кормів у період їх заготівлі та підготовки до використання, потребу господарства у добривах, пестицидах та інших засобах хімізації. Використовуючи дані агрохімічних досліджень, встановлюють інтенсивність кругообігу елементів живлення в землеробстві, напрямки й інтенсивність деградаційних процесів, наслідки негативних явищ локального і глобального забруднення важкими металами, токсичними речовинами, радіонуклідами, розробляють нові елементи технологій збереження і підвищення родючості ґрунтів, створюють нові типи агроландшафтів за рахунок використання засобів хімізації, досягнень науки і практики, які здатні підвищити продуктивність сільськогосподарського виробництва з метою забезпечення населення якісною продукцією, а промисловість сировиною.

Пункт хімізації є значною мірою місцем забруднення довкілля. Забруднення відбувається за рахунок звітрювання добрив і пестицидів, втрат у процесі їх транспортування, змішування, обробки насіння, змиву пилу і просочування в нижні горизонти ґрунту.

В місцях роботи із засобами хімізації мають бути створені умови для безпечної праці, які відповідають чинному законодавству про працю, а також інструкціям і правилам техніки безпеки, санітарним правилам зберігання, транспортування і застосування добрив та пестицидів. Необґрунтоване застосування засобів хімізації призводить до забруднення ними ґрунтів, води, продуктів сільськогосподарського виробництва. Рівень забруднення ґрунтів залежить від складу, кількості і технології застосування добрив та пестицидів, надходження їх з рослинними рештками,

поверхневими стоками. Нагромадження залишкових кількостей засобів хімізації у ґрунті і шляхи їх міграції залежать від багатьох факторів (властивостей добрив, пестицидів і ґрунту), а також від агротехнічних заходів.

## 23.2. Економіка застосування добрив

Ефективність застосування добрив визначають за даними аналізу фактичної окупності (оплати) використання їх.

Аналіз економічної ефективності застосування добрив проводять по роках і в середньому за кілька років з урахуванням фактичної і нормативної оплати добрив урожаєм. Фактичну економічну ефективність добрив визначають для кожної культури, оцінюючи приріст врожаю за поточними цінами. Це дає змогу виявити доцільність вкладень в отриманий від добрив приріст.

Найпростішим способом визначення ефективності добрив є порівняння затрат поживних речовин добрив на приріст одиниці врожаю з нормативною оплатою. Менша від нормативної оплата приросту врожаю свідчить про низьку економічну ефективність застосування добрив і вимагає перегляду системи і технології застосування добрив, підвищення культури землеробства.

Приріст урожайності ( $Y_n$ ) від добрив ( $Y$ ) обчислюють за формулою

$$Y_n = Y \cdot D,$$

де  $Y$  — урожайність культури, ц/га;

$D$  — урожайність за рахунок добрив.

Визначають агрохімічну, економічну і екологічну ефективність застосування добрив. Агрохімічна ефективність показує, який приріст одиниці урожаю отриманий від застосування одиниці добрива і його відповідність нормативним затратам. Менший від нормативної оплати приріст врожаю свідчить про низьку агрохімічну ефективність застосування добрив і вимагає перегляду системи і технології застосування добрив, підвищення культури землеробства. Агрохімічна ефективність не враховує затрат на застосування добрив і вартість робіт.

Фактичну економічну ефективність добрив визначають для кожної культури, оцінюючі затрати і приріст врожаю за існуючими

цінами. Це дає змогу встановити доцільність затрат ресурсів на отримання приросту від застосування добрив.

Частку в урожайності за рахунок добрив розраховують за формулою

$$Д = Y_n / (Y_d \cdot 100),$$

де  $Y_n$  і  $Y_d$  — відповідно приріст і врожайність у дослідях з добривами, ц/га.

Зменшення надходження у сільськогосподарське виробництво агресурсів приводить до зниження врожайності і посилення деградаційних процесів.

Екологічна функція агрохімії полягає у посиленні оптимального колообігу біогенних елементів у землеробстві з активним їх балансом в агроєкосистемі, у покращанні фізико — хімічних, агрохімічних і біологічних властивостей ґрунту, оптимізації умов живлення, зниженні негативних наслідків локального і глобального забруднення, створенні нових аграрних типів ландшафтів, покращанні хімічного складу продукції.

### **Контрольні запитання**

1. Які завдання державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції?
2. Агрохімічний паспорта поля.
3. Який зміст проектно-кошторисної документації на валпнування ґрунтів?
4. Як здійснюється контроль за якістю застосування добрив?
5. Пункт хімізації господарства.
6. В чому різниця між агрохімічним забезпеченням і обслуговуванням?
7. Як визначають агрохімічну, економічну і екологічну ефективність застосування добрив?

## **24. УМОВИ ЖИТТЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОСЛИН І СПОСОБИ ЇХ РЕГУЛЮВАННЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

Сільськогосподарські культури перебувають у постійному взаємозв'язку з умовами зовнішнього середовища. Для забезпечення рослин умовами життя необхідно знати їх вимоги до умов вирощування. У зв'язку з цим К. А. Тімірязєв зазначав, що вивчення культурних рослин і їх вимог є основним завданням наукового землеробства. Крім того, науковим завданням землеробства є вивчення зовнішніх умов залежно від застосування технологій та життєдіяльності рослин. Невідповідність останніх до вимог рослин призводить до помітного зниження їх продуктивності і навіть до повної загибелі. І навпаки, максимальне наближення всіх факторів життя до вимог культурних рослин забезпечує максимальну можливу продуктивність.

У результаті багаторічних досліджень в галузі фізіології рослин та агрохімії було визначено потреби рослин у факторах життя. Умови зовнішнього середовища помітно впливають на використання рослинами води та елементів мінерального живлення. Серед умов життя рослин основними є агрофізичні та агрохімічні властивості ґрунту, реакція його ґрунтового розчину, склад ґрунтового та приземного повітря, наявність у ньому життєздатного насіння бур'янів, збудників хвороб та шкідників, правильне застосування технологій вирощування окремих культур. Від умов зовнішнього середовища ґрунту та атмосфери в значній мірі залежить регулювання і використання рослинами факторів життя.

Для росту і розвитку рослин необхідні дві групи факторів: космічні (світло й тепло) і земні (вода, повітря, поживні речовини). Проте на ріст і розвиток рослин впливають не лише фактори життя, а й умови середовища, тобто зовнішні умови, за яких виявляється дія факторів життя. Умови середовища поділяють на три групи: ґрунтові (будова орного шару, структура, кислотність ґрунту тощо), фітологічні (негативний вплив на культурні рослини бур'янів, шкідників і хвороб), агротехнічні (своєчасність і якість проведення польових робіт).

Взаємодія факторів життя рослин у процесі їх росту і розвитку надзвичайно складна і багатогранна. Протягом тривалого часу вона є предметом вивчення біологічних та агрономічних наук. На підставі даних численних дослідів та їх узагальнення були сформульовані закономірності дії факторів життя рослин на формування врожаю. В агрономічній науці ці закономірності відомі як закони землеробства.

**Закон незамінності і рівнозначності факторів життя рослин.** Усі фактори життя рослин незамінні й абсолютно рівнозначні. Жоден з факторів життя, яких не вистачає, не може бути замінений іншим, навіть при надлишку останнього. Цей закон уперше сформулював В. Р. Вільямс. Справді, неможливо замінити воду світлом або азот фосфором, оскільки кожний фактор життя виконує певну фізіологічну функцію. Поняття рівнозначності слід розуміти так, що немає головних і другорядних факторів життя навіть тоді, коли для рослин будь-який з них необхідний у незначних кількостях.

Максимальний урожай можна мати тільки при безперервному забезпеченні рослин усіма факторами життя в оптимальних кількостях.

**Закон мінімуму (мінімуму, оптимуму, максимуму).** Суть цього закону в тому, що величина врожаю визначається фактором, який є в мінімумі і в міру забезпечення потреби рослин у ньому кількісно зростатиме доти, поки не буде обмежений іншим фактором.

Уперше цей закон був сформульований німецьким ученим Ю. Лібіхом у 1840 р. на основі теорії мінерального живлення рослин і аналізу причин зниження родючості ґрунту. Лібіх вважав, що підвищення врожаю безпосередньо залежить від кількісного збільшення фактора, що перебуває в мінімумі, тобто

$$Y = A \cdot X,$$

де  $Y$  — урожай;

$X$  — наявність фактора;

$A$  — коефіцієнт пропорційності даного фактора.

Дослідами і практикою доведено, що при зміні лише одного фактора життя без прямого впливу на інші приріст врожаю поступово зменшується, а потім зростання врожаю і зовсім припиняється

внаслідок використання однакових додаткових доз фактора. Причина цього — обмежений вплив інших факторів життя, оскільки вступає в дію закон мінімуму або обмежуючого фактора.

Для наочної демонстрації закону мінімуму можна використати так звану «бочку Добенека», висота клепок якої умовно відповідає рівню окремих факторів життя рослин (рис. 22). Якщо в таку бочку налити воду, то її рівень, що умовно означає рівень урожаю, не перевищуватиме рівня, позначеного найнижче розміщеною клепкою.

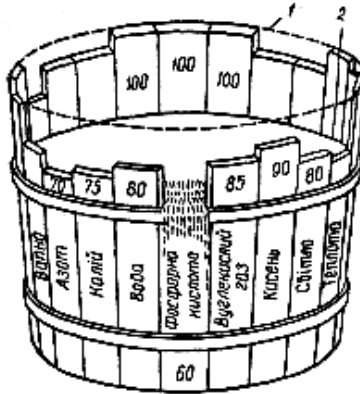


Рис. 22. Графічне зображення закону мінімуму:

1 — максимально можливий урожай; 2 — фактичний урожай

Численними дослідками було встановлено, що найвищий урожай можна мати лише при оптимальній кількості наявного фактора життя рослин.

Обмежувати урожай можуть не тільки фактори життя, а й несприятливі умови середовища (ґрунтові, фітологічні, агро-технічні), наприклад забур'яненість, кислотність ґрунту. Тому застосовувати заходи негативного впливу умов середовища на культурні рослини недоцільно.

**Закон сукупної дії факторів життя рослин.** Суть цього закону в тому, що для отримання високого врожаю необхідна наявність усіх факторів життя в оптимальному співвідношенні. Це підтверджується багаторічними дослідками, в яких вивчали вплив на урожайність різних доз кількох факторів життя, а також можливість



Рис. 23. Графіки врожайності культури при нарощуванні одного довільно взятого фактора (зліва) та при сукупності кількох факторів, взятих в оптимумі (справа)

отримання високих урожаїв культурних рослин. Зростання врожаю можливе лише тоді, коли такий вплив спрямований одночасно на весь комплекс умов. Цей комплекс умов становить одне ціле, всі фактори якого зв'язані міцними зв'язками. Вплив на один із цих факторів неминуче вимагає необхідної дії і на решту факторів (рис. 23). На рис. 23 крива  $a_1 A a_2$  характеризує урожайність при постійному збільшенні одного фактора:  $a_1 A$  — при нарощуванні фактора до оптимуму, а крива  $A a_2$  — після досягнення оптимуму. Крива  $A B B$  характеризує безперервне підвищення урожайності, коли кожний з факторів ( $A, B, B$ ) перебуває в оптимумі.

**Закон повернення**, відкритий Ю. Лібіхом, передбачає повернення в ґрунт елементів живлення, які були використані рослинами і винесені врожаєм. Порушення цього закону призводить до зниження родючості ґрунту.

Землеробство, як галузь виробництва, матеріальне за своєю природою. Урожай, як матеріальна субстанція, створюється з матеріальних складових частин, і певна частина його створюється за рахунок речовин та енергії ґрунту.

При відшкодуванні використаних рослинами речовин та енергії ґрунту його родючість зберігається, а коли в ґрунт повертається більша кількість елементів живлення порівняно з винесеною врожаєм, то родючість ґрунту підвищується, тобто відбувається його розширене відтворення.

Закон повернення є науковою основою відтворення родючості ґрунту, на що має бути спрямований увесь комплекс заходів у сучасному інтенсивному землеробстві.

Велике значення для одержання високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур високої якості має додержання усіх законів землеробства, особливо закону сукупної дії факторів життя рослин. Велике значення для дії цього закону має відтворення родючості ґрунту.

Отже, закони землеробства визначають взаємодію факторів життя рослин на загальнобіологічному рівні. В землеробстві дія цих законів виявляється в науково обґрунтованих системах землеробства через родючість ґрунту та комплекс заходів.

**Прийоми регулювання факторів життя сільськогосподарських культур.** Взаємозв'язок факторів життя і їх вплив на рослини та ґрунт вивчають хімія, агрономічна фізика, фізіологія та біохімія рослин. Землеробство, яке ґрунтується на цих науках, розробляє способи оптимізації умов життя культурних рослин. Регулювання ґрунтових та надземних режимів набуває особливого значення тоді, коли потреба рослин у факторах життя не забезпечується звичайними природними умовами.

## 24.1. Світло

Світло має велике значення у житті рослин. Під його впливом у рослинах і відбувається фотосинтез, у процесі якого утворюються органічні речовини. Водночас у повітря рослини виділяють кисень, необхідний для дихання всіх організмів.

Світло значно впливає на процеси росту та розвитку рослин. При недостатньому освітленні порушується нормальний ріст більшості рослин — формуються видовжені, тонкі і слабкі стебла. Недостатня інтенсивність світла позначається на якості врожаю — знижується вміст білка в зернових, цукру в цукрових буряках, крохмалю в картоплі, жиру в насінні соняшнику тощо.

Фотосинтезу належить провідна роль в утворенні органічної речовини рослин. Завдяки цьому процесу утворюється 95% маси сухих речовин рослини. Тому керування фотосинтезом посіву-один з найефективніших шляхів управління продуктивністю рослин.

До найважливіших факторів, що визначають рівень продуктивності посівів сільськогосподарських культур, належать: енергія сонячного світла, яка забезпечує проходження фотосинтезу; забезпечення посівів вуглекислим газом; рівень мінерального живлення, умови водопостачання та тепловий режим.

Основне завдання землеробства — використання енергії сонячної радіації з найбільшим коефіцієнтом корисної дії.

Променева енергія сонця у більшості випадків впливає на особливості процесів росту, форму і розміщення листків у рослин та ін. Вона бере участь не тільки у формуванні органічної речовини, але і у її перетворенні й відкладанні, впливає побічно та безпосередньо на процеси загартування рослин і на посухостійкість. Світло також впливає і на формування органів рослин.

У похмуру погоду або в загущених осінніх сходах у злаків конус наростання основного стебла та пагонів завжди виноситься (піднімається) ближче до поверхні ґрунту, їх ріст за умов недостатнього освітлення припиняється із запізненням. Все це зумовлює невелику продуктивність таких сходів. Науковими дослідженнями встановлено, що у зв'язку з різною інтенсивністю освітлення неоднаково відбуваються біологічні, фізіологічні та біохімічні процеси в рослинах, що в кінцевому результаті впливає на вміст хлорофілу, анатомію, морфологію окремих органів та габітус рослин. Світловий режим озимої пшениці впливає не тільки на розвиток, але й на процеси росту, висоту стебла, кількість листків, довжину та ширину листової пластинки. У середньому вглиб травостою пшениці надходять тільки 15–20% сонячної радіації.

Для нормального росту і розвитку рослин озимої пшениці необхідна мінімальна інтенсивність освітлення — 1,8 тис. люксів. Пряме сонячне світло опівдні дає 30–40 тис. люксів. Недостатнє освітлення може послаблювати фотосинтез, що негативно впливає на врожай, а в поєднанні з багатим азотним фоном призводить у зернових культур до різкого збільшення стерильності квіток.

Оптимальна інтенсивність освітлення є необхідною умовою, яка забезпечує високу фотосинтетичну активність рослин, формування високопродуктивних репродуктивних органів.

Важливим якісним показником стану посівів, здатних з великим ККД засвоювати енергію світла та  $\text{CO}_2$  з повітря, є достатньо

висока оптична діяльність при великій сумарній поверхні асимілюючих органів, головним чином листків.

Зміни в інтенсивності освітлення часто тісно пов'язані із змінами температурного режиму ґрунтів і посівів. Останні помітно впливають на проходження мікробіологічних процесів у ґрунті, а тим самим і на поживний режим ґрунту. Тому питання впливу світла на рослини є важливим як з теоретичної, так і з практичної сторони. Оптимальний світловий режим посіву можна створити відповідною нормою висіву, способами сівби, розміщенням рослин на площі, кількістю їх у рядках та ін. Цими заходами можна помітно збільшувати коефіцієнт корисної дії фотосинтезу. Підраховано, що на поверхні землі теоретично максимально можливе значення ефективності природного світла для фотосинтезу знаходиться в межах від 16 до 24%.

Для росту і розвитку озимих культур, багаторічних трав, плодкових культур має значення час весняного відновлення вегетації, від якого залежать стартові для рослин дози світлової і теплової енергії. Вплив цього важливого екологічного фактора на одні культури виявляється відразу після весняного пробудження. При ранніх строках відростання озимі краще кущаться і вкорінюються, у них більша площа листової поверхні, підвищується фотосинтетичний потенціал. Раннє відновлення вегетації озимини позитивно впливає на ріст вегетативної маси та освітленість у нижніх ярусах стеблостою, що помітно впливає на формування міцності нижніх міжвузлів та стійкість рослин проти вилягання. Пізнє відновлення вегетації зумовлює формування низькорослих хлібів, зрідженість стеблостою тощо.

Культурні рослини по-різному реагують як на загальну кількість світла протягом вегетації, так і на тривалість світлового дня: одні швидше дозрівають при довгому світловому дні, інші — при короткому. До рослин довгого світлового дня (умовно) відносять жито, пшеницю, овес, ячмінь, вику, горох, льон, картоплю, капусту, а до рослин короткого світлового дня — просо, сорго, соя, кукурудзу, сою, квасолю, бавовник та ін.

За вибагливістю до інтенсивності світла розрізняють світлолюбні (виросшують на півдні) і менш світлолюбні рослини. Різними прийомами агротехніки можна поліпшувати умови освітлення вирощуваних культур (спосіб сівби, густина посівів, напрям

рядків з півночі на південь). Залежно від біологічних особливостей культур та призначення врожаю посіви одних культур розміщують у напрямі на південь, інших — на північ, одні культури вирощують у підвищених, інші — у понижених місцях. Щоб посилити доступ до рослин світла та інших факторів життя, важливо своєчасно прорідити посіви, наприклад цукрових буряків, а також прополоти їх за допомогою відповідних механізмів або гербіцидів. У деяких випадках посіви притіняють кулісами, наприклад при вирощуванні огірків.

Завданням технології вирощування культур є підвищення коефіцієнта використання рослинами світла через посилення в них процесів росту та асиміляції.

## 24.2. Вода

У рослинному організмі води міститься від 75 до 90%. З її надходженням і рухом пов'язані всі життєві процеси рослин. При наявності води, доступу повітря і теплоти насіння рослин бубнявіє і проростає, у рослину надходять елементи живлення, в рослинному організмі відбувається фотосинтез, утворюються нові органічні речовини, ростуть тканини.

У жарку погоду вода захищає рослину від загибелі: переміщуючись по рослині, вона охолоджує її і цим підвищує стійкість її проти високих температур. Вода підтримує тургор клітин та розносить продукти асиміляції по окремих органах. За допомогою води відбувається кореневе живлення та виділення непотрібних речовин. Вода регулює ріст і розвиток рослин. Нестача її призводить до недобору врожаю, пригнічення, а іноді і повної загибелі рослин. Проте і надлишок води негативно впливає на більшість сільськогосподарських культур, крім рису та інших вологолюбних рослин.

Для рослин вода потрібна з моменту висівання насіння і до закінчення формування врожаю. Використовувати воду рослина починає від моменту бубнявіння насіння. Кількість її, потрібна для нормального проростання насіння, неоднакова для різних сільськогосподарських культур (табл. 60).

Проте сумарна витрата вологи на проростання насіння незначна. Як видно з даних табл. 60, уже на перших етапах життя

**Таблиця 60**

**Кількість води, необхідної для проростання насіння різних культур, % від маси**

Культура	Кількість води, % від маси на- сіння	Культура	Кількість води, % від маси на- сіння
Пшениця	45–59	Люпин	130–143
Жито	64–78	Вика	130–142
Ячмінь	58–60	Льон	100–105
Овес	76–85	Коноплі	70–74
Кукурудза	25–35	Цукрові буряки	115–121
Просо	25–27	Конюшина червона	140–145
Горох	110–115		

рослини різних видів використовують неоднакову кількість води, те саме спостерігається і в наступні періоди їх життя. Зокрема, рослини мало використовують води у початковий період розвитку і максимальну її кількість при формуванні надземної та підземної маси, регенеративних органів, плодів, коренеплодів, бульбоплодів. Наприкінці вегетації використання води рослинами помітно зменшується. Період найбільшої потреби рослин у воді, коли нестача її різко знижує врожайність, називається *критичним періодом*. Для озимих і ярих зернових колосових цей період припадає на вихід у трубку–колосіння, для кукурудзи — цвітіння — молочна стиглість, для зернобобових і гречки — цвітіння, для соняшнику — утворення кошика, для картоплі — цвітіння — бульбоутворення.

Загальні витрати вологи на утворення одиниці сухих речовин рослин характеризуються *транспіраційним коефіцієнтом*. Цей показник значною мірою залежить від виду та біологічних особливостей рослин, а також від умов вирощування культури (табл. 61).

Наведені в табл. 61 дані свідчать про те, що транспіраційний коефіцієнт має лише відносне значення для порівняння потреби у волозі різних культур. Величина транспіраційного коефіцієнта залежить не лише від виду рослин, а й від екологічних умов їх вирощування, тобто від ґрунтових та метеорологічних умов. Як відомо, випаровування залежить від величини відносної вологості повітря, яка, в свою чергу, пов'язана з кількістю водяної пари в

**Таблиця 61**

**Транспіраційний коефіцієнт різних сільськогосподарських культур**

<b>Культура</b>	<b>Транспіраційний коефіцієнт</b>	<b>Культура</b>	<b>Транспіраційний коефіцієнт</b>
Пшениця	400–550	Люцерна	600–800
Ячмінь	360–480	Горох	350–400
Кукурудза, сорго, просо	240–350	Конюшина червона	600–750
Цукрові буряки	500–600	Овес	350–400
Льон	400–450	Картопля	500–550

повітрі та температури. Тому в суху погоду транспіраційний коефіцієнт підвищується, у вологу — знижується. В загальному комплексі метеорологічних умов на транспіраційний коефіцієнт впливають крім відносної вологості повітря вітер та його сила, а також сонячне світло. Установлено, що на сонці транспірація у рослин відбувається енергійніше, тому рослини, що ростуть по краях поля, випаровують більше вологи, ніж ті, що ростуть у середині ділянки.

Із ґрунтових умов, що впливають на транспірацію, велике значення має забезпеченість рослин елементами живлення. Внесення добрив забезпечує більш раціональне використання рослинами запасів ґрунтової вологи. Так, у дослідях академіка Д. М. Прянишникова величина транспіраційного коефіцієнта вівса, вирощеного у вегетаційних посудилах, була різною (табл. 62).

Раціональне використання вологи культурними рослинами при одночасному забезпеченні їх достатньою кількістю елементів живлення та іншими факторами життя має важливе виробниче значення. Це підтверджується однією з основних тез наукового землеробства — максимальна ефективність будь-якого фактора або агротехнічного заходу можлива тільки при повному забезпеченні рослин іншими умовами життя.

Транспіраційний коефіцієнт помітно змінюється у межах різних сортів і різновидностей культур. Проте величина його характеризує лише витрату вологи рослинами і враховує її надходження. Рослина з високим транспіраційним коефіцієнтом, порівняно з

Таблиця 62

**Транспіраційний коефіцієнт вівса**

<b>Вологість ґрунту, % від повної вологоєм- кості</b>	<b>Транспіраційний коефіцієнт</b>	
	<b>без добрив</b>	<b>при повному удобренні</b>
40	402	334
60	483	372
80	505	409

рослиною, у якої цей показник низький, може вбирати води більшу кількість, якщо в неї глибоко розміщена коренева система, що дає їй змогу вбирати вологу з глибоких шарів ґрунту. Так, люцерна має високий транспіраційний коефіцієнт, хоч може добре розвиватись і в умовах посухи, оскільки її коренева система проникає в ґрунт на глибину більш як 10 м.

Здатність вівсюга пригнічувати овес, особливо в посушливі роки, значною мірою зумовлена тим, що його коренева система розвивається швидше, ніж у вівса. У більш пізніх культур, що розвиваються в другій половині літа (кукурудза, сорго, суданська трава), коренева система розміщується глибоко. З її допомогою вони використовують протягом першої половини літа вологу із глибоких шарів ґрунту, сильніше висушуючи їх, ніж ранні культури, а в другій половині літа використовують вологу опадів. У посушливій зоні всі заходи, що сприяють швидшому розвитку кореневої системи і проникненню її вглиб (глибока оранка, рання сівба тощо), полегшують використання води рослинами з глибших шарів ґрунту.

Нестача вологи зумовлює тимчасове або тривале в'янення рослин. При значній нестачі води в листках порушуються біохімічні процеси, насамперед відбуваються гідроліз вуглеводів з утворенням сахарози та розкладання білків. Внаслідок цього рослини втрачають здатність до фотосинтезу.

Вологість ґрунту на полях, зайнятих посівами культур, знижується внаслідок як транспірації рослин, так і випаровування її з поверхні ґрунту. Причому значна частина ґрунтової вологи витрачається на формування врожаю. Особливо значним є випаровування вологи з поверхні ґрунту на початку вегетації рослин, коли транспірація їх ще обмежена.

Сільськогосподарські культури терплять як від нестачі, так і від надлишку води в ґрунті. Перезволоження ґрунту зумовлює нестачу кисню, наявність якого у ґрунтовому повітрі сприяє нормальному функціонуванню кореневої системи рослин. Крім того, при нестачі кисню пригнічуються життєдіяльність аеробних бактерій, денітрифікація нітратів та ретроградація фосфатів. Тривале застоювання води у блюдцях спричинює вимокання посівів озимих.

Потреба рослин у воді залежить від біологічних властивостей даної групи або сортів рослин, площі листової поверхні, тривалості вегетаційного періоду, життєздатності та особливостей розміщення їх кореневої системи в ґрунті.

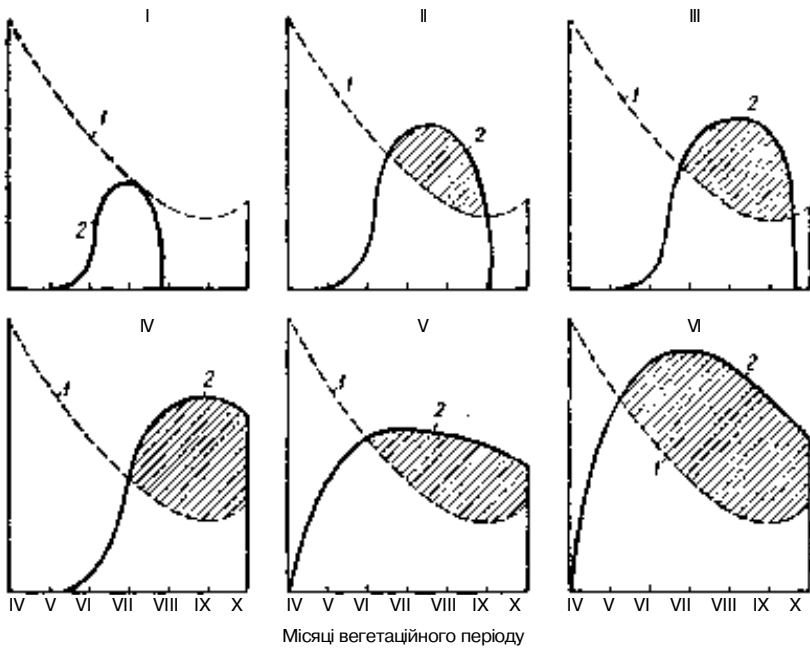


Рис. 24. Співвідношення зміни вологості ґрунту у вегетаційний період і потреба у воді культурних рослин:

1 — крива вологості ґрунту; 2 — крива потреби рослин у воді; I — скоростиглі хліба та кормові культури північних районів; II — пізньостиглі хліба; III — технічні культури; IV — коренеплоди; V — бобові польові культури; VI — посіви багаторічних бобових трав

Академік В. Р. Вільямс порівнював потреби різних груп рослин у волозі і вологість ґрунту в різні періоди вегетації (рис. 24). Співвідношення потреби рослин у волозі та вологості ґрунту дало змогу В. Р. Вільямсу та іншим ученим дійти висновку, що оволодіння методами впливу на водний режим ґрунту—одне з основних завдань землеробства. Особливо значною є проблема водного режиму в зонах недостатнього зволоження — Степу та Лісостепу.

Забезпеченість культурних рослин вологою в різних місцевостях визначається не лише кількістю опадів, а й величиною випаровування води з ґрунту, яка значно залежить від температури повітря і ґрунту. Г. Т. Солянінов запропонував формулу для розрахунку забезпеченості рослин вологою опадів ( $P$ ):

$$P = \frac{A \cdot 10}{B},$$

де  $A$  — кількість опадів за вегетаційний період або певну його частину, мм;

$B$  — сума температур за той самий період;

10 — коефіцієнт (при  $P = 0,5$  ґрунт вважається сухим; 1,0 — посушливим; 1,5 — вогим; при 2 — надмірно зволеним).

Велике значення для формування врожаю рослин має розподіл опадів у часі. Сума опадів за весну і першу половину літа, тобто за період, протягом якого для рослин особливо потрібна волога, невелика.

Доведено, що величина транспіраційного коефіцієнта залежить від осмотичного тиску ґрунтового розчину та структури ґрунту. Із зменшенням вмісту часточок пилу в ґрунті величина транспіраційного коефіцієнта зменшується. Тому при поліпшенні структури ґрунту посилюється життєдіяльність аеробних бактерій, які розкладають органічну речовину, збільшується вміст мінеральних речовин у ґрунтовому розчині, внаслідок чого підвищується осмотичний тиск ґрунтового розчину, що, в свою чергу, сприяє зменшенню величини транспіраційного коефіцієнта рослин.

Крім погодних умов, для забезпечення рослин вологою велике значення мають фізичні властивості ґрунту, зокрема його будова, щільність складення, гранулометричний склад та характер поверхні. Від цих властивостей ґрунту залежать не лише

загальні запаси вологи в ньому, а й її рухомість та швидкість переміщення. Зокрема, піщані ґрунти висихають швидше порівняно з іншими, втрачаючи воду внаслідок випаровування. Вони утримують менше води, ніж суглинкові та глинисті ґрунти. Проте недоступної для рослин вологи у піщаних ґрунтах найменше порівняно із суглинками та глинистими ґрунтами, тому на піщаних і супіщаних ґрунтах рослини легше витримують посуху.

Помітно впливає на вміст води у ґрунті поверхня випаровування. Чим вона рівніша, тим менше випаровується вологи. Гребеняста поверхня, що утворилася після оранки, зумовлює значну втрату ґрунтової вологи. Випаровування води ґрунтом з гребеневою або глибистою поверхнею посилюється під дією сили вітру.

Вміст води в ґрунті залежить також від експозиції земельної ділянки. Так, при уклоні поверхні 15° на східному схилі випаровування зменшується на 86%, на західному — на 84%, а на північному — до 70% (випаровування вологи на південних схилах приймається за 100%).

Значно впливає на вміст вологи в ґрунті рельєф. На підвищених місцях випаровування інтенсивніше, ніж на понижених, оскільки в першому випадку відбувається більш посилена циркуляція атмосферного повітря.

Одним з факторів впливу на водний режим ґрунту у різних зонах є склад місцевої флори. Слід зазначити позитивний вплив лісу, що знаходиться поблизу полів. Ліс затримує весняні та повеневі води, сприяє затриманню снігу на полях та повільному його таненню, перешкоджає розвитку ерозії, забезпечує підвищення вмісту водяної пари в атмосферному повітрі, зменшує транспірацію рослин та випаровування з поверхні ґрунту.

Баланс води в кореневмісному шарі визначається кліматичними та погодними умовами, властивостями ґрунту, його станом під час обробітку, а також біологічними особливостями рослин та особливостями росту їх кореневої системи.

Більшість води надходить у кореневмісний шар ґрунту за рахунок атмосферних опадів та ґрунтових вод при високому рівні їх залягання. Відносно менше значення у балансі вологи кореневмісного шару ґрунту має вода, яка утворюється внаслідок конденсації водяної пари, що надходить з атмосфери та глибоких шарів ґрунту.

Головними складовими витратної частини балансу вологи є: проникнення її за межі кореневмісного шару ґрунту, випаровування в атмосферу та використання рослинами.

Водний режим ґрунту в землеробстві характеризується такими водно-фізичними константами: повна вологоємність (ПВ); найменша (польова) вологоємність (НВ); вологість розриву капілярного зв'язку (ВРК); вологість в'янення (ВВ); вологість стійкого в'янення (ВСВ); максимальна гігроскопічність (МГ); максимальна адсорбційна вологоємність (МАВ).

За рухомістю вологу ґрунту поділяють на легкорухому, середньорухому, малорухому й нерухому, а за доступністю для рослин розрізняють вологу легкодоступну, що може переходити в надмірну, середньодоступну, важкодоступну, дуже важко доступну й недоступну.

О. А. Роде виділив такі форми води в ґрунті: вільну, неміцно-зв'язану, міцно-зв'язану, водяну пару, тверду та кристалізаційну. На рис. 25 показано механізм руху води в ґрунті, її доступність за різної вологості. Доступною для рослин є вода, яка переміщується у ґрунті завдяки гравітаційним, капілярним, плівчасто-менісковим та дифузійним силам.

Для підвищення родючості ґрунту, як правило, застосовують два основних заходи: накопичують якнайбільшу кількість води і зберігають її запаси в ґрунті в районах з недостатнім і нестійким зволоженням та ведуть боротьбу з перезволоженням ґрунту в місцевостях з надмірним його перезволоженням. Заходи накопичення і збереження води в ґрунті мають бути спрямовані на підвищення водопроникності ґрунту та зменшення підняття води в ньому і випаровування вологи в атмосферу.

У процесі водопроникності ґрунту розрізняють два явища: поглинання води ґрунтом до моменту його насичення вологою та фільтрацію. Поглинання води, яка проникає зверху, залежить не тільки від дії сили гравітації, а й від вбирної здатності ґрунту. Величина останньої тим менша, чим більша вологість ґрунту.

Максимальну водопроникність мають ґрунти з міцною ґрундовчкуватою структурою. На водопроникність ґрунту впливає також його будова, здатність до набухання, склад поглинутих основ, пористість, наявність щілин, ходів черв'яків тощо. Чим краща будова ґрунту, зокрема, чим більше співвідношення об'єму ве-

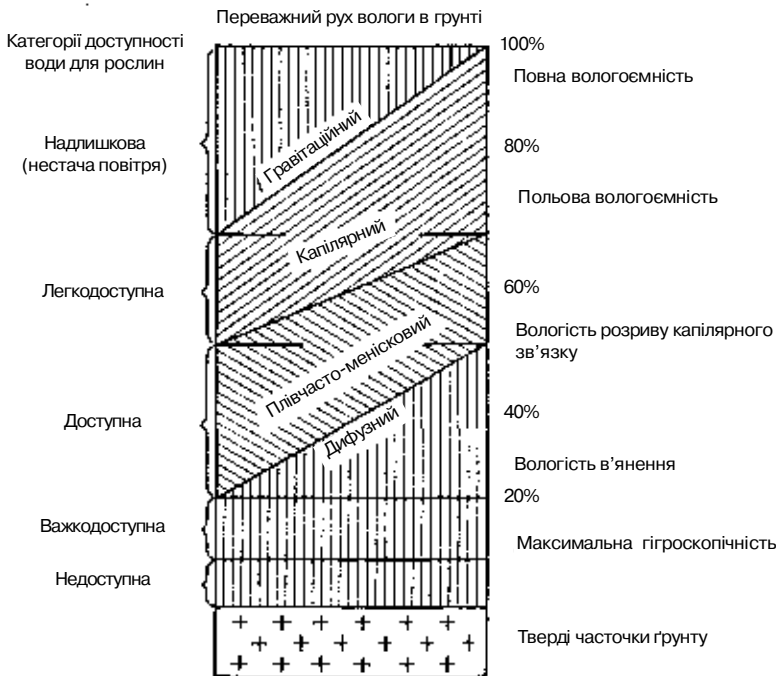


Рис. 25. Механізм руху води та її доступність при різних вологості ґрунту (за В. П. Гордієнком)

ликих і малих щілин, тим вища водопроникність ґрунту. Із збільшенням здатності ґрунту до набухання його водопроникність зменшується, оскільки сильніше звужуються щілини ґрунту. Вплив складу поглинутих основ виявляється в тому, що чим більша валентність катіонів, тим більша водопроникність ґрунту. Отже, регулювання водопроникності ґрунту зводиться до поліпшення його структури та будови.

Вода, що підіймається до поверхні ґрунту як у рідкому, так і в пароподібному стані, випаровується в атмосферу у вигляді водяної пари. Випаровування води з ґрунту відбувається постійно. Це пояснюється тим, що густина водяної пари дорівнює 0,662 густини повітря, внаслідок чого ґрунтове повітря, насичене водою, як більш легке, спрямовується вгору.

Дослідженнями встановлено, що випаровування води з ґрунту можна зменшити створенням одного або двох ущільнених шарів на певній глибині від його поверхні. Пошарове ущільнення ґрунту повинно досягати 30–40% об'ємної маси пухкої частини орного шару. Тому для регулювання випаровування вологи з ґрунту треба створювати не лише його структуру, а й відповідну будову.

Основними заходами для збільшення запасів ґрунтової вологи є зволоження ґрунту і зменшення випаровування водяної пари в атмосферу та вплив на рослину.

Серед заходів безпосереднього впливу на ґрунт основним є система обробітку ґрунту, що забезпечує створення необхідної його будови, збереження грудочкуватої структури і знищення бур'янів.

Зволоження ґрунту відбувається внаслідок комплексу заходів, насамперед зрошення. Під час зрошення в посушливих районах рослини можна забезпечувати водою протягом усього вегетаційного періоду, зокрема, в критичні періоди їх розвитку.

На незрошуваних землях у зонах Лісостепу та Степу велике значення для зволоження ґрунту та для боротьби з ерозією має раціональне використання зимових опадів і весняних талих вод. Наприклад, в Лісостепу та Степу об'єм весняних вод досягає 70% об'єму зимових опадів (400–800 м<sup>3</sup>/га).

Для затримання і накопичення снігу на полях застосовують літні посіви (куліси) високостеблових рослин (соняшнику, кукурудзи, сорго тощо), стебла яких залишають на зиму в полі, а зимою між ними снігорозорювачами роблять снігові гребені і борозни. При щільності снігу 0,3 г/см<sup>3</sup> кожний накопичений його шар заввишки 10 см забезпечує близько 300 м<sup>3</sup>/га води. Для раціонального використання зимових опадів і місцевого стікання води восени застосовують такі заходи: полицеву і безполицеву оранку впоперек схилу, формування гребенів і борозен упоперек схилів, щілювання на глибину до 0,7 м з відстанню між щілинами 3–5 м упоперек схилу, прискорене танення снігу тощо. Важливим для раціонального використання вологи та боротьби з ерозією є досвід США і України по застосуванню обробітку ґрунту по горизонталях або контурної оранки.

Одним з важливих заходів для збільшення вологості ґрунту є поліпшення мікроклімату — насадження лісосмуг, залісення піщаних ділянок, балок, байраків, після чого збільшується вологість

повітря, знижується сила вітру, зменшується випаровування ґрунтової вологи, затримується сніг на полях, краще використовуються ґрунтом весняні талі води, знижується ерозія, підвищується рівень ґрунтових вод.

До заходів, що скорочують випаровування води з ґрунту, належить мульчування — покриття різними матеріалами поверхні ґрунту між рослинами. Для регулювання водного режиму ґрунту істотне значення має правильне чергування культур у сівозміні, відповідне розміщення рослин на полі — напрям та спосіб сівби і садіння, норма висіву, строки сівби тощо. Іншим заходом для регулювання водного режиму ґрунту є боротьба з його перезволоженням. Воно буває постійним або тимчасовим.

Постійне перезволоження ґрунту потребує його осушення. Перезволоження ґрунту спричинює вимокання рослин. Внаслідок застоювання води та перезволоження ґрунту вода заповнює пори ґрунту, витісняє ґрунтове повітря, порушує аерацію, різко посилює анаеробний процес. За таких умов велике значення має застосування гребневих посівів.

При підвищенні вологості ґрунту посилюється куцання зернових культур та ріст вегетативної маси, що зумовлює затінення нижньої частини стебел рослин. Недостатнє освітлення нижніх міжвузлів викликає надлишкове подовження клітин рослин, внаслідок чого стінка соломини витоншає, стебло стає не дуже міцним, що є основною причиною вилягання хлібів.

### 24.3. Повітря

У проміжках ґрунту містяться повітря, яке проникає з атмосфери, а також гази, що утворюються в ґрунті під час біохімічних процесів. Повітря в ґрунті займає всі проміжки, які не зайняті водою, деяка кількість його розчинена в ґрунтовій волозі і поглинута колоїдами ґрунту.

Ґрунтове повітря за хімічним складом відрізняється від атмосферного. В ньому міститься (у процентах до об'єму): азоту — 78,08, кисню — 20,95, вуглекислого газу — 0,03. Крім того, у ґрунтовому повітрі в менших кількостях містяться аргон, гелій, водень, озон, радон. До складу ґрунтового повітря входить водяна пара,

кількість якої мало змінюється (від 0 до 4%). Поблизу деяких промислових підприємств у ґрунтовому повітрі є шкідливі домішки — сірчистий газ, хлор, сірководень тощо.

Найважливішими компонентами повітря для життя рослин і мікроорганізмів є кисень та вуглекислий газ. Біологічні процеси в ґрунті, як правило, пов'язані з витратою кисню і виділенням вуглекислого газу. Тому ґрунтове повітря від атмосферного відрізняється меншим вмістом кисню і більшою концентрацією вуглекислого газу. Вміст кисню в ґрунтовому повітрі становить від 20 до 11%.

Вуглекислого газу в повітрі орного шару ґрунту міститься від 0,1 до 1%, але найчастіше — 0,8%. Після внесення свіжих органічних добрив вміст вуглекислого газу підвищується до 2, іноді до 7–8%. У деяких випадках під час анаеробного розкладання органічних речовин і при недостатньому газообміні в ґрунтовому повітрі міститься сірководень та метан.

Потреба сільськогосподарських культур у молекулярному кисні для проростання насіння виникає відразу після його посіву.

При тривалому перебуванні в перезволоженому ґрунті насіння погано проростає, загниває його зародковий корінець.

Якщо газообмін між ґрунтовим та атмосферним повітрям не відбувається, увесь кисень у ґрунті витрачається протягом двох діб. Максимальне використання кисню коренями рослин спостерігається у період їх цвітіння. На цей період припадає максимальне накопичення вуглекислого газу в ґрунті під посівами жита, пшениці, гороху, буряків, картоплі, конюшини тощо. За нестачі кисню в ґрунті корені рослин відмирають внаслідок дії розчинних у воді окислених сполук ґрунту. Так, нітрати можуть відновлюватись на нітрити не лише під впливом мікроорганізмів, а й коренів рослин. При цьому в ґрунті накопичуються відновлені сполуки і різко порушується процес живлення рослин.

На нестачу кисню в ґрунті рослини реагують неоднаково, наприклад, злакові менше, ніж бобові. Більш чутливі до нестачі кисню картопля, ячмінь, люпин, менш чутливі — гречка, рис. Незважаючи на відносно більшу стійкість злакових рослин до нестачі кисню їх урожай значно знижується. Причиною зниження врожаю, як правило, є вплив шкідливих закисних сполук, що утворюються в ґрунті при його недостатній аерації.

Кисень необхідний для дихання рослин. Він є джерелом енергії, що витрачається при надходженні води і поживних речовин у клітини, для росту рослин, синтезу різних сполук тощо. Значна кількість кисню потрібна для життєдіяльності корисних ґрунтових мікроорганізмів. Процес нітрифікації активно протікає тільки при вільному доступі кисню. Тому нітрифікація активніше відбувається під час розпушування ґрунту. У перші дні після розпушування ґрунту кількість нітрифікуючих бактерій іноді у 5–10 разів перевищує кількість їх до його обробітку.

Бульбочкові бактерії, що живуть на коренях бобових рослин, активно використовують молекулярний азот тільки при вільному надходженні кисню. Фіксація азоту відбувається паралельно з використанням бактеріями вільного кисню при окисленні різних джерел вуглецю.

Фіксація атмосферного азоту азотобактером (*Azotobacter*), що живе на коренях рослин, знаходиться в прямій залежності від його дихання. Існує певна залежність між запасом хімічної енергії у використаній азотобактером органічній речовині і кількістю фіксованого ним азоту (на кожні 4,2 кДж енергії фіксується 2 мг атмосферного азоту).

Кисень необхідний також для мікроорганізмів, що беруть участь у живленні культурних рослин. Мікориза та багато мікробів прикореневої зони тісно пов'язані у своїй життєдіяльності з вищими рослинами, є аеробними організмами і потребують наявності в ґрунті кисню.

Вищі рослини по-різному реагують на наявність вуглекислого газу в атмосферному і ґрунтовому повітрі. При концентрації  $\text{CO}_2$  в ґрунтовому повітрі понад 1% деякі культурні рослини виявляють ознаки отруєння. Водночас підвищення концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосферному повітрі понад 1% сприяє збільшенню врожаю. Для багатьох рослин встановлена пряма залежність асиміляції від підвищення вмісту  $\text{CO}_2$  в повітрі.

Запас вуглекислого газу в повітрі становить близько 600 білліонів тонн вуглецю, причому з цього запасу рослини земної кулі щорічно використовують близько 19 білліонів тонн. Тому тільки при сталому поверненні  $\text{CO}_2$  в атмосферу відбувається кругообіг його в природі і забезпечується життєдіяльність рослин. Нестача  $\text{CO}_2$  в повітрі компенсується за рахунок вуглекислого

газу, що виділяється з ґрунту, з океану та при диханні різних організмів.

Трав'янисті рослини використовують  $\text{CO}_2$  насамперед з приземного шару повітря, де його концентрація вища. За рахунок ґрунтового  $\text{CO}_2$  швидше відновлюється нестача  $\text{CO}_2$  в нижніх шарах атмосфери. Ця нестача  $\text{CO}_2$  в денні години легко компенсується вночі, коли рослини його не використовують. При зниженні температури вночі зменшується і продукування  $\text{CO}_2$  в ґрунті. Проте вночі рослини не використовують  $\text{CO}_2$ , а, навпаки, виділяють його під час дихання, крім того,  $\text{CO}_2$  виділяється з ґрунту. Тому денні витрати  $\text{CO}_2$  відновлюються, що сприяє сталому газообміну між ґрунтовим та атмосферним повітрям.

У ґрунті  $\text{CO}_2$  накопичується переважно під час життєдіяльності мікроорганізмів і кореневої системи рослин. Якщо коренева система культурних рослин дуже чутлива до високої концентрації  $\text{CO}_2$  в ґрунті, то мікроорганізми відносно легко її витримують. Амоній та нітрифікуючі бактерії припиняють свою життєдіяльність при вмісті  $\text{CO}_2$  понад 30%. При внесенні переважно органічних добрив, що містять калій, фосфор, сірку, життєдіяльність ґрунтових бактерій посилюється і виділення  $\text{CO}_2$  збільшується. Утворенню  $\text{CO}_2$  сприяють також теплота, рівномірна вологість (приблизно 40% повної вологоємності ґрунту), розпушування ґрунту, одночасне внесення органічних та мінеральних добрив.

Найбільша кількість  $\text{CO}_2$  утворюється у верхніх шарах ґрунту, де більше мікроорганізмів і активність їх вища. На глибині 20–30 см кількість бактерій в 1 г ґрунту зменшується у 3–10 разів, а на глибині понад 1 м — зменшується ще більше. Незважаючи на те що найбільша кількість  $\text{CO}_2$  спостерігається у верхніх шарах ґрунту, концентрація його в більш глибоких шарах часто буває надлишковою, тому що газообмін там значно сповільнений. При вологості ґрунту, нижчій за максимальну гігроскопічність, ґрунтове повітря поглинається колоїдними часточками. Поглинуте повітря характеризується меншою рухомістю, ніж вільне. Кількість повітря, поглинутого сухим ґрунтом, у різних ґрунтах неоднакова. Поглинання ґрунтом молекул газів залежить від ступеня зволоження ґрунту, температури (з підвищенням температури поглинання зменшується), тиску (з підвищенням тиску поглинання підвищується), хімічного складу ґрунтових колоїдів, хімічної

природи газів. Найінтенсивніше поглинаються водяна пара, потім вуглекислий газ, кисень, азот.

Крім вмісту вільних і поглинутих газів у ґрунті ґрунтова волога має розчинені в ній гази. Вони переходять з ґрунтового розчину в повітря або знову розчиняються в ньому. Найактивнішими є кисень та вуглекислий газ. Із зниженням температури ґрунтової води розчинність кисню та вуглекислого газу збільшується. Вільний кисень у ґрунтовому розчині є окислювачем і тому бере участь в окислювально-відновних реакціях та у формуванні врожаю. Розчинний у ґрунтовій воді  $\text{CO}_2$  сприяє перетворенню важкорозчинних солей на більш доступні для рослин сполуки.

Повітряний режим — це зміна кількості і складу повітря в ґрунті за певний час. Кількість повітря в ґрунті (повітроємкість) залежить від загальної пористості та ступеня заповненості пор водою. Повітроємкість — це різниця між загальною пористістю і вологістю (в процентах від об'єму ґрунту). Капілярні пори частково або повністю бувають заповнені водою, а в проміжках більшого діаметра (некапілярних) утримуватися вода не може і під дією сили гравітації стікає вниз. Об'єм некапілярних щілин (у процентах від загального об'єму ґрунту) — це некапілярна пористість, яка становить частину повітроємкості ґрунту. Вона підвищується після розпушення ґрунту у зв'язку із збільшенням проміжків між його грудочками. Отже, повітряний режим, пов'язаний з водним режимом ґрунту, можна регулювати на ґрунтах, що мають міцну дрібногрудочкувату структуру (0,25–10 мм). Повітря, що переміщується в проміжках ґрунту, аерує його. Проте надлишок вологи (близької до повної вологоємкості або вищої від неї) призводить у певних умовах до появи пор з повітрям, які защемлені водяними пробками. У таких порах за відсутності газообміну збільшується вміст  $\text{CO}_2$ , а кисень використовується мікроорганізмами та коренями рослин. Це явище спостерігається, як правило, в ущільнених шарах ґрунту, проте після висихання його водяні пробки зникають, ґрунтові пори відкриваються і заповнюються повітрям.

Ґрунтове повітря взаємодіє з твердою і рідкою фазами ґрунту. Воно може заповнювати вільні від води пори чи щілини або бути поглинутим колоїдними часточками й утримуватись в ґрунтовому розчині. Склад ґрунтового повітря залежить від біологічних

процесів, що відбуваються в ґрунті, та від активності газообміну з атмосферним повітрям. У ґрунтах, які мають значну пористість і характеризуються достатньою повітроємністю та повітропроникністю, легко відбувається обмін між ґрунтовим і атмосферним повітрям.

Для оновлення ґрунтового повітря необхідні такі фактори: дифузія газів — тепловий рух молекул для зменшення їх концентрації; коливання атмосферного тиску, при підвищенні якого атмосферне повітря надходить у ґрунт, а при зменшенні виділяється з ґрунту; зміна температури, коли вдень ґрунтове повітря нагрівається, розширюється і частково виходить з ґрунту, а вночі охолоджується, стискається і атмосферне повітря надходить у ґрунт; зміна вологості ґрунту під час опадів та зрошення, коли повітря витісняється водою або надходить у ґрунт при використанні вологи коренями та випаровуванні; газообмін на полях, не зайнятих рослинами, внаслідок дії вітру. В реальних умовах поля завжди виявляється комплексна дія цих факторів.

Для поліпшення повітряного режиму ґрунту треба проводити такі заходи: постачати ґрунт достатньою кількістю повітря, узгоджувати зміну вологості ґрунту і повітряного режиму, забезпечувати належний газообмін між ґрунтом та атмосферою; поліпшувати склад приземного шару повітря, регулювати правильне співвідношення в ґрунті між аеробним і анаеробним процесами.

На полях після вирощування рослин спостерігається часткове розпилення та ущільнення ґрунту, що призводить до зменшення його повітроємності і потребує поліпшення аерації. При підвищенні кількості повітря збільшується пористість ґрунту. У добре обробленому дрібногрудочкуватому ґрунті повітрям заповнені навіть некапілярні щілини.

У різних ґрунтово-кліматичних зонах забезпеченість кореневої системи рослин водою та повітрям неоднакова. Так, на Поліссі вона краща, ніж на півдні Степу. Тому в умовах Полісся в ґрунті повинно бути більше некапілярних щілин (понад 50% загальної пористості), а в умовах Степу — менше 50% загальної пористості.

На газообмін у ґрунті впливає також наявність на полі рослинності. На відкритих полях і при відносно рідкому стоянні рослин газообмін посилюється під час дії вітру на верхній шар ґрунту, внаслідок чого повітря в приземному шарі переміщується

краще, особливо на ґрунтах, що мають велику некапілярну пористість. Крім того, рослинність впливає на коливання температури ґрунту, а отже, і на інтенсивність у ньому газообміну.

Для поліпшення повітряного режиму ґрунту особливу увагу звертають на збагачення ґрунту органічними речовинами, потребу у вапнуванні кислих та гіпсуванні солонцюватих ґрунтів, глибину оранки плугами з передплужниками, своєчасність та якість обробітку ґрунту знаряддями, заходи для поглиблення орного шару, правильне використання сівозміни з відповідною системою обробітку ґрунту та застосування добрив, впровадження науково обґрунтованого комплексу заходів для меліорації ґрунтів.

## 24.4. Теплота

За відношенням до теплоти різні рослини мають свої особливості, які треба враховувати при доборі культур для вирощування в окремих зонах землеробства, визначенні строків сівби. Відразу після сівби необхідна певна температура ґрунту для проростання і подальшого розвитку насіння (табл. 63).

Температура ґрунту позитивно впливає на ріст коренів рослин. Більш розвинута коренева система рослин краще використовує

**Таблиця 63**

***Мінімальні температури для проростання насіння і появи сходів різних культур***

Культура	Температура, °C	
	проростання насіння	появи сходів
Пшениця, жито, ячмінь, овес, коношина, люцерна, вика яра, горох, сочевиця, гірчиця, коноплі	0–1	2–3
Буряки, люпин, льон, гречка, кормові боби	3–4	6–7
Картопля, соняшник	5–6	8–9
Кукурудза, просо, соя, могар, суданська трава	8–10	10–11
Сорго, квасоля	10–12	12–13
Рис, арахіс, бавовник	12–14	14–15

вологу та поживні речовини з ґрунту. При значному підвищенні температури інтенсивність дихання рослин зростає, внаслідок чого порушується процес асиміляції і відбувається непродуктивна витрата органічної речовини, в зв'язку з чим наростання маси рослин зменшується.

Встановлено, що не лише низькі температури ґрунту, а й високі (вище певної межі) є несприятливими для розвитку рослин. Найсприятливішим виявилось підвищення температури ґрунту при вирощуванні пшениці до 30°C, жита — до 20, ячменю — до 25°C.

У зв'язку з тим що в ґрунті міститься значна кількість корисних мікроорганізмів, треба знати вплив на них температури навколишнього середовища. Як високі, так і низькі температури мікроорганізми витримують неоднаково. Згубними для них є високі температури, а низькі — тільки призупиняють їх життєдіяльність. Для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів сприятливими є невеликі коливання температури ґрунту. Це характерно для високоокультурених ґрунтів з великим вмістом органічних речовин.

До теплових властивостей ґрунту належить: поглинання теплової енергії, відбиваюча здатність, теплоємність, теплопровідність, температуропровідність, тепловипромінювання. Теплові властивості ґрунту залежать насамперед від співвідношення у ньому води, повітря та твердої частини, а також хімічного та гранулометричного складу, кольору, ступеня затінення тощо. На практиці часто доводиться рахуватися з впливом вологості ґрунту на його теплові характеристики. Водночас температура змінює термічні показники ґрунту протягом усього року на 20%, а пористість — на 50% (у деяких випадках вологість зменшує їх у 10–15 разів).

У землеробстві для поліпшення теплового режиму ґрунту застосовують такі заходи: обробіток, снігонакопичення, снігорозподіл, регулювання танення снігу, різні способи та норми висіву насіння, чергування рослин у сівозміні, застосування системи добрив тощо.

Важливим джерелом теплоти для ґрунту є сонячна радіація. Надходження її у ґрунт змінюється залежно від часу доби та широти, стану атмосфери — її щільності, хмарності, наявності туману, пилу і т.п. Істотним джерелом теплоти в ґрунті є виділення її мікроорганізмами в процесі їх життєдіяльності. Утворення теплоти за цих умов зумовлюється неповним використанням

енергії, окисленням органічних речовин під час різних процесів у клітинах. На внутрішньоклітинні процеси витрачається 15–50% загальної кількості перетвореної мікробами енергії, а решта її надходить у навколишнє середовище у вигляді теплоти. Усі інші джерела теплоти для ґрунту (наприклад, теплота змочування, внутрішня теплота земної кулі, випадання теплої дощу) мають невелике значення.

Надходження теплоти в ґрунт і її витрати забезпечуються багатьма фізичними явищами. Тому до основних критеріїв теплового балансу відносять: радіаційний баланс — суму прямої і розсіяної сонячної радіації, крім відбиваючої радіації та ефективного випромінювання, проникнення теплоти у більш глибокі шари ґрунту та проникнення теплового потоку з глибини до поверхні (теплообмін у ґрунті). Спрямованість цих потоків у ґрунті неоднакова протягом доби і змінюється по сезонах, теплообмін ґрунтової поверхні з повітрям відбувається переважно внаслідок термічної конвекції. Коефіцієнт обміну залежить, зокрема, від стану поверхні ґрунту, напрямку вітру, градієнта температури повітря і землі; теплоти випаровування — витрат теплоти на випаровування або виділення його під час конденсації водяної пари та утворення інею; теплообміну з ґрунтовою поверхнею повітря при горизонтальному переміщенні над ґрунтом. Різниця температур повітря та поверхні ґрунту сприяє його прогріванню або охолодженню.

Найбільші зміни температури повітря протягом доби та за рік відбуваються у верхньому шарі ґрунту. Добові коливання температури у весняно-літній період досягають глибини 70–100 см, але помітно нівелюються уже на глибині понад 20 см. Ці коливання неоднакові у різних зонах та на різних типах ґрунтів. Річні коливання температури залежно від широти і теплопровідності ґрунту можуть досягати глибини 5 і більше метрів. Узимку на глибині 60–100–150 см температура ґрунту залишається вищою, ніж у верхніх його шарах.

Велике значення для озимих культур має промерзання і розмерзання ґрунту. Глибина промерзання ґрунту залежить від багатьох причин і насамперед від товщини снігового покриву, сили та тривалості морозів. На півдні ґрунти промерзають на глибину 10–15 см, на півночі — 30–80–100 см. Занадто глибоке промерзання ґрунту негативно впливає на розвиток культурних рослин.

Умови, які сприяють накопиченню і збереженню води в ґрунті, одночасно є умовами задовільного повітряного і теплового режимів. Структурні ґрунти, достатньо пухкі, характеризуються доброю аерацією, менше нагріваються при високих температурах, а при низьких — повільніше охолоджуються, мають добру вологоємкість, водопроникність і повітроємкість. Висока вологість ґрунту та добра аерація створюють помірний його тепловий режим.

Із підвищенням температури зменшується поверхневий натяг води і поліпшується її капілярний рух. Висушування ґрунту збільшує коагуляцію колоїдів і поліпшує його агрегатний стан. Зміна температури збільшує (під час охолодження) або зменшує (під час нагрівання) розчинність вуглекислого газу і кисню в ґрунтовій воді, змінюючи таким чином повітряний режим. При промерзанні ґрунту вода в ньому розподіляється і піднімається до верхніх шарів. Тому водний, повітряний, тепловий і поживний режими тісно пов'язані між собою і на високоокультурених ґрунтах з добрими фізичними властивостями відповідають вимогам сільськогосподарських культур.

Надходження сонячної енергії до поверхні ґрунту регулювати досить важко. Проте можна змінювати розподіл теплоти в ґрунті. Збільшуючи або зменшуючи температуру верхніх шарів ґрунту, можна регулювати тепловий режим інших його шарів. Зміна температури ґрунту в бажаному напрямі досягається регулюванням водного і повітряного режимів, а також збагаченням його органічними речовинами та підтриманням у певному фізичному стані. Доступним для виробництва заходом з регулювання теплового режиму ґрунту є снігозатримування. Озимі культури добре зимують при неглибокому промерзанні ґрунту і температурі не нижче  $-10...12^{\circ}\text{C}$  і не вище  $-5^{\circ}\text{C}$ . Оптимальна глибина снігового покриву на півдні 20 см, а на півночі до 70 см. За допомогою снігозатримування відбувається накопичення снігу і рівномірний його розподіл на поверхні поля. Прискорюючи (затемнення) або уповільнюючи (ущільнення) танення снігу, можна регулювати температурний режим ґрунту та забезпечувати накопичення в ньому води.

Полезахисне лісонасадження поліпшує тепловий режим ґрунту, сприяє накопиченню снігу і рівномірному розподілу його на

полях, послаблює взимку дію холодних, а влітку гарячих вітрів та суховіїв. Для підвищення температури ґрунту проводять його мульчування, а для більш швидкого прогрівання в умовах достатнього та надлишкового зволоження здійснюють гребеневі та грядкові посіви. Для кращого прогрівання гребенів їх формують у напрямі із сходу на захід. Крім того, для поліпшення температурного режиму холодні вологі ґрунти треба осушувати.

### **Контрольні запитання**

1. Фактори, необхідні для життя рослин. Космічні та земні фактори життя.
2. Основні закони землеробства. Використання законів землеробства в умовах виробництва.
3. Значення води в житті рослин. Форми та категорії ґрунтової води, її доступність для рослин та переміщення в ґрунті.
4. Випаровування води з ґрунту. Шляхи регулювання водного режиму в різних ґрунтово-кліматичних зонах України.
5. Роль світла в житті рослин та ґрунту.
6. Використання рослинами сонячної енергії. Шляхи регулювання світлового режиму в посівах сільськогосподарських культур.
7. Значення атмосферного та ґрунтового повітря в житті рослин та мікроорганізмів.
8. Аерація ґрунту.
9. Повітропроникність та повітроємність ґрунту.
10. Заходи для регулювання повітряного режиму ґрунту та циркуляції повітря у посівах сільськогосподарських культур.
11. Роль теплоти в житті рослин та мікроорганізмів.
12. Механізми надходження та витрати теплоти ґрунтом.
13. Теплоємність та теплопровідність ґрунту. Тепловий режим ґрунту та способи його регулювання.

## **25. БУР'ЯНИ І ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ. ШКОДА ВІД БУР'ЯНІВ**

Бур'яни — це рослини, які засмічують сільськогосподарські угіддя, завдають шкоди сільськогосподарським культурам, знижуючи їх урожай та погіршуючи якість. Рослини, що належать до культурних видів, але їх не вирощують на даному полі, відносять до засмічувачів.

Дикоросла флора України нараховує понад 3500 видів, з них близько 700 видів зустрічаються як бур'яни. Вони засмічують озимі, ярі, просапні, однорічні й різні багаторічні культури, сади, городи, виноградники, луки, пасовища тощо. Деякі види бур'янів у великій кількості поширені у смугах відчуження залізниць і шосейних шляхів, на межах, польових станах, токах, пустирях, вигонах, поблизу жител.

На засмічених посівах сільськогосподарських культур урожай зменшується на 25–30 і більше процентів. Це пояснюється тим, що бур'яни погіршують умови життя культурних рослин, а деякі їх види є паразитами. Зокрема, негативний вплив бур'янів на величину врожаю полягає в тому, що вони знижують родючість ґрунту, використовуючи воду та елементи живлення. Так, буркун жовтий в 1,5, а пирій повзучий у 2,5 раза більше використовують води з ґрунту, ніж озима пшениця, а лобода звичайна — у 2 рази більше, ніж ячмінь та кукурудза. Осот рожевий виносить з ґрунту азоту й фосфору в 1,5, а калію — в 4 рази більше, ніж колосові зернові культури. Зумовлюється це тим, що більшість бур'янів мають добре розвинену кореневу систему, що глибоко проникає в ґрунт. Наприклад, корені осоту рожевого у перший рік життя можуть досягти глибини 3,5 м, у другий — 5,8, у третій — понад 7 м. Корені буркуну іноді проникають у ґрунт на глибину до 6 м.

Інтенсивний розвиток вегетативних органів бур'янів, що випереджають у рості культурні рослини, призводить до затінення останніх. Це спричинює зниження інтенсивності фотосинтезу, ослаблення стебел внаслідок етіоляції та вилягання посівів, у зв'язку з чим значно зменшується якість продукції та збільшуються втрати під час збирання полеглих хлібів. Поряд з цим за-

тінення рослин призводить до зниження температури поверхні ґрунту на 2–4°C, що негативно впливає на активність мікроорганізмів у ґрунті, призводить до погіршення умов живлення та подовження вегетації рослин. Особливо терплять на перших етапах росту рослини, що повільно розвиваються — льон, кукурудза, картопля, цукрові буряки та ін.

Зміна інтенсивності фотосинтезу та погіршення умов кореневого живлення рослин призводять до зниження якості врожаю, наприклад до зменшення вмісту протеїну у зерні пшениці на 1–2%, наявність насіння бур'янів у продукції помітно знижує її харчові та смакові якості. Так, наявність у борошні незначної кількості розмеленого насіння таких бур'янів, як куколю, пажитниці п'янкої, блекоти, гірчаку рожевого, перетворює його на продукт, непридатний для вживання людиною і тваринами внаслідок вмісту шкідливих сполук. Домішки полину гіркого надають зерну, крупі і борошну гіркого смаку. Жовтець їдкий, хвощ польовий, гірчак рожевий та інші отруйні рослини знижують якість сіна, продуктивність пасовищ і можуть спричинити отруєння тварин.

Засміченість посівів утруднює збирання врожаю, збільшує витрати пального, зумовлює поломку збиральної техніки. Домішки зелених часточок бур'янів у зерні підвищують його вологість, утруднюють очищення, внаслідок чого зростають витрати, знижується продуктивність праці. Крім того, вартість обробітку ґрунту збільшується за рахунок проведення додаткових заходів та підвищення опору ґрунту знаряддям обробітку. Встановлено, що на оранку 1 га дуже засміченого ґрунту витрачається близько 30 л пального, а на оранку малозасміченого — лише 15–18 л.

Бур'яни, крім шкідливого впливу на величину та якість урожаю, є джерелом розмноження багатьох хвороб та шкідників сільськогосподарських культур. Так, берізка польова сприяє розмноженню лугового метелика та озимої совки, які відкладають яйця на її листках, пирій повзучий — передавач іржі, вівсюг — сажки вівса, паслін гіркий — раку картоплі тощо. Полин гіркий та амброзія полинолиста навіть у незначних кількостях можуть зумовити алергічні захворювання у людей.

В умовах інтенсивного землеробства особливо гостро стоїть питання захисту посівів від бур'янів, оскільки заходи інтенсифікації зводяться до мінімуму і не дають запрограмованих результатів.

## 25.1. Біологічні особливості бур'янів

Біологічні особливості бур'янів дуже різноманітні, і це дає їм змогу рости на полях, незважаючи на заходи боротьби, які там проводять. Висока плодючість є однією з особливостей багатьох бур'янів. За даними О. І. Мальцева, О. В. Фісюнова та інших авторів, одна рослина деяких бур'янів дає десятки і навіть сотні тисяч насінин. Так, одна рослина амброзії полинолистої може дати близько 5 тис. насінин, осоту польового — 35, грициків — 70, вовчака і лободи білої — 100, щиріці звичайної — 500, сухоребрика — 700 і більше тисяч насінин. Висока плодючість бур'янів доповнюється високою пристосованістю їх до поширення насіння на значні відстані від материнської рослини. Коробочки куколю, блекоти, фіалки польової при дозріванні розтріскуються, а насіння висипається на певну відстань від материнської рослини. У вівсюга звичайного остюки від зміни вологості повітря скручуються, внаслідок чого зернівки переміщуються на поверхні ґрунту та заглиблюються у нього. Кульбаба, осот та інші бур'яни мають насіння з летючками, які сприяють рознесенню їх вітром. Іноді вітер переносить цілі рослини, наприклад перекотиполе, а разом з ними і достигле насіння. Лопух та череда звичайна мають на насінні гачечки, за допомогою яких воно прикріплюється до тварин, людей тощо. Насіння бур'янів переносять також птахи, наприклад пасльону чорного, омели.

В умовах зрошуваного землеробства, а також під час дощів велика кількість насіння бур'янів та їх плодів розноситься водою. Дуже часто причиною засмічення ґрунту насінням бур'янів є використання свіжого гною. Насіння багатьох бур'янів (щиріці, лободи, щавлю горобинного тощо) не втрачає схожості навіть після проходження через травний канал тварин. Крім насіння, значна частина багаторічних бур'янів розмножується вегетативними органами. За даними О. І. Мальцева, на 1 га поля, забур'яненого пирієм повзучим, може бути до 28 т кореневищ загальною довжиною 4950 км з 260 млн бруньок, кожна з яких здатна дати нове стебло. Осот жовтий на 1 га утворює 10 т коріння довжиною до 800 км з 160–170 млн бруньок на ньому. Однією з біологічних особливостей бур'янів є тривалий неодночасний і розтягнутий період проростання насіння, тоді як період проростання насіння

культурних рослин після сівби триває 5–15 днів. Так, насіння буркуну білого зберігає схожість протягом 75 років, талабану польового — 30, дурману і пасльону — 40, мишію сизого та плоскухи звичайної — 5–7 років.

Насіння бур'янів здатне проростати лише з певної глибини ґрунту. Наприклад, насіння вівсюга проростає навіть при загортанні його у ґрунт на глибину 25–30 см, тоді як насіння повитиці конюшинної не проростає з глибини понад 4 см, а зернівка метлюга звичайного погано проростає вже з шару ґрунту 1–3 см. При збільшенні глибини залягання насіння сходи бур'янів з'являються пізніше. Так, сходи мишію сизого з глибини 1 см з'являються на 8-й, а з 12 см — на 17-й день. Цю біологічну особливість бур'янів треба враховувати при визначенні глибини післяжнивного, поверхневого та основного обробітку ґрунту.

## **25.2. Класифікація бур'янів**

У зв'язку з великою кількістю бур'янів (понад 1500 видів) їх згруповано за найважливішими ознаками. Згідно з ботанічною класифікацією бур'яни поділяються на класи, порядки, родини, види та підвиди. Поділ на класи одно- і двосім'ядольних рослин, виділення окремих родин рослин має певне значення для системи захисту посівів проти бур'янів, в тому числі й під час застосування гербіцидів. Проте у практиці сільськогосподарського виробництва користуються класифікацією, за якою рослини поділяють на групи залежно від місця проростання, характеру живлення, тривалості життя, відношення до температури та способу розмноження.

За місцем росту бур'яни відносять до посівних (сеgetальних) і смітникових (рудеральних). Посівні бур'яни ростуть на полях, городах, луках, пасовищах, у садах, а смітникові — поблизу жител, тваринницьких приміщень, на узбіччях доріг, пустирях тощо. Багато бур'янів пристосувалися до життя і способів вирощування певних культур, залишившись типовими і специфічними їх засмічувачами. Так, специфічним засмічувачем льону є пажитниця польова та кукіль льоновий, проса — мишій сизий і зелений, плоскуха звичайна, озимих — метлюг звичайний, бромус

житній і бромус польовий, підмаренник чіпкий, сокирки польові та ін.

За характером живлення бур'яни поділяють на три групи. Незелені рослини — паразити, зелені рослини — напівпаразити, зелені рослини — непаразити (рис. 26).

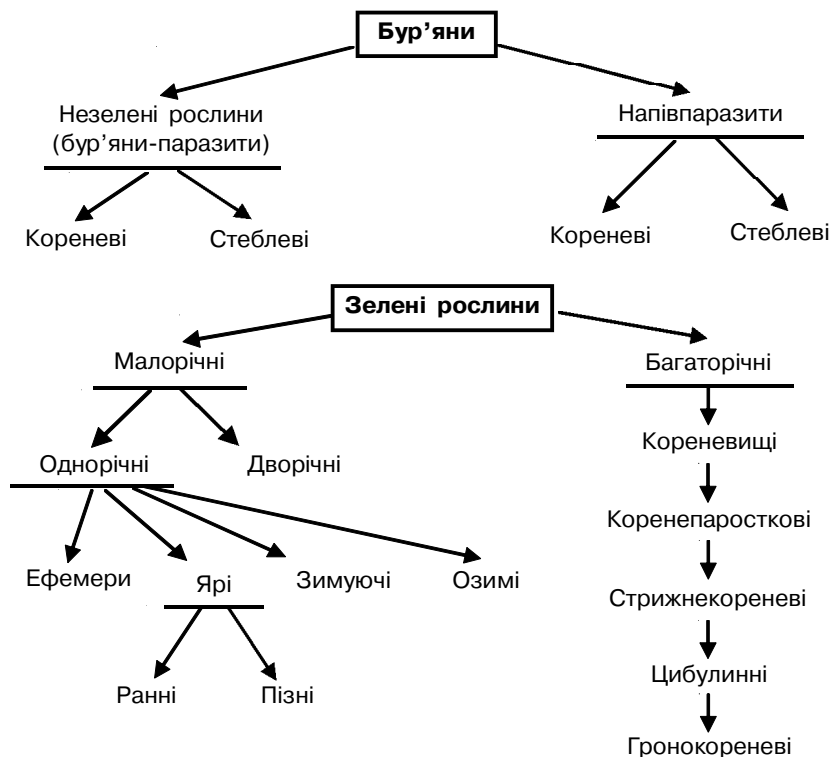


Рис. 26.

*Рослини-паразити* (незелені рослини) — нездатні до самостійного синтезу органічних речовин, оскільки не мають хлорофілу. Вони не мають також коренів, а використовують поживні речовини рослин-живителів. Бур'яни-паразити за місцем паразитування на рослинах поділяють на стеблові (повитиці) та кореневі (вовчки) (рис. 27).

*Рослини-напівпаразити* (дзвінець безкрилий, перестріч польовий, кравник пізній, омела біла) прирастають до коріння або

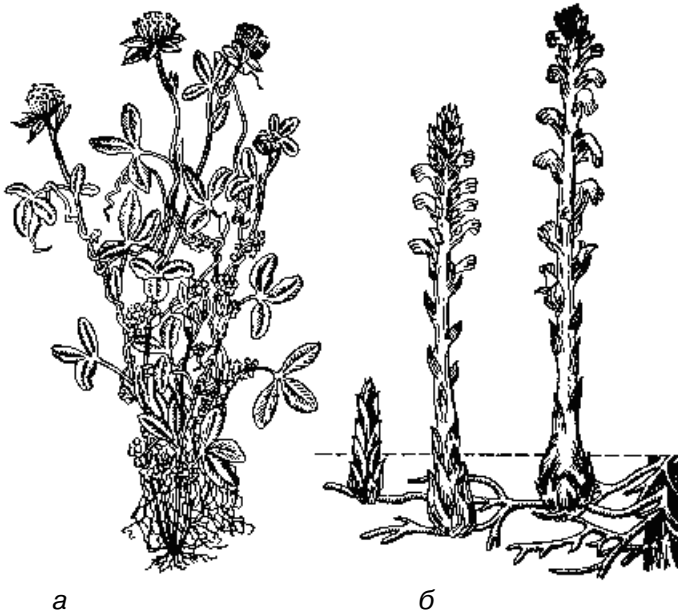


Рис. 27. Бур'яни-паразити:  
а — повитиця конюшинна; б — вовчок соняшниковий

стебел інших рослин та використовують їх поживні речовини, проте у них є зелене листя, вони засвоюють вуглекислий газ із повітря.

*Зелені рослини-непаразити* — це найчисленніша група бур'янів. Вони мають хлорофіл, зелене листя, у них відбуваються процеси асиміляції, коренева система використовує поживні речовини і воду з ґрунту.

За тривалістю періоду життя бур'яни поділяють на малорічні та багаторічні. Малорічні бур'яни в свою чергу поділяють на ефемери, однорічні і дворічні, а однорічні — на ярі, зимуючі й озимі.

Багаторічні бур'яни залежно від способу вегетативного розмноження бувають кореневищними, коренепаростковими, стрижнекореновими, цибулинними, повзучими та ін.

У малорічних бур'янів повний цикл розвитку триває один-два роки. Розмножуються вони тільки насінням, яке протягом життя утворюють один раз і після цього відмирають. До групи малорічних бур'янів належать ярі, зимуючі, озимі та дворічні бур'яни.

Малорічні бур'яни з дуже коротким періодом вегетації, які здатні за сезон дати 2–3 покоління, називаються ефемерами. До них належить, наприклад, мокрець, або зірочник середній, що росте на городах, у садах, зріджених посівах та на зволжених ґрунтах. Одна рослина мокрецю може дати до 25 тис. насінин, які зберігають життєздатність у ґрунті до 30 років.

*Ярі бур'яни* (рис. 28) за часом проростання насіння поділяють на ранні та пізні. Якщо сходи їх з'являються восени, вони гинуть після перших заморозків. До ранніх ярих бур'янів належить вівсюг звичайний, лобода біла, гречка розлога та татарська, редька дика, підмаренник чіпкий тощо.

*Ярі пізні бур'яни* є рослинами короткого дня. Насіння їх проростає при підвищеній температурі (6–8°C і вище), а сходи з'являються наприкінці весни або на початку літа. Особливо ярі пізні бур'яни засмічують просапні та овочеві культури. До них належать мишій сизий, плоскуха звичайна, або куряче просо, щиріця звичайна, курай, амброзія полинолиста, паслін колючий.

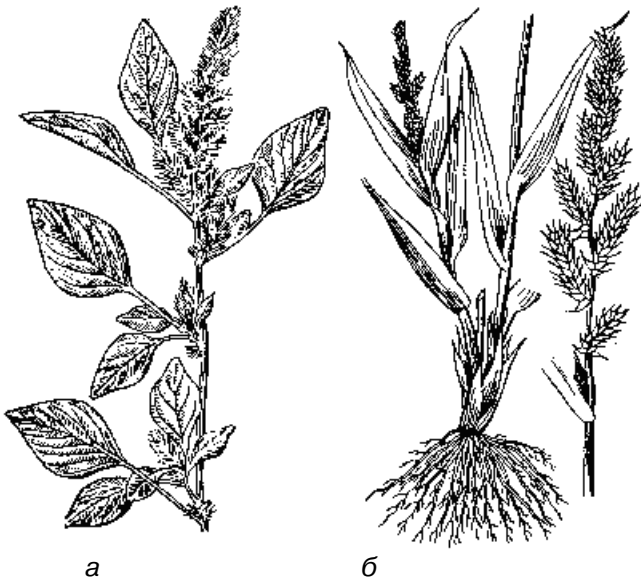


Рис. 28. Ярі бур'яни:  
а — щиріця звичайна; б — плоскуха звичайна

*Зимуючі бур'яни* — це рослини, для яких умови перезимівлі значення не мають. Якщо сходи зимуючих бур'янів з'являються восени, то вони перезимовують і продовжують розвиток навесні; якщо насіння зимуючих бур'янів проросло навесні, то такі бур'яни розвиваються як ярі. До цих бур'янів відносять волошку синю, сокирки польові, триреберник непахучий, ярутку польову та ін.

*Озимі бур'яни* для свого розвитку потребують подовженого періоду з поступовим зниженням температури. Тому для них перезимівля є обов'язковою. Якщо сходи з'являються навесні, то плодоносні стебла не утворюються. Озимі бур'яни часто зустрічаються у посівах озимої пшениці та жита й обсіменяються, як правило, під час збирання їх урожаю. До таких бур'янів належать бромус житній, метлюг звичайний, горошок волохатий.

*Дворічні бур'яни* живуть два роки, розмножуються лише насінням, що утворюється на другий рік. Сходи з'являються навесні, протягом першого року розвивається коренева система та утворюється прикоренева розетка листя, і лише на другий рік — квітконосні пагони і насіння. До цієї біологічної групи належать буркун білий і жовтий, будяк пониклий, блекота чорна, морква дика, болиголов плямистий тощо.

*Багаторічні бур'яни.* Це численна група бур'янів, які розмножуються як насінням, так і вегетативними органами (кореневищами, кореневими паростками, відрізками стебел, корінням, вусами) (рис. 29). За способом вегетативного розмноження їх поділяють на кореневищні, коренепаросткові, стрижнекореневі, цибулинні, повзучі, гронокореневі та ін.

До кореневищних бур'янів належить пирій повзучий, хвощ польовий, гостриця, свинорий, гумай та ін.

Коренепаросткові бур'яни, як і кореневищні, розмножуються насінням та кореневими паростками, що розвиваються з бруньок, які є на корінні. Головними, найпоширенішими і дуже шкідливими з цієї групи бур'янів є осот рожевий та осот жовтий, гірчак рожевий, березка польова, щавель горобиний, або малий, льонок звичайний, молочай тощо.

У стрижнекореневих бур'янів бруньки утворюються в кореневій шийці (полин звичайний, кульбаба лікарська, петрові батони), і з одного кореня в наступному році виростає кілька рослин.

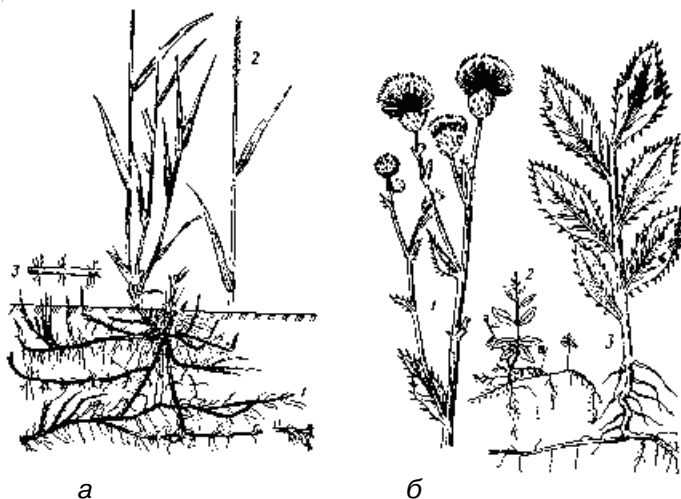


Рис. 29. Багаторічні бур'яни:

*а* — пирій повзучий; *б* — осот рожевий польовий; 1, 3 — верхня і нижня частини рослин; 2 — частина кореня з молодими паростками

Цибулинні розмножуються цибулинами, що залишаються в ґрунті після відмирання надземної частини рослини, наприклад цибуля виноградна.

Повзучі розмножуються надземними стеблами, які стеляться по землі, утворюючи коріння та розетки листя. Після вкорінення стебла зв'язок з материнською рослиною втрачається і молоді рослини ростуть самостійно. Це жовтець повзучий, гусячі лапки.

**Карантинні бур'яни.** Бур'яни, до яких відносять окремі рослини з різних біологічних груп, що не дуже поширені, однак завдають великої шкоди сільському господарству, називають карантинними. Щоб запобігти поширенню і повністю ліквідувати їх, здійснюють спеціальні заходи, в тому числі й адміністративні. Наприклад, заборонено висівати насіння культур, засмічене карантинними бур'янами, а також вивозити грубі корми з районів, де вони поширені. Розрізняють бур'яни внутрішнього (вони є на території України) і зовнішнього (їх немає на території України, але вони можуть бути завезені з-за кордону) карантину.

До бур'янів внутрішнього карантину належить амброзія багаторічна, трироздільна і полинолиста, паслін колючий, каролінський

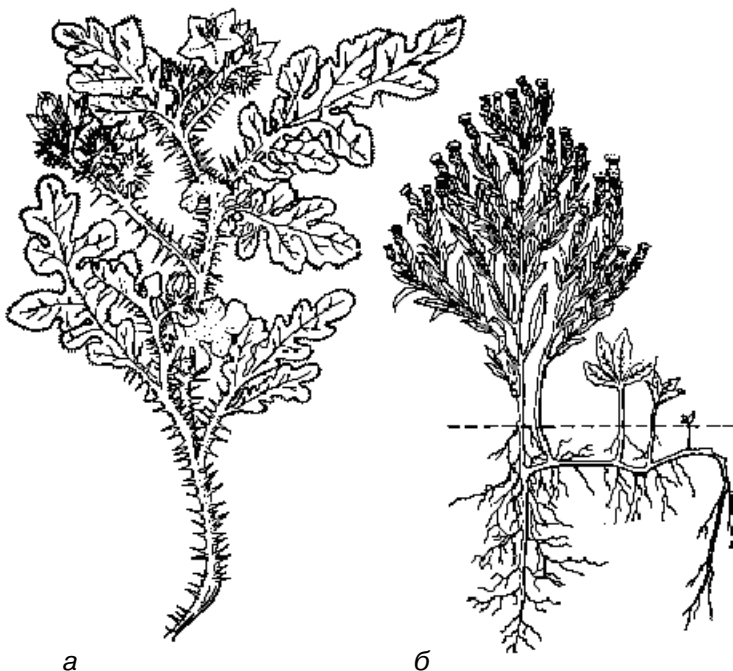


Рис. 30. Карантинні бур'яни:  
а — паслін колючий; б — гірчак рожевий

і триквітковий, гірчак рожевий (рис. 30). Бур'яни зовнішнього карантину — це амброзія приморська, бузинник пазушний, усі види стриги, деякі види дикого соняшнику.

### 25.3. Заходи боротьби з бур'янами

Засмічення ґрунту та посівів насінням бур'янів відбувається переважно при внесенні неправильно заготовлених органічних добрив, використанні для сівби некондиційного насіння, внаслідок порушень технологій у системах обробітку ґрунту тощо.

Для розробки та успішного застосування науково обґрунтованих комплексних заходів боротьби з бур'янами треба щорічно проводити облік засміченості сільськогосподарських угідь. За його показниками складають карту засміченості полів, де крім

Таблиця 64

**Оцінка засміченості посівів, бали**

<b>Наявність бур'янів</b>	<b>Бал</b>	<b>Засміченість</b>
Поодинокі бур'яни	1	невелика
Наявність бур'янів залежно від кількості культурних рослин не більше 25%	2	середня
25–50%	3	велика
більше як 50%	4	дуже велика

ступеня засміченості зазначають його характер та переважаючі види й групи бур'янів. На виробництві здебільшого використовують найпростіший окомірний метод обліку видового складу вегетуючих бур'янів та ступінь засміченості посівів за бальною системою, розробленою О. І. Мальцевим (табл. 64).

Обстеження кожного поля сівозміни здійснюють по його діAGONALІ у певний для кожної культури час. Облікові ділянки розміщують на певній відстані одна від одної. Тип забур'яненості кожного поля або його частини визначають при поєднанні різних груп бур'янів або за переважаючою групою: малорічні, кореневищні, коренепаросткові або змішані. Крім окомірного методу обліку засміченості посівів, існують кількісний та кількісно-ваговий методи. Останній найточніший, проте трохи громіздкий, і тому більше застосовується з науковою метою.

Одержані результати наносять на карту полів сівозміни чи окремих земельних ділянок, позначаючи умовними знаками дані про забур'яненість посівів по полях різними біологічними групами бур'янів. Карти забур'яненості посівів використовують для розробки комплексу заходів боротьби з бур'янами.

**Облік засміченості ґрунту насінням бур'янів.** Для визначення засміченості ґрунту насінням бур'янів відбирають ґрунтові проби з певної глибини бурами Шевелєва або Калентьєва в 8–10 місцях поля. Ґрунтові зразки з відповідних глибин відминають на ситах з отворами 0,25 мм. Насіння бур'янів та органічні частини залишаються на ситі, а мінеральні проходять через нього. Залишок на ситі просушують і з нього вибирають насіння, перераховуючи його загальну кількість та по видах на 1 га. Вважають, коли в посівному шарі менше 10 млн шт. насінин бур'янів, засміченість ґрунту слабка, при 10–50 — середня і понад 50 млн — сильна.

Цим методом не можна врахувати насіння, дрібніше 0,25 мм. Це — насіння вовчка соняшникового та гіллястого, а також сушениці болотної, гулявника весняного. Для їх відокремлення і на-самперед для обліку вовчків використовують важкі розчини поташу або хлористого цинку.

**Облік засміченості ґрунту органами вегетативного розмноження.** Органами вегетативного розмноження є цибулини, бульби, кореневища (підземні стебла) та корені коренепаросткових бур'янів з наявними на них бруньками. Цибулини та бульби в ґрунті обліковують у той час, що і насіння бур'янів за раніше визначеним методом.

Для обліку кореневищ та кореневих паростків використовують невеликі пробні ділянки, на яких викопують підземні органи розмноження. Після відокремлення від ґрунтової маси підраховують їх довжину, масу та кількість наявних бруньок. Ці дані перераховують на 1 га. Одержані дані наносять на карту забур'яненості полів сівозмін.

Боротьба з бур'янами означає знищення їх або зниження їх шкідливої дії різними способами. Велике значення у боротьбі з бур'янами мають своєчасність та висока якість виконання всіх сільськогосподарських робіт, повне дотримання встановленого чергування культур у сівозмінах, проведення науково обґрунтованого комплексу запобіжних та винищувальних заходів.

Усі заходи боротьби з бур'янами поділяються на запобіжні та винищувальні. Запобіжні заходи мають бути спрямовані на усунення джерел і шляхів розповсюдження бур'янів, а винищувальні — на знищення бур'янів механічними, фізичними, біологічними та хімічними методами.

Науково обґрунтоване застосування методів боротьби з бур'янами в певних умовах, спрямоване на зменшення кількості їх до рівня економічного порогу шкідливості, називається *інтегрованою системою боротьби з бур'янами*. Економічним порогом шкідливості є мінімальна кількість бур'янів, знищення яких забезпечує одержання приросту врожаю, який окуповує витрати на винищувальні заходи та збирання додаткової продукції. Велике значення при виборі строків і заходів боротьби з бур'янами має визначення критичного порогу шкідливості, тобто найменшої кількості бур'янів, за якою встановлюють статистичне зниження врожаю культури або її якості.

Основою інтегрованої системи заходів боротьби з бур'янами є правильне використання біологічних особливостей культурних рослин і бур'янів, на які впливають відповідними заходами агротехніки та виконанням комплексу запобіжних заходів.

**Запобіжні заходи** боротьби з бур'янами передбачають проведення таких робіт: очищення посівного матеріалу від насіння бур'янів і використання для сівби кондиційного насіння I або II класу; правильне зберігання та використання напівперепрілого та перепрілого гною, згодовування тваринам тільки в розмеленому або в запареному вигляді кормів, якщо в них міститься велика кількість насіння бур'янів; обкошування доріг, меж, ползахисних смуг, меліоративних каналів до або під час цвітіння бур'янів; дотримування оптимальних строків і способів сівби та норм висіву насіння; очищення поливної води від насіння бур'янів у системі зрошувальних каналів; суворе дотримання правил карантину; своєчасне та якісне збирання врожаю з герметизацією сепаруючих органів збиральних машин для запобігання розсіванню насіння бур'янів; впровадження прогресивних способів збирання зернових культур з вивезенням з полів усієї біологічної маси врожаю.

До запобіжних заходів боротьби з бур'янами належать обробіток ґрунту, зокрема лушення стерні, боронування, зяблевий, передпосівний обробіток та обробіток парів.

**Винищувальні заходи.** Механічні заходи боротьби з бур'янами передбачають пряме знищення бур'янів, що ростуть на полях. До них насамперед відносять раціональний механічний обробіток ґрунту та його прополювання.

Після обробітку ґрунту наявне в ньому насіння бур'янів проростає, а потім їх сходи знищують. Так, післяжнивне лушення стерні, проведене після або вслід за збиранням зернових, сприяє (за належних умов) масовому проростанню насіння бур'янів, сходи яких знищують під час наступного обробітку ґрунту. Велике значення для знищення бур'янів має паровий обробіток ґрунту з пошаровим очищенням його від насіння бур'янів та їх вегетативних органів. Раннє весняне боронування зябу та передпосівна культивация також сприяють зменшенню засміченості полів.

Під час боротьби з кореневищними бур'янами ефективна система парового або напівпарового обробітку ґрунту. Після

збирання культури ґрунт обробляють дисковими знаряддями на глибину 10–12 см, тобто на глибину розміщення основної маси кореневищ. На подрібнених кореневищах з бруньок утворюються проростки. При появі масових сходів пирію (шилець) ґрунт глибоко орють плугом з передплужником. У ґрунті проростки бур'яну, позбавлені світла та доступу кисню, задихаються і гинуть. Цей спосіб знищення пирію називається способом удушення. Існують й інші способи знищення кореневищ багаторічних бур'янів (вичісування, висушування та виморожування), проте вони малоефективні і мають багато недоліків.

Коренепаросткові бур'яни найбільш ефективно знищувати, систематично підрізуючи їх кореневу систему в міру появи сходів у вигляді розеток листя. Такі заходи можна здійснювати при застосуванні систем парового (особливо на чистих парах) та зяблевого обробітку ґрунту. Тому на полі після збирання врожаю в разі засміченості його коренепаростковими бур'янами проводять 2–3 лущення стерні, збільшуючи щоразу глибину підрізання кореневих пагонів робочими органами знарядь, після чого поле глибоко переорюють. Багаторазове підрізання березки польової або осоту рожевого з наступною оранкою на глибину 28–30 см приводить майже до повної загибелі життєздатних бруньок цих бур'янів. Цей спосіб боротьби з коренепаростковими бур'янами називається способом виснаження, тобто відбувається виснаження запасів пластичних речовин у відрізках коренів не без поповнення їх внаслідок асиміляції. Тому при застосуванні цього методу, дуже важливим є своєчасність наступного поверхневого обробітку ґрунту з підрізанням проростків бур'янів.

Спосіб виснаження можна застосовувати і в посівах просапних культур під час міжрядних розпушувань на різну глибину підрізними робочими органами культиваторів, а також у системах передпосівного обробітку ґрунту під ранні та пізні ярі культури.

Для знищення ярих, зимуючих та озимих бур'янів найефективнішою є система парового обробітку, особливо на чистих парах з пошаровим обробітком ґрунту, де кожне наступне розпушування проводять на 1–2 см мілкіше, ніж попереднє. Для знищення цієї групи бур'янів ефективними є також системи зяблевого раннього обробітку, післяпосівного обробітку просапних та передпосівного обробітку під ранні та пізні ярі культури.

Ефективність механічних заходів під час знищення бур'янів підвищується тоді, коли їх застосовують при появі сходів. Це особливо характерно для таких заходів поверхневого обробітку ґрунту, як боронування, що ефективно під час післяпосівного догляду за посівами кукурудзи, картоплі, проса та інших культур, а також при ранньовесняному боронуванні посівів озимих культур.

**Біологічні способи боротьби з бур'янами.** Найбільше значення серед біологічних способів боротьби з бур'янами має застосування в сівозмінах науково обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур.

Оскільки більшість бур'янів пристосувалася до способів вирощування культурних рослин і вони стали характерними для деяких з них, чергування культур у полях сівозміни значно зменшує забур'яненість посівів. Проте є бур'яни, які дуже чутливі до окремих факторів життя. Так, пирій повзучий дуже чутливий до нестачі світла. І тому на піщаних ґрунтах Полісся одним з ефективних способів його знищення є повторні посіви жита, яке добре затінює пирій. На більш зв'язних ґрунтах чергування посівів жита та гречки з викосумішкою дає змогу протягом 2–3 років очистити поле від пирію. Чергування посівів озимих культур з чистим паром сприяє очищенню поля від злісного бур'яну — гірчаку рожевого, поширеного у південних районах України.

Для боротьби з бур'янами використовують також комах і гриби. Так, для боротьби з вовчком розводять мушку фітомізу, яка відкладає яйця у квітки бур'яну-паразита, знищуючи його насінну продуктивність. Для знищення амброзії полинолисткої почали використовувати каліфорнійську совку, яка живиться тільки листками цієї рослини і протягом вегетаційного періоду дає 3–4 покоління. Обприскування рослин повитиць спорами гриба альтернарії приводить до їх відмирання.

В останні роки для боротьби з бур'янами почали застосовувати патогенні гриби, концентрати яких називаються біологічними гербіцидами.

**Хімічні заходи боротьби з бур'янами.** У системі заходів боротьби з бур'янами широко застосовують хімічні способи знищення бур'янів, їх здійснюють за допомогою хімічних речовин або гербіцидів (від лат. *herba* — трава, *ceadere* — убивати).

За характером дії на рослини гербіциди поділяють на дві групи: вибіркової та суцільної дії. Гербіциди вибіркової дії знищують бур'яни і не пошкоджують культурні рослини. До них належить більшість препаратів, які використовують на посівах сільсько-господарських культур. Гербіциди суцільної дії знищують усю рослинність, тому їх застосовують на ділянках несільськогосподарського використання у післязбиральний період проти багаторічних бур'янів, на чистих парах тощо.

Проте такий поділ гербіцидів умовний. Гербіциди першої групи виявляють свою вибіркковість при дотриманні оптимальних доз, способів та строків їх застосування. При підвищених дозах вони можуть бути використані як препарати суцільної дії. Залежно від характеру дії на рослину гербіциди вибіркової та суцільної дії поділяють на дві групи: системні (що переміщуються) та контактної дії.

Гербіциди системної дії (органічні), потрапляючи на листки або корені, переміщуються по судинно-провідній системі рослин і взаємодіють з продуктами обміну та порушують загальний хід фізіолого-біохімічних процесів, призводячи до патологічних явищ та загибелі рослин. До таких гербіцидів належать препарати 2,4-Д, 2М-4ХМ, 2М-4ХП та ін.

Залежно від ботанічних класів рослин гербіциди поділяють на дві групи: протидвосім'ядольні та протизлакові (табл. 65). Препарати першої групи, наприклад 2,4-Д, 2М-4Х, застосовують для знищення широколистяних двосім'ядольних бур'янів у посівах односім'ядольних (злакових) культур. Протизлакові гербіциди, наприклад ТХА, далапон, використовують у посівах широколистяних культур — соняшнику, картоплі, буряків — для знищення переважно односім'ядольних бур'янів.

Гербіциди контактної дії, як правило, по судинно-провідній системі рослин не переміщуються, а пошкоджують тільки ті її органи та тканини, на які потрапили. До цієї групи гербіцидів входять реглан, нітрофен тощо. Системні гербіциди проникають в органи рослин і по судинах кореня і стебла надходять до точок росту, внаслідок чого спричиняють фізіологічні та біохімічні зміни (порушують дихання, обмін речовин, живлення), призводять до загибелі їх.

Залежно від способів застосування виділяють ґрунтові гербіциди, які вносять у ґрунт, та гербіциди, що діють на вегетуючі органи рослин.

Таблиця 65

**Гербіциди в посівах сільськогосподарських культур**

Гербіцид	Норма гербіциду, кг/га або л/га*	Період застосування гербіциду	Група бур'янів, які знищуються
<i>Зернові колосові</i>			
Агрітокс	1,0–1,5	Фаза кущення	Однорічні двосімядольні
Базагран	2,0–4,0	Фаза кущення	Однорічні двосімядольні
Гроділ	0,02–0,05	Фаза кущення	Однорічні двосімядольні
Пума супер	1,0–1,1	Фаза кущення	Однорічні злакові
Хармоні	0,03–0,07	Фаза кущення	Однорічні двосімядольні
2,4-Амінна сіль	0,7–1,2	Фаза кущення	Однорічні двосімядольні
<i>Кукурудза</i>			
Раундап	2,0–4,0	За 2 тижні до сівби	Однорічні і багаторічні двосім'ядольні
Аценіт	3,0–5,0	До сходів	Однорічні злакові
Базагран	2,0–4,0	Фаза 3–5 листків	Однорічні дводольні
Бюктрил-Д	1,5–1,7	Фаза 3–5 листків	Однорічні дводольні
2,4-Д-Амінна сіль	0,9–1,7	Фаза 3–5 листків	Однорічні дводольні
Діален	1,9–3,0	Фаза 3–5 листків	Однорічні дводольні
Дуал	1,6–2,1	До сівби з загортанням в ґрунт	Однорічні злакові
Ерадikan	4,5–8,0	До сівби з загортанням в ґрунт	Багаторічні та однорічні злакові
Пріме́кстра	4,0–5,0	До сівби з загортанням в ґрунт	Однорічні і багаторічні дводольні
<i>Зернобобові культури</i>			
Прометрин	1,5–2,5	Після сівби до появи сходів	Одно- та двосім'ядольні однорічні, двосім'ядольні
Базагран	1,5–3,0	У фазі 3–5 листочків	Однорічні дводольні
Набу	1,5–2,0	У фазі 2–4 листочків	Однорічні злакові
Півот	0,5–1,0	У фазі 2–4 листочків	Однорічні одно- і дводольні

**Продовження табл. 65**

<b>Гербицид</b>	<b>Норма гербициду, кг/га або л/га*</b>	<b>Період застосування гербициду</b>	<b>Група бур'янів, які знищуються</b>
Поаст	1,5–2,0	У фазі 2–4 листочків	Однорічні злакові
Трофі	1,5–2,0	До сівби	Однорічні злакові
<i>Цукрові буряки</i>			
Фюзилат супер	1,0–1,5	У фазі 2–4 листочків	Однорічні злакові
Бетанал прогрес	1,5–2,5	У фазі 2–4 листочків	Однорічні дводольні
Дуал	1,6–2,6	До сходів	Однорічні злакові
Ерадікан	3,0–5,0	До сівби	Багаторічні і однорічні злакові
Зелек супер	0,3–0,5	У фазі 2–6 листочків	Однорічні злакові
Набу	1,0–3,0	У фазі 2–6 листочків	Однорічні злакові
Пірамін	4,0–8,0	До сівби	Однорічні злакові
Тарга	1,0–2,0	2–3 листочки	Однорічні злакові
ТХА	20–30	Восени по ранньому зябу	Багаторічні і однорічні однодольні
Фюзилад	0,7–0,8	У фазі 3–4 листочків	Одно- та багаторічні злакові
Лонтрел	2,0–3,0	У фазі 1–2 справжніх листочків	Двосім'ядольні
ТХА + пірамін	6–7 + 3–3,5	У фазі 1–2 пар листочків	Одно- та двосім'ядольні
Ацетлур	8–12	Під час сівби або до появи сходів	Одно- та двосім'ядольні
ТХА + ленацил	6–7 + 0,8–1,2	У фазі 1–2 пар листочків	Одно- та двосім'ядольні
<i>Льон-довгунець</i>			
Аргітокс	0,7–1,2	У фазі «ялинки»	Однорічні дводольні
Базагран	2,5–3,0	У фазі «ялинки»	Однорічні дводольні
2М-4Х	0,5–0,75	У фазі «ялинки»	Однорічні дводольні
Дуал	1,0–2,1	До сівби	Однорічні злакові
Зелек супер	1,0–1,25	У фазі «ялинки»	Багаторічні і однорічні злакові
Тарга	1,0–2,0	У фазі «ялинки»	Багаторічні і однорічні злакові

**Продовження табл. 65**

<b>Гербицид</b>	<b>Норма гербициду, кг/га або л/га*</b>	<b>Період застосування гербициду</b>	<b>Група бур'янів, які знищуються</b>
Трефлан	0,8–1,0	До сівби	Багаторічні і одно-річні злакові
<i>Соняшник</i>			
Трефлан	2,0–5,0	Напередодні сівби	Злакові
Гезагард	2,0–4,0	До сходів	Однорічні одно- і дводольні
Дуал	1,6–2,6	До сходів	Однорічні злакові
ТХА	1,5–2,0	До посіву	Однорічні злакові
Харнес	1,5–3,0	До посіву	Однорічні одно- і дводольні
<i>Картопля</i>			
Агрітокс	0,9–1,7	До сходів	Однорічні дводольні
Гезагард	3,0–4,0	До сходів	Однорічні дво- та однодольні
2М-4Х	0,5–1,2	До сходів	Однорічні дводольні
Аценіт	3,0–5,0	До сходів	Однорічні злакові
Зенкор	0,7–1,5	До сходів	Однорічні дводольні

\* Норма гербициду по діючій речовині.

За хімічним складом гербициди поділяють на неорганічні та органічні. Гербициди, які належать до групи неорганічних, використовують переважно для суцільного знищення бур'янів, а також як гербициди вибіркової дії. До групи органічних гербицидів входить більшість препаратів похідних хлорфеноксоцтової кислоти (2,4-Д, 2М-4Х), похідні карбонових кислот (ТХА, далапон), симетричних триазинів (атразин, майязин, прометрин), похідні сечовини (дихлоральсечовина, лінурон, глін, каторан, метурін), гетероциклічних сполук (базагран, ленацил, пірамін, тордон), бензойної кислоти (банвел-Д, полімід), карбамінової та тіокарбамінової кислот (бетанал, карбін, сатури, тілам, ептам, еради-кан), комбіновані препарати (агелон, ацетлур, діален, пріме-кстра, сітрин), піколінової кислоти (лонтрел) тощо.

Хімічна промисловість випускає гербициди у різних формах: у вигляді порошків, що добре розчиняються у воді (2М-4Х, ТХА);

порошків, що змочуються водою, і до складу яких входять наповнювачі та поверхнево-активні речовини (такі препарати утворюють з водою стійку суспензію — симазин, прометрин); паст, розчинних у воді (нітрофен); концентратів емульсії (ефіри, 2,4-Д, ептам); мікрокапсульних форм, в яких діюча речовина знаходиться в нейтральному носії — капсулі і перебуває у рідкій фазі; гранульованих-препаратів; мінерально-мастильних суспензій тощо.

Багато гербіцидів є токсичними і для сільськогосподарських культур. Так, препарати 2,4-Д у рекомендованих дозах пригнічують ріст кукурудзи, а препарати ТХА та ептам — цукрових буряків на початкових фазах розвитку. Щоб уникнути цього небажаного впливу, синтезовано хімічні речовини, які захищають культурні рослини від негативної дії гербіциду. Ці речовини називаються *антидотами*.

Залежно від форми препаратів застосовують різні способи їх внесення: суцільний, рядковий, стрічковий, місцевий, авіаційне та наземне обприскування. Для наземного внесення гербіцидів використовують штангові обприскувачі (ОПШ-1500, ОМ-400, ОП-2000-2-01, ОСШ-2500 та ін.) та обприскувачі вентиляторні (ОВ-630-01, ОВ-400, ОВП-2000, ОВ-630). Обприскування може бути крупнокрапельним (діаметр крапель > 500 мкм), звичайним (300–500 мкм), дрібнокрапельним (80–100 мкм) та аерозольним (1–30 мкм). При авіаобприскуванні середній діаметр крапель водних розчинів може бути від 80 до 280 мкм.

Кількість води для обприскування змінюється залежно від форми препарату та характеру його дії і при наземному обробітку становить від 300–500 до 250–400 л/га, а при авіаобприскуванні — до 50–100 л/га.

Найкраще обробляти бур'яни гербіцидами у безвітряну теплу погоду. Недоцільно застосовувати гербіциди у посушливий період та перевищувати визначену норму рідини, щоб розчин стікав з рослин на ґрунт. При внесенні препаратів у ґрунт їх необхідно рівномірно розподіляти на поверхні поля і добре заробляти у ґрунт.

**Техніка застосування гербіцидів.** Основний спосіб внесення гербіцидів — обприскування, їх застосовують у вигляді розчинів, суспензій, емульсій, порошків, гранул, аерозолей. Для внесення гербіцидів використовують наземну техніку та авіацію.

Таблиця 66

**Норми витрати водних розчинів гербіцидів**

Форма препарату	Гербіциди для вегетуючих рослин		Грантові гербіциди	
	системні	контактні	системні	контактні
<i>Для наземних штангових оприскувачів</i>				
Концентрат емульсії	100–250	300–500	250–400	–
Розчинні та змочуючі порошки	200–400	400–600	300–500	600–1000
<i>Для авіаційних штангових оприскувачів</i>				
Концентрат емульсії	25–50	–	50–100	–
Розчинні та змочуючі порошки	25–50	–	100–200	–

Штангові обприскувачі рівномірно розподіляють робочий розчин гербіциду по ширині захвату штанги і наносять його на посіви або ґрунт гідророзпилювачами.

Для приготування робочих розчинів гербіцидів використовують машини типу АПЖ-12 або водороздавач ВР-ЗМ. Технологія приготування робочих розчинів визначається фізичними властивостями препаратів.

Норма гербіциду залежить від фізико-хімічних його властивостей, забур'яненості та фази розвитку культурних рослин і бур'янів, ґрунтово-кліматичних, погодних та інших умов. Найбільшу токсичність гербіциди виявляють при температурі 18–24°C. Ґрунтові гербіциди найкраще діють у помірно теплу погоду з температурою повітря 15–20°C та при вологості ґрунту не менш як 20%.

Дози застосування гербіцидів подані у довідковій літературі в діючій речовині, але один і той самий препарат може мати різний вміст діючої речовини. Тому дозу технологічного препарату на 1 га, якщо вона не вказана в документах виробника, щоразу визначають за формулою

$$D = \frac{A \cdot 10}{B},$$

де *D* — доза технічного препарату, кг/га;

*A* — рекомендована оптимальна доза діючої речовини, кг/га;

*B* — кількість діючої речовини в технічному препараті, %.

Витрата робочої рідини залежить від хімічної природи гербіциду, типу обприскувача та розчинів, погодних умов тощо. У табл. 66 наведено рекомендовані орієнтовні норми витрати водних розчинів гербіцидів.

При застосуванні гербіцидів важливим є те, щоб кількості розчину, яку вміщує обприскувач, було достатньо на парну кількість проходжень агрегату по полю, що дає змогу обмежитися одним заправочним пунктом.

### **Заходи і правила безпеки при застосуванні гербіцидів.**

У сучасних умовах у сільському господарстві та інших галузях народного господарства застосовують значну кількість хімічних препаратів. Частина з них може потрапляти в продукти харчування людини, корм тварин, забруднювати ґрунт, воду та повітря. Для запобігання забрудненню біосфери і продуктів прийнято законодавчі документи, які регламентують застосування пестицидів та інших хімічних речовин.

Охорона навколишнього середовища під час використання пестицидів включає заходи, що запобігають забрудненню ними атмосферного повітря, ґрунту, водних джерел, продуктів харчування, а також захист тварин і рослинності від потрапляння в них хімічних препаратів. Потрапляючи на рослини, гербіциди виявляють певну біохімічну та фізіологічну дію. Чутливість або стійкість рослин проти гербіцидів залежить від їх сортових та видових особливостей, фази розвитку, складу препарату, його дози, способів внесення, погодних умов, вологості ґрунту, умов вирощування культур тощо. Так, гербіцид 2,4-Д, який застосовують для знищення двосім'ядольних бур'янів у посівах зернових, може згубно діяти і на інші культури (гарбузові, пасльонові, цибулинні, бобові та ін.), а також на деревовидну та трав'яну рослинність. Похідні сечовини та триазинів, особливо у підвищених дозах, здатні знищувати деякі види злакових і двосім'ядольних культурних рослин.

Для запобігання пошкодженню посівів гербіцидами під час захисту їх від бур'янів треба точно дотримувати строки і техніку їх внесення, особливо під час авіаобприскувань. При цьому слід дотримуватися відповідних правил: швидкість вітру не повинна

перевищувати 4 м/с; не обробляти ділянки, які знаходяться не ближче 1 км від населених пунктів та 300 м від водних джерел, тощо.

При дотриманні правил використання гербіцидів вони, як правило, до збирання врожаю розкладаються в рослинах та ґрунті і перевищення гранично допустимих концентрацій у продуктах харчування та зниження їх якості не спостерігаються.

Токсичність гербіцидів для людини і тварин неоднакова. Вона вимірюється величиною  $LD_{50}$ , тобто летальною дозою, яка при потрапленні в шлунок призводить до загибелі 50% теплокровних тварин. Визначається вона у міліграмах на 1 кг живої маси організму.

За ступенем токсичності гербіциди поділяють на чотири групи: 1 — дуже токсичні ( $LD_{50} = 50$  мг/кг); 2 — високотоксичні ( $LD_{50} = 50 \dots 200$  мг/кг); 3 — середньотоксичні ( $LD_{50} = 200 \dots 1000$  мг/кг); 4 — малотоксичні ( $LD_{50} = 1000$  мг/кг). Більшість гербіцидів, які застосовують у сільському господарстві, малотоксичні та при дотриманні правил техніки безпеки нешкідливі для людей і тварин. Проте з правилами безпеки мають бути ознайомлені всі, хто працює з хімічними засобами боротьби з бур'янами.

Гербіциди зберігають у добре закритій тарі в окремих приміщеннях, які знаходяться від житлових будівель і тваринницьких приміщень на відстані не менш як 200 м та не менш як 2000 м від берегів водоохоронної зони і рибогосподарських водоймищ.

### Контрольні запитання

1. Поняття про бур'яни. Біологічні особливості бур'янів та їх класифікація.
2. Біологічні групи бур'янів. Характеристика найбільш поширених представників біологічних груп бур'янів.
3. Заходи боротьби з бур'янами та їх класифікація.
4. Агротехнічні заходи боротьби та їх класифікація.
5. Основні агротехнічні заходи боротьби з кореневищними та коренепаростковими бур'янами.
6. Боротьба з бур'янами-паразитами.
7. Хімічні заходи боротьби з бур'янами, їх переваги та недоліки.
8. Класифікація гербіцидів.
9. Гербіциди у посівах основних сільськогосподарських культур.
10. Система заходів для боротьби з бур'янами.
11. Екологічні аспекти застосування заходів під час боротьби з бур'янами.

## 26. СІВОЗМІНИ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ УКРАЇНИ

*Сівозміна* — це науково обґрунтоване чергування сільсько-господарських культур і парів у часі та на території або тільки у часі на одному полі. У кожній сівозміні здійснюється система обробітку та удобрення ґрунту, що забезпечує підвищення його родючості і урожайності сільськогосподарських культур. Раціональне чергування культур — це спосіб регулювання вмісту органічної речовини в ґрунті, захід для підтримування і поліпшення фізичних та хімічних його властивостей, необхідних для боротьби з бур'янами та шкідниками сільськогосподарських культур.

Основою сівозміни є певна структура посівних площ, яка визначається спеціалізацією господарства, його ґрунтово-кліматичними та організаційно-господарськими умовами.

*Структура посівних площ* — це співвідношення посівних площ окремих сільськогосподарських культур або їхніх певних груп (у процентах) до загальної площі ріллі в господарстві. Раціональна структура посівних площ є основою для побудови науково обґрунтованої сівозміни.

Кожна сівозміна займає заплановану площу, має певну кількість однакових за площею полів і характеризується встановленим порядком чергування культур. Перелік сільськогосподарських культур або їх груп та парів у порядку чергування на полях сівозміни називається *схемою сівозміни*. Період, протягом якого сільськогосподарські культури і пар «проходять» через кожне поле згідно з прийнятою схемою сівозміни, називається *ротацією сівозміни*. Тривалість ротації залежить від кількості полів у сівозміні.

План розміщення сільськогосподарських культур і парів на полях та по роках на період ротації сівозміни називається *ротаційною таблицею*. У перший рік ротації культури розміщуються так само, як і в рік освоєння сівозміни, а в наступні — згідно з чергуванням культур, передбаченим схемою сівозміни. Кількість років у ротаційній таблиці відповідає кількості полів в сівозміні.

Сільськогосподарські культури, які вирощують на одному і тому самому полі сівозміни не більше трьох років підряд, називаються *повторними*. Культура, яку вирощують більш тривалий

час на одному полі сівозмінні, називається *беззмінною*. Якщо у господарстві вирощують одну сільськогосподарську культуру, то її називають *монокультурою*.

У кожному полі здебільшого вирощують одну культуру, що забезпечує раціональне використання техніки і впровадження прогресивної технології вирощування сільськогосподарських культур.

Якщо в одному полі треба розмістити кілька культур, впроваджують збірні поля, де по можливості добирають однорідні культури за вимогами до ґрунтових умов та агротехніки, впливом їх на родючість ґрунту. В одному полі, наприклад, висівають озимі та ярі зернові, цукрові буряки і картоплю, багаторічні та однорічні трави.

Культуру, яку вирощували на полі в попередньому році, називають *попередником* для культури, яку вирощують на цьому самому полі в поточному році. Попередником також можуть бути чистий пар, цілина і переліг. Цінність попередника залежить не тільки від його біологічних особливостей, а й від агротехнічних заходів, які застосовували у поточному та попередніх роках. Тому, щоб правильно оцінити попередник, треба знати, які культури займали поле протягом попередніх років, які вносили добрива, ступінь засміченості ґрунту, тобто треба знати історію поля.

## 26.1. Наукові основи сівозмін

Багаторічними дослідженнями, проведеними вченими в Україні і за кордоном, було встановлено, що урожай більшості польових культур під час вирощування їх у сівозміні підвищується у 1,5–2 рази порівняно з беззмінними культурами, які тривалий час вирощують на одному полі.

За даними Харківської дослідної станції, урожай культур у сівозміні як на неудобреному фоні, так і після внесення добрив був значно вищий, ніж у беззмінних посівах (табл. 67).

У дослідях Інституту селекції і насінництва пшениці урожай озимої пшениці за 1931–1974 рр. при беззмінній культурі без добрив становив 14,6, в сівозміні — 26,5 ц/га, а при внесенні мінеральних добрив — відповідно 23,8 і 33,2 ц/га. Урожай цукрових буряків за цей самий період при беззмінній культурі без добрив

Таблиця 67

**Урожайність сільськогосподарських культур залежно від способу вирощування (середні дані за 15–18 років), ц/га**

Культура	Без добрив		З добривами	
	у сівозміні	беззмінна культура	у сівозміні	беззмінна культура
Озиме жито	16,2	5,9	26,8	15,4
Озима пшениця	14,2	9,1	24,0	18,5
Цукрові буряки	221,8	68,2	311,8	261,2
Картопля	167,4	95,6	189,0	145,5

становив 93 ц/га, в сівозміні — 227 ц/га, а при внесенні мінеральних добрив — відповідно 138 і 333 ц/га.

В умовах беззмінної культури пшениці на Ротамстедській дослідній станції (Англія) при вирощуванні її без добрив в середньому за 80 років збирали по 7,6 ц/га зерна, а в чотирипільній сівозміні з конюшиною — 16,2 ц/га. Починаючи з 1879 р. в м. Галле (Німеччина) ведуться досліді з беззмінного вирощування жита, урожайність якого за ці роки без внесення добрив становила близько 6 ц/га.

Найбільш чутливі до беззмінних посівів льон, цукрові буряки та соняшник. Повторних посівів цих культур не практикують, оскільки різко зменшується їх урожайність. Середньочутливими до беззмінних посівів є жито, пшениця, овес, ячмінь, менш чутливими — картопля, кукурудза, бавовник, коноплі, тютюн, рис. При внесенні відповідних доз добрив високий урожай цих культур збирають і в беззмінних посівах.

Найбільш правильне і повне наукове обґрунтування необхідності чергування культур у полях сівозміни дав Д. М. Прянишников, який вважав, що урожайність культур у беззмінних посівах зменшується внаслідок дії хімічних, фізичних, біологічних та економічних факторів.

**Хімічні фактори.** Сільськогосподарські рослини виносять з ґрунту неоднакову кількість поживних речовин і в різному співвідношенні. Так, цукрові буряки, картопля і кукурудза виносять з ґрунту більше поживних речовин, ніж зернові культури. Якщо зернові культури відносно більше використовують азоту, то цукрові буряки і картопля — калію. Бобові рослини, засвоюючи

вільний азот з повітря, нагромаджують у ґрунті значну кількість азоту, що поліпшує азотне живлення культур. Встановлено, що зернобобові культури нагромаджують у ґрунті 50–80 кг/га азоту (люцерна і конюшина до 150–200 кг/га). Тому при багаторічному вирощуванні на одному і тому самому полі однієї і тієї самої культури з часом настає однобічне виснаження ґрунту на який-небудь елемент живлення. Ще до широкого застосування мінеральних добрив це вважалось однією з головних причин виснаження ґрунту. Тепер причина ліквідується після внесення науково обґрунтованих доз добрив відповідно до вимог рослин з врахуванням наявності в ґрунті поживних речовин у доступних формах.

Велике значення має здатність рослин використовувати поживні речовини з малорозчинних сполук. Наприклад, пшениця, льон, цукрові буряки використовують фосфор з легкорозчинних сполук, а картопля, гречка і особливо люпин — з важкорозчинних фосфатів. Рослини з більш розвинутою кореневою системою мають змогу з більшого об'єму ґрунту засвоювати і краще використовувати запаси поживних речовин по всій глибині кореневмісного шару ґрунту.

Після збирання різних рослин у ґрунті залишається неоднорозподілена кількість рослинних решток (поживних та кореневих). Так, після збирання багаторічних трав при доброму урожаї з дворовим використанням у ґрунті залишається до 100 ц/га решток, а сухих коренів та стерньових решток зернових культур — близько 30 ц/га. Вирощування багаторічних культур, особливо бобових трав, сприяє збагаченню ґрунту на органічні речовини, тобто накопиченню гумусу та поживних речовин. Льон, коноплі, махорка, навпаки, збіднюють ґрунт на органічні та поживні речовини.

Чергування культур у полях сівоzmіни сприяє кращому використанню рослинами поживних речовин, внесених з добривами. Органічні добрива вносять під основні культури, а інші культури використовують їх післядiю. Отже, правильне чергування культур у полях сівоzmіни створює сприятливі умови для живлення рослин, ніж при беззмінних посівах.

**Біологічні фактори.** Необхідність чергування культур у сівоzmіни зумовлена також шкідливою дією бур'янів, шкідників і хвороб на рослини, внаслідок якої знижується урожай та погіршуються його якості.

Відомо, що більшість бур'янів засмічує всі сільськогосподарські культури. Проте є такі бур'яни, які пристосувались тільки до певних культур і засмічують переважно лише їх посіви, наприклад стоколос житній — жито, плоскуха — просо, вівсюг — овес тощо.

Забур'яненість посівів залежить також від біологічних особливостей розвитку вирощуваних культур. Наприклад, озиме жито рано навесні розвиває значну вегетативну масу і затінює бур'яни. Тому посіви цієї культури менше забур'янюються. Просо, льон, яра пшениця на початку вегетації ростуть повільно, розвивають невелику листову поверхню і тому дуже заростають бур'янами. Отже, при розміщенні культур у сівозміні треба враховувати біологічні особливості їх розвитку.

Різні сільськогосподарські культури пошкоджуються певними шкідниками: цукрові буряки — довгоносом; пшениця — клопом-черепашкою; кукурудза — дротяником тощо. Крім того, вони уражуються різними хворобами: кукурудза — сажкою, озима пшениця — іржею, цукрові буряки — пероноспорозом, або борошнистою росою. Як правило, збудники хвороб, шкідники, а також органи розмноження бур'янів накопичуються в ґрунті та на рослинних рештках. При повторному вирощуванні або частковому поверненні культури на попереднє місце підвищуються засміченість та ураженість збудниками хвороб і шкідниками полів та ґрунту. Зміна культур різних ботанічних класів та родин сприяє очищенню полів і ґрунту від бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Це свідчить про велику роль сівозміни в усуненні причин зниження урожайності сільськогосподарських культур.

**Фізичні фактори.** Фізичні властивості ґрунту і вміст поживних речовин у ньому значною мірою залежать від наявності кореневих решток, які залишаються після збирання урожаю сільськогосподарських культур. Дослідами доведено, що після вирощування просапних культур на полі значно менше залишається рослинних решток, ніж після культур суцільного способу сівби, особливо багаторічних трав. За даними Драбівської дослідної станції, кукурудза і цукрові буряки залишають у ґрунті в 1,5–2 рази менше решток, ніж озимі та ярі зернові. Під просапними культурами у зв'язку з міжрядним їх обробітком порушується рівновага між нагромадженням і розкладанням органічних

речовин у ґрунті, що призводить до збіднення його на гумус і сполуки азоту.

Різні сільськогосподарські культури протягом вегетаційного періоду випаровують неоднакову кількість вологи. Наприклад, просо, кукурудза та сорго на утворення 1 ц сухого урожаю за період вегетації забирають з ґрунту 200–300, пшениця та ячмінь — 400–500, конюшина та люцерна — 600–800 ц/га вологи.

Залежно від розвитку і розміщення кореневої системи в ґрунті такі рослини, як конюшина, люцерна, цукрові буряки, забирають вологу з глибоких шарів ґрунту (200–300 см), висушуючи його більше, ніж інші рослини, наприклад ячмінь, овес.

В умовах Степу велике агротехнічне значення для вирощування стійких урожаїв основної культури — озимої пшениці мають чисті пари.

Із фізичними властивостями ґрунту (структурою, будовою, щільністю) тісно пов'язані і залежать від них водно-повітряний, тепловий та поживний режими ґрунту. Чим вищий ступінь оструктуреності і чим сприятливіша будова ґрунту, тим він родючіший. Оструктурений ґрунт добре поглинає вологу і менше втрачає її, на ньому зменшується поверхневий стік води, і тому він менше піддається водній та вітровій ерозії. На ґрунтах, які піддаються ерозії, вводять ґрунтозахисні сівозміни та застосовують спеціальні агротехнічні заходи — стрічкове розміщення чистих парів з посівами зернових культур і багаторічних трав, безвідвальний обробіток ґрунту тощо. Отже, правильне чергування культур у полях сівозміни сприяє накопиченню та раціональному використанню ґрунтової вологи, поліпшує фізичні властивості ґрунту.

**Економічні фактори.** Правильне чергування культур має велике організаційно-господарське значення. Якщо при монокультурі в окремі періоди в господарстві створюється велике напруження у використанні робочої сили, тракторів, сільськогосподарських машин та інших засобів виробництва, то запровадження правильних сівозмін сприяє кращій організації праці. Раціональне розміщення у сівозміні озимих і ярих зернових, просапних, зернобобових культур створює умови для продуктивнішого використання засобів виробництва, тому що сівба, догляд за посівами і збирання урожаю цих культур не збігаються в

часі. Разом з тим вирощування в господарстві різних культур дає змогу отримувати щорічно гарантовані високі урожаї.

Використовуючи план розміщення культур у полях сівозміни, можна своєчасно зібрати парозаймаючу культуру і підготувати ґрунт під озимі, внести добрива в кращі агротехнічні строки та виконати інші польові роботи.

## **26.2. Класифікація сівозмін**

Одним з важливих завдань в організації польового господарства є розміщення сільськогосподарських культур на території для того, щоб кожна культура знаходилася в оптимальних умовах вирощування, а ділянки землі були використані продуктивніше. Це завдання можна реалізувати тільки при введенні кількох сівозмін та правильному їх розміщенні на території господарства.

Сукупність взаємозв'язаних сівозмін у господарстві становить *систему сівозмін*.

Велика різноманітність сівозмін зумовила необхідність їх класифікації. В основу сучасної класифікації покладено кілька ознак, проте головними з них є дві:

1) основний вид рослинницької продукції, що виробляється в сівозміні (зерно, технічні культури, корми, овочі тощо);

2) співвідношення груп культур, що відрізняються за біологічними особливостями, технологією вирощування та за впливом на родючість ґрунту (зернові та технічні культури суцільної сівби, зернові, бобові, багаторічні трави, просапні, чисті пари).

За першою ознакою сівозміни поділяють на три типи: польові, кормові та спеціальні.

*Польовою* називається сівозміна, понад половину всієї площі якої відведено для вирощування зернових і технічних польових культур.

У господарствах, крім спеціалізованих, значну площу орної землі займають польові сівозміни. Якщо в них є великі площі різних ґрунтів, то на кожній з ґрунтових відмін вводять окрему сівозміну. Залежно від характеру землекористування, структури посівів, організаційно-господарських умов польові сівозміни можуть мати різну кількість полів. Більшість польових сівозмін в Україні восьми-

та десятипільні. На піщаних ґрунтах Полісся та для фермерських господарств рекомендовані чотири- та шестипільні сівозміни.

*Кормовими* називаються сівозміни, в яких понад половину всієї площі відведено для вирощування кормових культур. Залежно від розміщення і складу кормових культур кормові сівозміни поділяють на два підтипи: прифермські та сінокісно-пасовищні. Прифермські сівозміни розміщують поблизу тваринницьких ферм, на їх полях вирощують силосні культури, коренеплоди і трави на зелену масу. У сінокісно-пасовищних сівозмінах переважно вирощують багаторічні трави на сіно та для випасу тварин. У семи- і дев'ятипільних кормових сівозмінах багаторічні бобові і злакові трави використовують два і більше років.

*Спеціальні* сівозміни впроваджують для вирощування культур, що потребують спеціальних умов та агротехніки. Вирощувати такі культури у польових сівозмінах недоцільно. За призначенням такі сівозміни бувають овочеві, коноплярські, махоркові, рисові та ін. Особливим видом сівозмін спеціального призначення є ґрунтозахисні або протиерозійні. Спеціальні сівозміни здебільшого п'яти-або восьмипільні. Крім того, незначні площі ріллі залишають поза сівозміною як резерв для збільшення площ під плодово-ягідні насадження, а також для різних забудов.

Залежно від співвідношення груп культур, різних за біологічними особливостями, технології вирощування і впливу на родючість ґрунту (зернові, просапні, багаторічні трави, чисті пари) польові сівозміни поділяють на такі види: зернопаропросапні; зернопросапні; зернотрав'яні; зернотрав'янопросапні (плодозмінні); травопільні; травопільнопросапні; сидеральні та ін.

У зернопросапних сівозмінах половину і більше площі сівозміни займають посіви зернових культур, частину площі — просапні культури і чисті пари. Прикладом зернопаропросапної сівозміни є така: 1 — чистий пар; 2 — озима пшениця; 3 — озима пшениця; 4 — кукурудза; 5 — ярі колосові; 6 — зернобобові; 7 — озима пшениця; 8 — кукурудза на силос; 9 — озима пшениця; 10 — соняшник (степові райони).

Сівозміни, в яких зернові займають половину і більше площі, а решту — просапні культури, називаються зернопросапними, наприклад: 1 — багаторічні трави; 2 — озима пшениця; 3 — цукрові буряки; 4 — кукурудза на зерно; 5 — зернобобові; 6 — ози-

ма пшениця; 7 — цукрові буряки; 8 — кукурудза на силос та зелений корм; 9 — озима пшениця; 10 — ярі колосові з підсівом багаторічних трав (лісостепові райони).

Зернотрав'яні сівозміни — це такі, в яких більшу частину площі займають посіви зернових та непросапних технічних культур, а решту — багаторічні трави. Ці сівозміни поширені в нечорноземній зоні, наприклад: 1 — пар зайнятий; 2 — озимі з підсівом багаторічних трав; 3, 4 — багаторічні трави; 5 — льон; 6 — озимі; 7 — ярі зернові.

Зернотрав'янопросапні, або плодозмінні, сівозміни — це сівозміни, в яких не більше половини площі відводять під зернові культури, а решту — використовують під просапні, бобові культури. У цих сівозмінах здійснюється принцип плодозміни, тобто щорічно відбувається зміна культур різних біологічних груп, наприклад: 1 — конюшина; 2 — льон; 3 — озиме жито, післяжнивні посіви; 4 — картопля; 5 — горох, люпин; 6 — озима пшениця, післяжнивні посіви; 7 — кукурудза, гречка; 8 — ярі зернові з підсівом конюшини.

Травопільними називають сівозміни, в яких під багаторічні трави відводять більше половини площі сівозміни, решту — займають зерновими, однорічними травами, технічними культурами. Цей вид сівозміни характерний для ґрунтозахисних та кормових сівозмін, наприклад: 1–4 — багаторічні трави; 5 — зернові або льон; 6 — однорічні трави; 7 — ярі з підсівом трав.

До просапних сівозмін належать такі, в яких під просапні культури відведено не менш як половину сівозмінної площі, а решту її займають інші однорічні культури. Просапними можуть бути спеціальні (овочеві, овочево-кормові тощо), прифермські кормові спеціальні (овочеві, овочево-кормові тощо) сівозміни, наприклад: 1 — однорічні трави; 2 — коренеплоди; 3 — кукурудза; 4 — культури на силос. Просапні польові сівозміни поширені в Лісостепу України, наприклад: 1 — зернобобові; 2 — озима пшениця; 3 — цукрові буряки; 4 — кукурудза на зерно; 5 — кукурудза на силос; 6 — озима пшениця; 7 — цукрові буряки; 8 — ячмінь; 9 — кукурудза на зерно; 10 — соняшник.

Просапні сівозміни, як правило, розміщують на нееродованих ґрунтах, на рівнинних або із невеликим схилом землях, де запроваджена ґрунтозахисна технологія вирощування просапних культур.

Сівозміни, в яких вирощують переважно просапні культури, а два і більше поля зайняті багаторічними травами, називаються трав'янопросапними. Найбільше вони поширені серед кормових сівозмін і впроваджуються переважно в районах зрошуваного землеробства, на заплавах ґрунтах та осушених торфовищах, наприклад: 1–3 — багаторічні трави; 4 — картопля; 5 — корене-плоди; 6 — капуста; 7 — вико-овес з підсівом багаторічних трав.

У сидеральних сівозмінах на одному або двох полях вирощують сидеральні культури для заорювання їх зеленої маси на добриво. Впроваджують їх на супіщаних та на піщаних ґрунтах в умовах Полісся, наприклад: 1 — люпин на зелене добриво; 2 — озиме жито, післязжнивні посіви хрестоцвітих; 3 — картопля; 4 — люпин на зерно та зелену масу; 5 — озиме жито, картопля; 6 — овес.

Овочеві сівозміни, що впроваджені у різних ґрунтово-кліматичних зонах України, диференційовані залежно від складу культур.

Для фермських господарств у різних ґрунтово-кліматичних зонах України рекомендовані 4-5-пільні сівозміни.

### **26.3. Проектування, впровадження і освоєння сівозмін**

**Проектування і впровадження сівозмін.** З метою раціонального використання землі і створення сприятливих умов для вирощування провідних культур у господарствах запроваджують систему сівозмін. Системою сівозмін «звивають оптимальне поєднання кількох сівозмін у господарстві (вона характерна лише для орних земель). Проте в кожному господарстві крім ріллі є й інші сільськогосподарські угіддя (землі під багаторічними плодовими та лісовими насадженнями, а також природні кормові угіддя). Тому польове господарство організовують після складання плану землекористування всіх сільськогосподарських угідь, частиною якого є план організації території, продуктивного використання земель, введення сівозмін.

Для складання проекту землекористування вивчають і систематизують планово-картографічні, земельно-облікові, земельно-оціночні та інші відомості про стан і перспективи розвитку підприємства; роблять обстеження земель та розробляють за-

ходи щодо їх раціонального використання; обстежують гідротехнічні ґрунтозахисні споруди, захисні лісові насадження, внутрішньогосподарську мережу доріг, господарські будівлі, польові стани, табори для тварин, джерела водопостачання; складають план розміщення культур за останні два роки.

За наслідками виконаних обстежень складають експлікацію земельних угідь. Для розробки сівозмін особливе значення має вивчення відповідних ознак орних земель. Усі орні землі поділяють на кілька категорій за рівнем їх родючості, еродованості тощо, що дає змогу правильно розмістити сівозміни на території господарства.

До проекту землекористування розробляють заходи для поліпшення використання земель, розміщення виробничих підрозділів, організації сівозмін та кормових угідь, охорони ґрунтів, водоймищ та повітряного басейну.

Після можливої трансформації земельних угідь на підставі виконаних оцінок та обстежень приступають до розробки структури посівних площ безпосередньо у господарствах.

Головним критерієм раціональної структури посівних площ є кількість продукції, що виробляється на 1 га орних земель при найменших витратах праці та коштів на одиницю продукції. Для цього здійснюють підбір сільськогосподарських культур з урахуванням їх вимог до умов вирощування та ґрунтово-кліматичних умов господарства. Крім величини можливого урожаю підібраних культур треба врахувати якість продукції та її призначення. Одночасно порівнюють між собою особливості зернових та кормових культур.

Щоб правильно встановити площу посівів тієї чи іншої культури, треба знати обсяг виробництва продукції і планову урожайність даної культури. Обсяг виробництва продукції визначають відповідно до замовлення і внутрішньогосподарських потреб. Визначаючи плановий урожай, слід детально проаналізувати фактичну урожайність за останні п'ять років та план агротехнічних заходів на період освоєння сівозміни.

Плануючи площі посівів кормових культур, враховують кількість кормів, які можна мати з природних кормових угідь, відходи рільництва, овочівництва та промислового виробництва, впровадження ущільнених, післяякісних та післяжнивних посівів.

На основі розробленої структури посівних площ та агровиробничої характеристики ґрунтів визначають кількість сівозмін і їх площі, склад культур, розмір та кількість полів кожної сівозміни.

Визначаючи кількість сівозмін та розподіляючи культури між ними, враховують розташування населених пунктів і тваринницьких ферм та інші організаційно-господарські особливості. При складанні сівозмін важливо правильно розмістити кожний їх тип на території господарства. Польові сівозміни розміщують на польових землях та вододілах крутизною до 3°. Кормові, прифермські сівозміни впроваджують на родючих ґрунтах біля тваринницьких комплексів, що забезпечує високий урожай кормових культур і зменшує витрати на їх транспортування. На луках і заплавах впроваджують кормові лукопасовищні сівозміни, що значно поліпшує продуктивність цих угідь. Овочеві, рисові та інші спеціальні сівозміни розміщують на окультурених ґрунтах біля населених пунктів, водних джерел та в умовах зрошення. На схилах крутизною 3–7° для захисту ґрунту від водної ерозії впроваджують ґрунтозахисні сівозміни.

Розмір і кількість полів у сівозміні визначають з таким розрахунком, щоб кожна культура (або група їх) займала одне або кілька цілих полів. Для раціонального використання сільськогосподарської техніки поля повинні мати по можливості правильну прямокутну форму і приблизно однаковий розмір. Відхилення від середнього розміру поля допускається в межах 3–5%. На схилах поля треба нарізати так, щоб довша сторона їх була впоперек схилу. Слід також прагнути до того, щоб поля не перетиналися річками, лісами і мали зручні під'їзди.

Встановивши кількість полів у сівозміні, складають схему чергування культур, дають їй економічну оцінку, розробляють систему обробітку ґрунту та удобрення, заходи боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур. Після нарізання полів для кожної сівозміни закінчується перший етап її введення у виробництво.

**Освоєння сівозмін.** Освоєння системи сівозмін — це поступовий перехід до прийнятого чергування культур, який триває кілька років (3–4 роки). Сівозміну вважають освоєною тоді, коли розміщення культур на її полях відповідає прийнятій схемі з дотриманням меж полів сівозміни. В освоєній сівозміні треба також

дотримуватися прийнятої технології вирощування кожної сільськогосподарської культури.

Плани освоєння або плани переходу до сівозміни розробляють для кожної введеної сівозміни. У планах (перехідних таблицях) спочатку відмічають розміщення на полях культур за попередні 2–3 роки та поля, зайняті озимими і багаторічними травами. Потім визначають найкраще місце для сівби найбільш вимогливих до родючості ґрунту та попередників культури, парові поля і вже після цього розміщують решту культур.

Поряд з цим розробляють технології вирощування сільськогосподарських культур (обробіток ґрунту, систему захисту посівів тощо), в яких передбачають поступовий перехід від існуючої в господарстві технології до запланованої. Особливу увагу приділяють тим полям або ділянкам землі, де під час освоєння сівозміни заплановані посіви після поганих попередників.

Освоєння сівозміни треба контролювати після фактичного розміщення культур, тобто після весняної та осінньої сівби.

**Дотримання сівозмін.** Контроль за дотриманням сівозмін здійснюють після їх освоєння. Для цього порівнюють фактичне розміщення культур із запланованим відповідно до ротаційної таблиці для кожної сівозміни. Під час ротації можливі відхилення від встановленого чергування культур. Порушення бувають невинуватені і ті, що диктуються практикою, наприклад загибель озимих або багаторічних трав під час зимівлі. Тому після обробітку такі поля засівають іншими культурами з урахуванням того, щоб їх урожай компенсував відповідний збір рослинницької продукції і вони були попередниками для наступних культур у сівозміні.

На кожну із сівозмін у господарстві оформляють книгу історії полів. У ній у хронологічному порядку записують відомості про кожне поле: розміщення культур, систему обробітку ґрунту та добрив, проведені заходи під час догляду за посівами та захисту від бур'янів, шкідників і хвороб тощо. Книгу історії полів, як правило, веде головний агроном господарства, а там, де його немає, — агроном або керуючий відділком.

## 26.4. Оцінка попередників основних сільськогосподарських культур

Основою правильного чергування культур у сівозміні є розміщення кожної культури після кращого для неї попередника і створення сприятливих умов для наступної культури. *Попередником* називається сільськогосподарська культура, або чистий пар, які займали поле перед сівбою наступної культури. Усі попередники залежно від біологічних особливостей і технологій вирощування культур поділяються на озимі та ярі зернові колосові, ярі зернобобові, багаторічні та однорічні трави, просапні культури, а також чисті пари. Якість попередника для певної культури визначається в основному строком його збирання, витратою вологи і поживних речовин, кількістю рослинних решток, післязбиральним фітосанітарний станом ґрунтового середовища. При визначенні місця культури в сівозміні враховують також її народногосподарське значення, біологічні особливості, технологію вирощування та природно-економічні умови господарства.

Озимі культури в сівозміні розміщують після чистих і зайнятих парів та непарових попередників.

*Паром* називають поле, на якому протягом певного періоду не вирощують сільськогосподарські культури, але його якісно і вчасно обробляють, удобрюють і знищують бур'яни. Пари бувають чисті і зайняті. Чистими парами називають поле, на якому не вирощували сільськогосподарських культур протягом вегетаційного періоду. Основним завданням його є очищення ґрунту від бур'янів та нагромадження в ньому вологи і поживних речовин. Залежно від часу проведення основного обробітку чисті пари поділяють на чорні і ранні. Чорні пари починають обробляти улітку або восени після збирання попередника. Основний обробіток раннього пару починають навесні наступного року, а після збирання попередника обмежуються лише поверхневим обробітком поля. Слід зазначити, що перевагу надають чорним парам, які в умовах недостатнього зволоження забезпечують вирощування високих урожаїв озимих культур. На час сівби озимої пшениці в ґрунті такого поля накопичуються значні запаси вологи та поліпшується поживний режим; Чисті пари (до 10–15% сівозмінної площі) впроваджують у степових та південних і східних районах

лісостепової зони України (до 4–8%), насамперед на забур'янених полях та для вирощування сортового насіння зернових озимих культур.

У лісостеповій та поліській зонах України озимі культури висівають переважно після зайнятих парів, тобто тих, на яких вирощують культури, що рано звільняють поле. Отже, зайнятий пар створює добрі умови для раннього обробітку ґрунту та наступних культур. Зайняті пари поділяють на суцільні й просапні.

У суцільних зайнятих парах парозаймаючі культури сіють рядковими або вузькорядними сівалками. На таких парах вирощують різні кормові культури — конюшину та еспарцет на один укіс, вико-вівсяну чи горохово-вівсяну сумішку на зелений корм, озиме жито та пшеницю на зелений корм тощо.

Просапні пари займають культурами, у посівах яких проводять міжрядний обробіток. Це рання картопля, кукурудза, соняшник, топінамбур (земляна груша).

Зайняті пари мають важливе економічне та агротехнічне значення. Вони сприяють вирощуванню високого урожаю культур, збагачують ґрунт на органічні речовини (завдяки кореневим та стерньовим решткам), рано звільняють поле і тому дають змогу обробити ґрунт під наступні озимі культури за технологією напівпару. Крім чистих і зайнятих парів, розрізняють пари спеціального призначення — кулісні й сидеральні.

Кулісним паром називають чистий пар, на якому висівають високостеблові рослини (куліси). Його застосовують у степових районах України як засіб для затримання та накопичення снігу, запобігання вимерзанню озимих, збільшення запасів вологи в ґрунті. Куліси можуть складатися з одного — двох або з трьох рядків рослин, які висівають улітку. Відстань між кулісами має бути, кратною ширині захвату культиватора або ширині посівного агрегату. Куліси розміщують упоперек напрямку вітру, що переважає у зимовий період.

Сидеральним називається пар, що зайнятий рослинами для заорювання їх у ґрунт на зелене добриво. Як правило, його застосовують на дерново-підзолистих ґрунтах Полісся України. З цією метою висівають бобові культури — люпин та буркун, які за 3–4 тижні до сівби озимих у фазі зелених бобиків заорюють на зелене добриво у ґрунт.

Озимі культури висівають і після непарових попередників, тобто після культур, які звільняють поле за 2–3 тижні до сівби. Це кукурудза на силос, горох, озимі та ярі колосові культури. Тому краще поле у сівозміні відводять під озиму пшеницю, а вже потім — під жито та озимий ячмінь. Озима пшениця більш вимоглива до умов вирощування, тому її розміщують після кращого попередника.

На Поліссі озимі висівають також після люпину, льону та ранньої картоплі.

**Цукрові буряки** вимогливі до умов вирощування. Правильний вибір попередників — один з найефективніших заходів для підвищення їх урожайності та якості.

У зоні Лісостепу, де сконцентровані основні посівні площі цукрових буряків, їх розміщують після озимих, які висівали після багаторічних трав одного року використання, після удобрених зайнятих парів або після зернобобових; у південних районах Лісостепу — після озимих, які вирощували після чистих і зайнятих парів, а в посушливих районах Степу — після озимої пшениці, яку вирощували після чистих парів.

Цукрові буряки в сівозміні треба розміщувати на тому самому полі не раніш ніж через 3–4 роки.

**Картоплю**, так само як і цукрові буряки, в польових сівозмінах розміщують здебільшого після озимих. Добрими попередниками для картоплі є люпин та інші зернобобові культури. Оскільки під картоплю вносять достатню кількість органічних та мінеральних добрив, її можна вирощувати і після інших культур.

**Кукурудзу** в сівозміні розміщують після озимих, зернобобових, цукрових буряків, а в районах Полісся — і після люпину, льону та інших культур. Водночас на родючих ділянках при систематичному внесенні добрив, застосуванні високої агротехніки та гербіцидів цю культуру можна вирощувати і в повторних посівах.

**Соняшник** висівають після озимих або просапних культур. Щоб запобігти засміченню наступних посівів падалицею соняшнику, його часто розміщують перед просапними культурами або перед чистим паром. Соняшник не рекомендується висівати на тому самому полі раніш ніж через 7–8 років.

**Ярі зернові культури** розміщують у сівозміні після картоплі, кукурудзи, цукрових буряків. Високі урожаї ярих вирощують після

зернобобових культур, їх можна розміщувати і після озимих, тільки треба додатково вносити добрива та застосовувати пестициди.

**Зернобобові культури** (горох, чину, сою, люпин, сочевицю) розміщують після удобрених просапних — картоплі, кукурудзи, цукрових буряків. Тому поля після цих культур досить чисті від бур'янів і мають достатню кількість поживних речовин. Добрими попередниками є також озимі та ярі зернові культури.

**Круп'яні культури** (гречку, просо) розміщують у сівозміні після просапних (крім соняшнику), озимих та ярих культур. Добрими попередниками для проса є зернобобові і багаторічні трави.

**Льон-довгунець** — основна прядивна культура в Україні, тому величина та якість його урожаю мають велике народногосподарське значення. Льон вимогливий до родючості ґрунту й попередника. Він має слабorozвинену кореневу систему і на перших фазах свого розвитку дуже пригнічується бур'янами.

Дані дослідних установ і практика свідчать про те, що високі урожаї льону-довгунця можна збирати, розміщуючи його після багаторічних трав, удобреної картоплі та озимих культур. У сівозміні льон можна повертати на попереднє місце не раніш ніж через 5–7 років, інакше він різко знижує урожайність внаслідок ураженості хворобами та шкідниками.

**Коноплі** вирощують у спеціальних і польових сівозмінах. Кращими попередниками для них є просапні, озимі, багаторічні трави та зернобобові культури.

**Багаторічні трави** переважно вирощують у польових сівозмінах. Бобові трави дають цінний вітамінний, багатий на білки і мінеральні солі корм, а також збагачують ґрунт на сполуки азоту. У більш зволжених районах України висівають конюшину, а в посушливих — люцерну та еспарцет. Багаторічні трави сіють під покрив озимих і ярих зернових культур (можна підсівати їх і під покрив вико-вівсяної сумішки, кукурудзи на зелений корм та проса). Безпокровні посіви багаторічних трав вирощувати економічно невигідно, крім того, вони дуже заростають бур'янами. У польових сівозмінах посіви багаторічних трав використовують один рік. При використанні їх протягом двох-трьох і більше років висівають сумішки бобових і злакових багаторічних трав.

## **26.5. Проміжні культури в сівозміні**

Проміжними називаються культури, які висівають до сівби або після збирання основної культури і вони дають урожай у поточному році. Введення таких культур у сівозміну дає змогу вирощувати два урожаї за один рік з тієї самої земельної площі.

Залежно від строків і способів сівби, а також тривалості вирощування проміжні культури поділяють на підсівні, післяжнивні, післяукісні та озимі.

*Підсівні* культури висівають під покрив основної культури (озимих, ярих зернових) і збирають восени в той самий рік. Вони характеризуються посиленням ростом після збирання покривної культури і можуть рости до настання приморозків.

Післяжнивні та післяукісні культури висівають після збирання основної культури і врожай їх збирають протягом року. Післяукісні висівають раніше, ніж післяжнивні. Післяжнивною і післяукісною може бути одна й та сама культура, наприклад кукурудза.

*Озимі* проміжні культури висівають після збирання основної культури, і їх потім збирають наступного року навесні, до сівби основної культури.

Урожай проміжних культур використовують переважно на корм худобі (зелений корм, сінаж, силос), а також як зелене добриво. Посіви проміжних культур збільшують вихід сільськогосподарської продукції з одиниці площі, збагачують ґрунт на органічні речовини, внаслідок чого підвищується продуктивність сівозмінної площі. У більшості районів України проміжні культури є важливим джерелом корму для худоби. Такі культури повинні бути високоврожайними, стійкими проти ранньоосінніх приморозків, посухостійкими, швидко рости. За таких умов проміжні культури є одним з важливих факторів інтенсифікації сільськогосподарського виробництва.

## **26.6. Орієнтовні схеми сівозмін для різних ґрунтово-кліматичних зон і різних форм господарювання**

У різних ґрунтово-кліматичних зонах України на ґрунтах різного генетичного типу, гранулометричного складу схеми

сівозмін можуть бути неоднаковими за складом культур, порядком їх чергування, структурою посівних площ тощо.

Сівозміни з довгою ротацією виправдали себе і вони потрібні нині у великих господарствах, оскільки забезпечують повну маневреність у розміщенні культур залежно від ґрунтово-ландшафтних чинників, повніше використовують біокліматичний потенціал місцевості, а також сприяють збереженню і відтворенню родючості ґрунтів за невисоких витрат ресурсів.

Проте із появою в Україні нових форм власності на землю, розукрупненням колгоспів та радгоспів і розпаюванням земель зростає кількість господарств, що матимуть невелику площу землекористування, обмежений набір культур та вузьку спеціалізацію.

Для невеликих за площею господарств виникає необхідність у розробці найбільш оптимальної форми організації території землекористування на основі запровадження вузькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією. Побудова таких сівозмін має здійснюватись за науковими принципами, головний з яких — науково обґрунтоване розміщення і чергування культур за законами плодозміни. Саме цей чинник є основою високої і стабільної продуктивності культур, збалансованості показників родючості ґрунту і фітосанітарного стану посівів. Оптимальна тривалість ротації таких сівозмін має бути 4-пільна (при варіюванні від 3- до 5-пільної). Це зумовлено вимогами до розміщення культур після відповідних попередників і дотримання періоду повернення культур на попереднє місце вирощування, який для більшості з них становить 3–4 роки. Але є культури (льон, люпин, соняшник, капуста, баштанні), які можуть повертатися в сівозміні на попереднє місце вирощування не раніше, ніж через 5–8 років. Недотримання цих нормативів при побудові сівозмін призводить до накопичення інфекції в ґрунті і посівах, розповсюдження шкідників та хвороб.

За законом плодозміни сівозміна має бути насиченою на 50% зерновими колосовими, на 25 — бобовими (кормовими) і зернобобовими, на 25% просапними культурами. Це означає, що на окремих полях короткоротаційних сівозмін можна вирощувати декілька культур, близьких між собою за біологічними властивостями, наприклад цукрові і кормові буряки, кукурудза на зерно і силос.

Якщо сівозміна надто спрощена (до 2–3 полів), до неї слід максимально залучати проміжні, сидеральні посіви для послаблення явища алелопатичної ґрунтовтоми, періодично вводити парові поля, особливо в зоні Степу.

Набір культур у короткоротаційних сівозмінах визначається спеціалізацією господарства, а остання в свою чергу — зональними ґрунтово-кліматичними умовами та кон'юнктурою ринку.

У зв'язку з розвитком кількох галузей у господарстві, різноманітністю вирощуваних культур, наявністю різних типів ґрунтів та рельєфу тощо кожне господарство повинне розробляти систему сівозмін. У поєднанні з полями під багаторічними культурами, пасовищами та сінокосами сівозміни дають змогу найбільш повноцінно використовувати та підвищувати родючість ґрунтів. У табл. 68–73 наведено орієнтовні схеми польових, кормових та спеціальних сівозмін для різних ґрунтово-кліматичних зон України.

### Контрольні запитання

1. Поняття про сівозміну, повторні і беззмінні посіви, монокультура.
2. Схема чергування культур і ротація сівозміни.
3. Чутливість сільськогосподарських культур до повторних і беззмінних посівів.
4. Теоретичні основи необхідності чергування культур у сівозміні.
5. Пари, їх класифікація і роль у сівозміні.
6. Вплив сільськогосподарських культур на родючість ґрунту.
7. Попередники основних культур у сівозміні та їх оцінка.
8. Проміжні культури, їх класифікація та значення.
9. Класифікація, призначення і роль сівозмін.
10. Передумови для розробки і впровадження сівозмін.
11. Етапи впровадження сівозмін.
12. Принципи розміщення культур на полях.
13. Освоєння сівозмін.
14. Перехідна таблиця та порядок переходу до запроєктованої сівозміни.
15. Ротаційна таблиця та її використання.
16. Причини порушення сівозмін та їх усунення.
17. Книга історії полів, її ведення та використання.

Таблиця 68

Орієнтовні схеми польових сівозмін

Номер	Степ		Зрошувальні землі	Лісостеп		Полісся	
	Центральні, південні та південно-східні райони	Північні та північно-західні райони		Південні та південно-східні райони	Північні, центральні і західні райони	Більш родючі зв'язні ґрунти	Піщані ґрунти
1	Чорний пар	Чорний пар і зайнятий пар	Люцерна	Чорний пар і зайнятий пар	Багаторічні трави	Конюшина	Люпин на зелене добриво та зелений корм
2	Озима пшениця	Озима пшениця	Люцерна	Озима пшениця	Озима пшениця	Озима пшениця	Жито, післяжнивний люпин
3	Озима пшениця	Цукрові буряки	Озима пшениця, післяжнивні посіви кормових культур	Цукрові буряки	Цукрові буряки	Льон	Картопля
4	Кукурудза	Ярі колосові	Цукрові буряки	Ярі колосові + багаторічні трави	Зернобобові	Картопля	Люпин на зерно і зелену масу
5	Ячмінь	Кукурудза на силос	Соя	Багаторічні трави	Озима пшениця	Кукурудза	Жито і картопля
6	Чорний пар зайнятий	Озима пшениця	Кукурудза на зерно	Озима пшениця, післяжнивні посіви	Цукрові буряки	Зернобобові	Овес
7	Озима пшениця	Кукурудза	Кукурудза на зерно	Цукрові буряки	Кукурудза на силос	Озима пшениця	
8	Кукурудза на зелений корм і силос	Зернобобові	Кукурудза на силос	Зернобобові і кукурудза на силос	Озима пшениця	Люпин, просапні, гречка	
9	Озима пшениця	Озима пшениця	Озима пшениця, літні посіви люцерни	Озима пшениця	Кукурудза	Озимі та ярі колосові + конюшина	
10	Соняшник	Соняшник та ін.		Кукурудза на зерно	Ярі + багаторічні трави		

Таблиця 69

**Орієнтовні схеми сівозмін з короткою ротацією**

Номер поля	Полісся	Лісостеп	Степ
1	Конюшина або од- норічні трави	Конюшина, еспар- цет, горох	Чорний пар
2	Озимі (пшениця, жито)	Озима пшениця	Озима пшениця
3	Картопля, овочі	Цукрові буряки	Кукурудза на зерно
4	Ячмінь + конюшина	Ячмінь, овес, куку- рудза на зерно	Ячмінь
1	Конюшина або озима пшениця	Горох	Чорний пар
2	Льон, картопля	Озима пшениця	Озима пшениця
3	Кукурудза	Кукурудза	Озима пшениця
4	Ярі зернові + ко- нюшина	Кукурудза	Соняшник

Таблиця 70

**Орієнтовні схеми кормових (прифермських) сівозмін**

Номер поля	Степ	Лісостеп	Полісся
1	Люцерна	Люцерна	Багаторічні трави
2	Люцерна	Люцерна	Багаторічні трави
3	Люцерна	Кукурудза на зе- лений корм	Кукурудза на зеле- ний корм і силос
4	Однорічні трави, кукурудза на зелений корм	Озимі на зелений корм, післяукісні посіви кормових культур	Люпин на зелений корм
5	Озимі на зеле- ний корм, після- укісні посіви ко- рмових культур	Сумішка кукуру- дзи з бобовими на силос	Озимі на зелений корм, післяукісні по- сів
6	Коренеплоди	Коренеплоди	Коренебульбоплоди
7	Ярі колосові з підсівом люцер- ни	Вико-вівсяна су- мішка на зелений корм з підсівом люцерни	Вико-вівсяна суміш- ка на зелений корм з підсівом багаторіч- них трав

Таблиця 71

**Орієнтовні схеми спеціальних сівозмін**

Номер поля	Овочева сівозміна на осушених торфових ґрунтах	Рисова сівозміна на зрошуваних землях	Ґрунтозахисна сівозміна на схилах крутизною 3–7°
1	Картопля	Рис	Багаторічні трави
2	Капуста	Рис	Багаторічні трави
3	Столові коренеплоди	Меліоративне поле (озимі або ярі зернові)	Озима пшениця, післяжнивні посіви на корм
4	Картопля	Рис	Однорічні трави
5	Капуста	Рис	Озима пшениця, післяжнивні посіви на корм
6	Вико-вівсяна сумішка + літній посів багаторічних трав	Ячмінь з підсівом люцерни	Ячмінь з підсівом багаторічних трав
7	Багаторічні трави	Люцерна	
8	Багаторічні трави	Люцерна	
9	Багаторічні трави		

Таблиця 72

## План освоєння 8-пільної польової сівозміни

Прийняте чергування культур

Номер поля	Площа, га	Фактичне розміщення культур на площі, га			Розміщення культур у роки освоєння на площі, га	
		2000 р.	2001 р.	2002 р.	2003 р.	
I	69	Конюшина – 30 Озима пшениця – 25 Люпин на зерно – 14	Льон – 30 Кукурудза – 25 Озиме жито – 14	Озима пшениця – 50 Ярі – 19	Картопля – 69	
II	68	Кукурудза – 68	Гречка – 22 Картопля – 46	Кукурудза на силос – 68	Озиме жито – 68	
III	70	Ячмінь з підсівом конюшини – 42 Картопля – 20 Просо – 8	Конюшина – 42 Кукурудза на зелений корм – 28	Озима пшениця – 70	Льон – 40 Зернобобові – 30	
IV	71	Озима пшениця – 60 Озиме жито – 11	Картопля – 60 Кукурудза – 11	Ячмінь з підсівом конюшини – 71	Конюшина – 71	
V	70	Льон – 38	Озима пшениця – 70	Картопля – 70	Кукурудза на силос – 70	
VI	67	Кукурудза – 55 Горох – 12	Ячмінь з підсівом конюшини – 55 Озиме жито – 12	Конюшина – 55 Вико-вівсяна суміш – 12	Озима пшениця – 67	
VII	70	Картопля – 70	Кукурудза на силос – 60 Люпин – 10	Озиме жито – 70	Ячмінь з підсівом конюшини – 70	
VIII	68	Озиме жито – 50 Вико-овес – 18	Картопля – 50 Озиме жито – 18	Льон – 40 Зернобобові – 28	Озима пшениця – 68	

1. Конюшина

2. Осима пшениця

3. Льон, зернобобові

4. Осима пшениця

5. Картопля

6. Кукурудза на силос

7. Осиме жито

8. Ярі зернові з підсівом конюшини

Таблиця 73

## Ротаційна таблиця 8-пільної польової сівозміни

Номер поля	Роки							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
I	Конюшина	Озимі	Льон, зернобобові	Озимі	Картопля	Озимі	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини
II	Озимі	Льон, зернобобові	Озимі	Картопля	Озимі	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина
III	Льон, зернобобові	Озимі	Картопля	Озимі	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина	Озимі
IV	Озимі	Картопля	Озимі	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина	Озимі	Льон, зернобобові
V	Картопля	Озимі	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина	Озимі	Льон, зернобобові	Озимі
VI	Озимі	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина	Озимі	Льон, зернобобові	Озимі	Картопля
VII	Кукурудза на силос	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина	Озимі	Льон, зернобобові	Озимі	Картопля	Озимі
VIII	Ярі зернові з підсівом конюшини	Конюшина	Озимі	Льон, зернобобові	Озимі	Картопля	Озимі	Кукурудза на силос

## **27. ОБРОБІТОК ҐРУНТУ**

ОБРОБІТОК ҐРУНТУ — основний агротехнічний захід механічної зміни природних чи штучних властивостей ґрунту робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь задля оптимізації умов вирощування сільськогосподарських культур. За обробітком ґрунту він стає пухким, посилюються водообмін, газообмін, теплообмін між суміжними шарами, рухливість поживних речовин, врівноважуються аеробний і анаеробний мікробіологічні процеси, ґрунт очищується від бур'янів, шкідників та збудників хвороб сільськогосподарських культур тощо.

Системи обробітку ґрунту залежать від поточних агрометеорологічних і агрокліматичних умов, ступеню окультуреності ґрунтів, видів вирощуваних культур, їх попередників і інших особливостей.

Правильний обробіток ґрунту — одна з ланок підвищення його родючості, вирощування високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур, захисту його від ерозії.

Система обробітку ґрунту має вирішувати головне завдання — створення оптимальної будови орного шару для вирощуваних культур.

Застосування окремих прийомів обробітку ґрунту має бути спрямоване на створення дрібногрудочкуватої пухкої будови орного шару, запобігання його розпиленню, на поліпшення водного, теплового та повітряного режимів, очищення ґрунту від бур'янів, хвороб та шкідників, зароблянням в ґрунт рослинних решток та добрив, захист його від водної та вітрової ерозії, зміну форми поверхні поля, створення умов для сівби і проростання насіння культурних рослин, догляду за посівами, збирання урожаю без зайвих втрат.

### **27.1. Технологічні процеси механічного обробітку ґрунту**

Усі процеси обробітку ґрунту зводяться до таких основних технологічних операцій: перевертання, розпушування, подрібнення,

переміщування, вирівнювання, ущільнення ґрунту, підрізування стерні і бур'янів, утворення гребенів.

Перевертання верхнього шару ґрунту — це переміщування шарів ґрунту у вертикальному напрямку. Внаслідок перевертання у ґрунт заробляються післяжнивні рештки, дернина, добрива, насіння бур'янів, збудники хвороб, шкідники сільськогосподарських культур тощо. Під час перевертання верхня, родюча і більш розпилена частина орного шару ґрунту переміщується вниз, а нижня — вверху. Періодичне перевертання ґрунту поліпшує фізичні властивості та біологічну активність орного шару, тобто усуває диференціацію цього шару ґрунту, створюючи кращі умови для живлення рослин. Перевертання глибших підорних шарів ґрунту при внесенні Добрив сприяє окультуренню виораної частини його, тобто збільшує потужність орного шару.

Перевертання ґрунту здійснюють переважно плугами з полицями. Проте ефективність перевертання ґрунту не завжди однакова. У районах поширення вітрової ерозії під час повного загортання післяжнивних решток у ґрунті менше нагромаджується вологи і створюються умови для ерозії. Тому в цих районах застосовують безполицевий обробіток ґрунту. Проте такий тривалий обробіток ґрунту призводить до диференціації родючості орного шару. Отже, щоб посилити біогенність ґрунту і забезпечити однорідність орного шару, доцільно періодично його перевертати, а в сівозмінах застосовувати полицево-безполицевий обробіток ґрунту на різну глибину.

Після розпушування і подрібнення ґрунту зменшуються розміри ґрунтових часточок, змінюється їх взаємне розміщення, збільшується пористість та зменшується щільність, поліпшуються водо- і повітропроникність ґрунту, життєдіяльність аеробних мікроорганізмів та умови росту рослин. Крім того, під час розпушування руйнується ґрунтова кірка, створюється мульчуючий шар, який захищає ґрунт від пересихання. Для різних культур залежно від ґрунтово-кліматичних умов потрібний певний оптимальний ступінь розпушування ґрунту. Під час обробітку ґрунт розпушується всіма ґрунтообробними знаряддями, крім котків. Ступінь розпученості ґрунту характеризується його щільністю, твердістю та будовою. Якість подрібнення залежить від гранулометричного складу та вологості ґрунту, його задерніння,

окультуреності, конструкції та швидкості руху знарядь під час обробітку. Важкі та задернілі ґрунти подрібнюються погано, особливо при нестачі вологи.

*Перемішування ґрунту* застосовують для створення однорідного орного шару та рівномірного розподілу в ньому добрив, мікроорганізмів, сидератів, рослинних решток, вапна, гіпсу тощо. Після перемішування у ґрунті створюються умови для кращої мінералізації органічних та більш повного використання важкодоступних поживних речовин за рахунок активізації життєдіяльності в орному шарі мікроорганізмів.

Однорідність орного шару потрібна для рівномірного росту і розвитку рослин та одночасного їх досягання.

Ґрунт добре перемішується під час його перевертання та розпушування різними знаряддями. Проте найкраще він перемішується фрезою. Перемішування ґрунту не допускається на ерозійно небезпечних землях, під час створення ущільненого шару, при наявності на поверхні ґрунту після обробітку стерні, а також під час пошарового і місцевого внесення органічних та мінеральних добрив. Вирівнювання поверхні ґрунту зменшує випаровування води, створює кращі умови для сівби, догляду за рослинами та збирання врожаю, а в умовах зрошення — для проведення поливів. Вирівнювання ґрунту з одночасним його ущільненням перед сівбою забезпечує появу дружних і повних сходів, особливо дрібнонасінних культур. На вирівняній поверхні ґрунту добові коливання теплового і водного режимів виявляються менше, ніж на гребеневій поверхні.

Для вирівнювання ґрунту використовують культиватори, борони, шлейф-волокуші, легкі котки, а під час вирощування культур із зрошенням — грейдери, бульдозери, скрепери, важкі волокуші. В умовах зрошення технологічна операція для підготовки ґрунту до сівби називається *малуванням*.

**Ущільнення** — це зміна взаємного розміщення часточок ґрунту для зменшення його щільності. Завдяки цій технологічній операції збільшується капілярна пористість ґрунту та зменшуються некапілярна і загальна. Найчастіше ущільнюють легкі ґрунти та ті, які тільки підготували до сівби у районах з недостатнім зволоженням. Це забезпечує ущільнення ґрунту на значну товщину, а наступне розпушування на глибину сівби сприяє утворенню

ущільненого ложе для розміщення насіння та надходження до нього по капілярах вологи. Такий стан шару ґрунту дає змогу зменшити непродуктивні витрати вологи та поліпшити умови проростання насіння.

Для ущільнення ґрунту використовують котки (гладенькі, кільчасті, рубчасті, кільчасто-шпорові) різних діаметра та маси.

**Підрізування стерні і бур'янів.** Здебільшого ця операція поєднується з перевертанням, розпушуванням та перемішуванням ґрунту. Здійснюються ці процеси під час лущення, оранки та культивації. Спосіб і глибина обробітку ґрунту залежать від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культур, забур'яненості поля тощо. Обробіток ґрунту на глибину понад 24 см називають глибоким, до 16 — мілким, а до 8 см — поверхневим. Доведено, що збільшення глибини обробітку ґрунту під польові культури понад 35 см економічно не вигідне. Найглибший обробіток ґрунту під культури сівозміни, який істотно змінює його будову, називають *основним обробітком ґрунту*. У певних ґрунтово-кліматичних зонах його виконують різними знаряддями. Так, на ґрунтах, де не діє водна ерозія, переважно поле орють плугом з передплужником, а при вітровій ерозії здійснюють плоскорізний обробіток.

Оранка — спосіб обробітку ґрунту, який забезпечує перевертання, перемішування і розпушування орного шару, а також підрізування підземної частини рослин, загортання добрив та післяжнивних решток.

Оранку проводять восени в системі зяблевого обробітку ґрунту, інколи навесні (веснооранка). Основними робочими органами плуга є леміш і полиця. Полиці бувають звичайними, циліндричними, напівгвинтовими та культурними (рис. 31). Від форми полиці залежать перевертання, подрібнення та розпушування ґрунту.

Промисловість випускає переважно плуги з культурною формою полиці. Такі плуги не повністю відповідають вимогам до якості оранки. Це пов'язано з тим, що технологічні властивості верхньої і нижньої частин орного шару ґрунту неоднакові. Верхня частина ґрунту характеризується вищою зв'язністю, оскільки містить більшу частину коренів і сухіша від нижньої.

На полі для створення мікрорельєфу та усунення надмірного зволоження, регулювання повітряного і теплового режимів

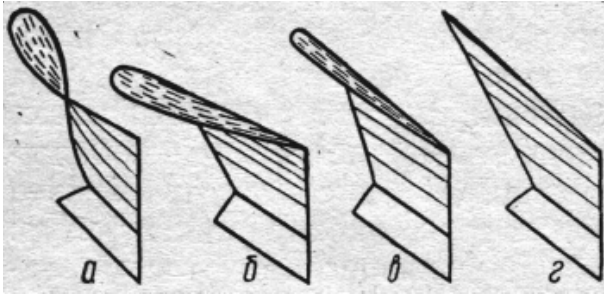


Рис. 31. Форми полиці:

а — гвинтова; б — циліндрична; в — напівгвинтова; г — культурна

ґрунту, запобігання прояву водної ерозії нарізують борозни, формують гребені та гряди підгортаючими борозноробами та спеціальними плугами. На схилах здійснюють лункування, тобто роблять дисковими лункокопачами замкнені заглиблення на поверхні поля, внаслідок чого зменшуються стікання води та ерозійні процеси.

## 27.2. Заходи і способи обробітку ґрунту

Одноразову дію на ґрунт ґрунтообробними машинами і знаряддями називають *прийомом обробітку ґрунту*.

Технологічні операції при механічному обробітку ґрунту включають окремі прийоми обробітку, основними з яких є оранка, лущення, культивація, боронування, шлейфування, коткування, плоскорізний обробіток.

Найпоширенішими способами обробітку ґрунту є полицевий та безполицевий. *Полицевим* називається обробіток ґрунту полицевими знаряддями з повним або частковим перевертанням його шарів. Безполицевий обробіток ґрунту здійснюють без перевертання шарів.

*Оранка* — це обробіток ґрунту плугом, під час якого він подрібноється, розпушується та перевертається.

Найдосконалішою є оранка плугом з передплужником (культурна оранка). Передплужник за будовою нагадує корпус плуга. Встановлюють його перед кожним корпусом плуга, при цьому відстань

від носка передплужника до носка основного корпуса 25–30 см (рис. 32). Передплужник зрізує і скидає на дно борозни верхній шар ґрунту 10–12 см завтовшки, а основний корпус плуга прикриває його нижнім розпушеним шаром. Під час оранки плугом з передплужником краще загортаються в ґрунт післяживні рештки і бур'яни, зменшуються брилистість та гребенястість ґрунту.

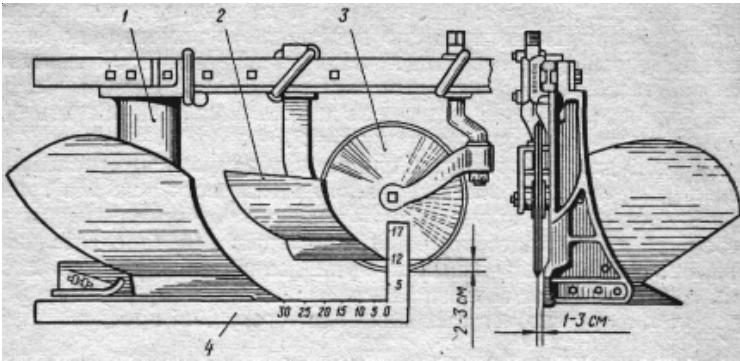


Рис. 32. Установка передплужника і дискового ножа на плузі:  
1 — корпус плуга; 2 — передплужник; 3 — дисковий ніж; 4 — кутник

Як правило, плугом з передплужниками орють на ґрунтах, де глибина орного шару не менш як 20 см. Якщо глибина орного шару менша, то верхній шар ґрунту, скинутий передплужником на дно борозни, не повністю прикривається нижнім, а це особливо важливо під час обробітку задернілих ґрунтів.

Плуги без передплужників використовують на осушених болотах з товстим шаром торфу, на розкорчованих ділянках, де пеньки ускладнюють роботу передплужників, під час заорювання у ґрунт гною, сидеральних добрив та при повторному переорюванні поля.

На якість оранки впливає її глибина та строки проведення. Найбільш поширена осіння зяблева оранка. Після зяблевої оранки у ґрунті більше нагромаджується вологи, краще відновлюється структура, а також підвищується ефективність боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. Проведення зяблевої оранки сприяє зменшенню напруженості під час весняно-польових робіт.

Багаторічними дослідженнями доведено, що високі і сталі врожаї ярих культур збирають тоді, коли їх висівають на полях, де провели зяблеву оранку. Весняну оранку застосовують тільки на заплавних та на легких за гранулометричним складом ґрунтах на Поліссі під час внесення органічних добрив навесні.

Орати поле треба тоді, коли настане фізична сплість ґрунту (вологість 40–60% повної вологоємкості). При цьому трактором витрачається найменше тяглових зусиль, ґрунт не мажеться, не розпилюється і добре кришиться, тоді як при оранці перезволоженого або пересушеного ґрунту утворюються великі брили або він розпилюється.

Велике значення для підвищення родючості ґрунту та для вирощування високих урожаїв має глибина оранки. Після оранки краще розвивається коріння культурних рослин, у ґрунті нагромаджується більше вологи і поживних речовин. Глибока оранка ефективна також для боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин.

Залежно від ґрунтово-кліматичних умов і біологічних особливостей вирощування рослин оранку проводять на різну глибину.

Оранку на глибину до 20 см називають *мілкою*, до 20–22 — *звичайною*, понад 20–22 — *глибокою*, а понад 40 см — *плантажною*.

При систематичному застосуванні мілкої оранки збільшується забур'яненість полів, поширюються шкідники та хвороби, спостерігається нестача вологи для культурних рослин. Глибока або звичайна оранка сприяє більшому накопиченню і збереженню вологи, в ґрунті, поліпшенню його фітосанітарного стану та умов для життєдіяльності корисної мікрофлори.

Сільськогосподарські культури по-різному реагують на глибину оранки. Значний приріст врожаю при глибокій оранці (до 30–32 см) дають цукрові буряки, картопля, кукурудза, соняшник, овочеві культури. Під зернові колосові культури рекомендується орати на глибину до 25 см. Плантажну оранку застосовують при закладанні садів та ягідників. Дослідами встановлено, що післядія глибокої оранки триває протягом 2–3 років, тому в сівозміні щорічно її не проводять.

Найкращі наслідки отримують при застосуванні рекомендованого для всіх зон України обробітку ґрунту на різну глибину,

тобто при поєднанні глибоких обробітків (30–32 см) із звичайними (20–22 см) та мілкими (до 16 см). На періодичність їх впливають прийняте чергування культур у сівозміні, а також ґрунтово-кліматичні умови. Крім того, попеременна глибина основного обробітку ґрунту в сівозміні має як агротехнічне, так і економічне значення.

**Способи оранки.** На виробництві використовують два способи оранки: загінний і гладенький. Застосування того або іншого способу оранки залежить від розміру та форми поля, конструкції плугів. Найпоширенішим способом оранки є загінний (рис. 33).

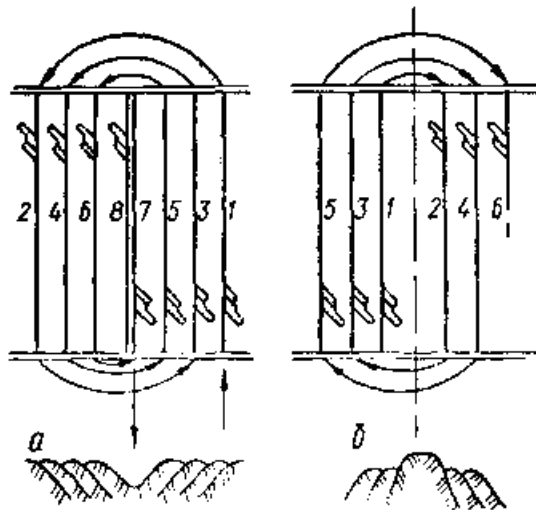


Рис. 33. Схема загінної оранки врозгін (а) та всклад (б)

Техніка загінної оранки починається з поділу поля на загінки прямокутної форми. Довжина загінки, як правило, відповідає довжині поля, а ширина її кратна ширині захвату орного агрегату. Цього треба дотримуватися для того, щоб не залишалися нерозорані місця (огріхи), обробка яких потребує додаткових витрат полива та часу. Ці смуги орють упоперек напрямку загінки після закінчення їх обробітку.

Виділені загінки орють всклад або врозгін. Оранку всклад починають з середини загінки, а в кінці її повертають вправо. При

цьому посередині загінки утворюється звальний гребінь, а між сусідніми загінками — розгінні борозни. Оранку врозгін починають з правого боку загінки, а в кінці її повертають вліво, внаслідок чого посередині загінки утворюється розгінна борозна, а по краях — звальні гребені.

Після загінної оранки на полі залишаються звальні гребені і розгінні борозни, які погіршують умови використання сільськогосподарських машин, зокрема комбайнів, та посилюють процеси ерозії ґрунтів. Тому, щоб зменшити кількість борозен і гребенів, поле розбивають на непарну кількість загінків — три, п'ять, сім і т. д. На непарних загінках орють всклад, а на парних — врозгін, що дає змогу вдвоє зменшити кількість борозен та гребенів на полі, оскільки борозни непарних загінків закриваються після оранки парних, а по межах загінків не утворюються ні борозни, ні гребені.

Гладеньку оранку, після якої на полі не залишається ні розгінних борозен, ні звальних гребенів, застосовують у гірських районах, в умовах зрошення та на дослідних ділянках. Для цього використовують спеціальні балансирні (з двома секціями корпусів — правим і лівим) або оборотні (кожний плуг з правим і лівим корпусами) плуги.

Щоб зменшити ерозію ґрунту на схилах, його орють упоперек схилу або по горизонталях.

Для районів, де є прояви вітрової ерозії, та районів з нестійким зволоженням розроблено ґрунтозахисну систему обробітку ґрунту. Вона передбачає збереження на поверхні поля стерні або мульчуючого шару з органічних решток для накопичення снігу та захисту ґрунту від ерозії. У цих районах основний обробіток ґрунту здійснюють культиваторами-плоскорізами та плоскорізами-глибокорозпушувачами на глибину до 30 см. Такий вид обробітку ґрунту називається *плоскорізним*.

**Прийоми поверхневого обробітку ґрунту.** До поверхневих прийомів обробітку ґрунту належать такі: лущення, культивація, боронування, шлейфування, прикочування та малування. При їх застосуванні забезпечується розпушування ґрунту, вирівнювання та ущільнення його верхнього шару, знищення бур'янів. Ці прийоми поверхневого обробітку ґрунту сприяють доброякісному проведенню сівби, догляду за рослинами та збиранню врожаю.

**Лущення** — це обробіток ґрунту після збирання культур суцільного способу сівби, який забезпечує подрібнення, розпушування, часткове перевертання та перемішування ґрунту, підрізування бур'янів та загортання їх насіння у верхній шар ґрунту.

Основним завданням лущення є збереження і нагромадження вологи в ґрунті та знищення бур'янів. Крім того, лущення зменшує питомий опір ґрунту ґрунтообробним знаряддям, що дає змогу якісно обробити поле.

Лущення стерні виконують відразу після збирання зернових або вслід за ним тому, що навіть при незначному запізненні з лушенням ґрунт швидко висихає й ефективність його значно знижується.

Для лушення стерні застосовують дискові та лемішні лушильники (рис. 34, 35). Здебільшого кращу якість лушення забезпечують лемішні знаряддя. Дискові лушильники добре подрібнюють коріння багаторічних трав, особливо кореневища і дернину, проте погано заглиблюються в ґрунт улітку, який буває сухим та ущільненим. Тому для збільшення глибини розпушування, а та-

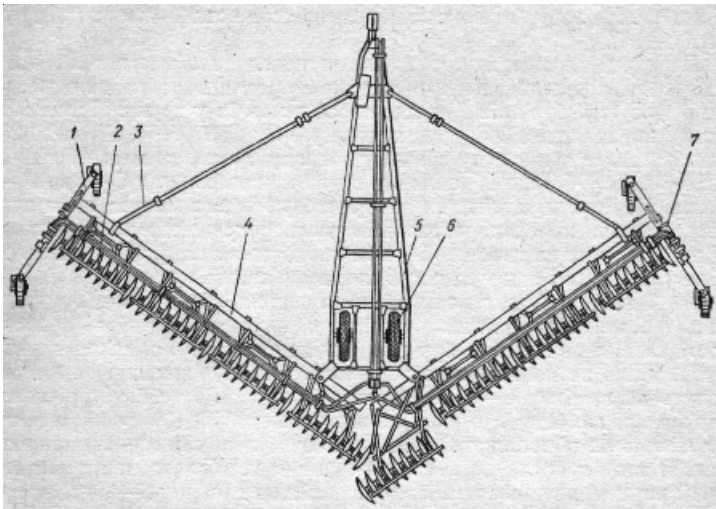


Рис. 34. Причіпний дисковий гідрофікований лушильник ЛДГ-10Б:  
1 — каретка з самоустановлюваними колесами; 2 — батарея дискова;  
3 — тяга; 4 — брус секції; 5 — рама; 6 — опорне колесо; 7 — гідроциліндр

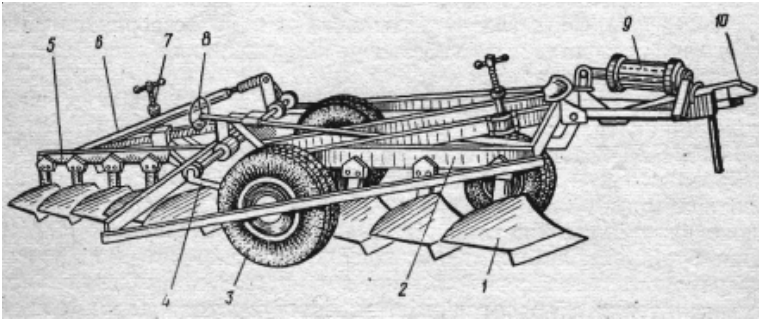


Рис. 35. Лемішний плуг-луцильник ПЛА-10-25:

1 — корпус; 2 — секція рами; 3 — колесо; 4 — вісь; 5 — штанга; 6, 7 — регулятори глибини; 8 — довантажувач; 9 — гідроциліндр; 10 — причіпний пристрій

кож для підрізування бур'янів диски батареї встановлюють під відповідним кутом до напрямку руху агрегату (кут атаки), який можна змінювати від 15 до 35°. На забур'янених полях диски слід встановлювати під кутом 30–35°.

Переваги полицевих луцильників перед дисковими полягають у тому, що вони забезпечують глибше луцення поверхні поля, більше підрізають бур'янів і краще заробляють їх у ґрунт. Промисловість випускає лемішні луцильники марок ПЛ-5-25 і ППЛ-10-25, ПЛС-6-25 якими можна лущити на глибину від 8 до 16 см, та дискові марок ЛДГ-10А(Б), ЛДГ-15А, ЛД-14, ЛД-10, що обробляють ґрунт на глибину від 6–8 до 10–12 см. Лемішні луцильники використовують насамперед на полях, забур'янених коренепаростковими та кореневищними бур'янами. Милке луцення на глибину 5–6 см дисковими знаряддями ефективніше у боротьбі з одното дворічними бур'янами.

Щоб забезпечити високу якість луцення, під час підбору знарядь і встановлення глибини слід враховувати біологічні особливості та видовий склад бур'янів, ущільнення та вологість ґрунту тощо. Якщо на полі переважають малорічні бур'яни, луцення проводять на глибину 6–8 см, а якщо поле засмічене багаторічними бур'янами, глибину луцення збільшують до 10–14 см. Запирієні ділянки поля обробляють дисковими луцильниками у двох напрямках. Якщо коренепаросткових бур'янів дуже багато, поле

лушать двічі: перший раз дисковими знаряддями на глибину 6–8 см, а другий — лемішними лушчильниками на глибину 10–12 см під час появи розеток бур'янів.

Важливим показником високоякісного луцення є відсутність на поверхні поля будь-яких огріхів, повне підрізування бур'янів та стерні, загортання в ґрунт насіння бур'янів і створення розпушеного шару ґрунту, який забезпечує збереження та нагромадження вологи під час опадів.

Для луцення важких ущільнених ґрунтів після вирощування багаторічних трав застосовують важкі дискові борони марок БДВ-6, БДТ-3 або БДВ-7 (рис. 36).

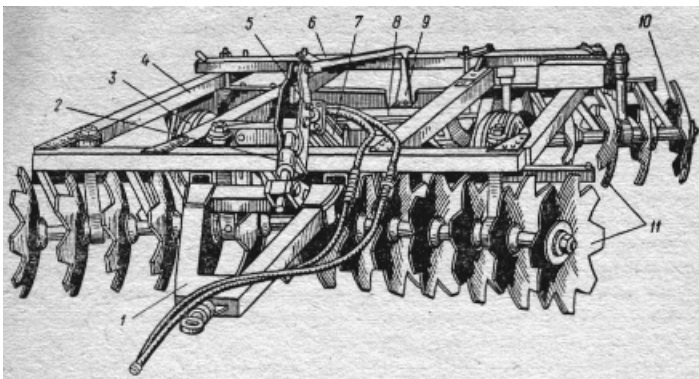


Рис. 36. Важка дискова борона БДТ-3:

1 — причіпний пристрій; 2 — регулювальний гвинт; 3 — колесо; 4 — рама; 5 — важіль; 6 — тяга; 7 — гідроциліндр; 8 — вісь; 9 — кулак; 10 — чистих; 11 — батареї дисків

**Культивація** — це суцільний або міжрядний обробіток ґрунту культиваторами, який забезпечує подрібнення, розпушування, часткове перемішування та вирівнювання ґрунту, а також підрізування бур'янів. Глибина культивації досягає 14 см. Культивация поліпшує водно-повітряний режим ґрунту, активізує життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів, забезпечує умови для дружного проростання бур'янів.

За призначенням розрізняють культиватори парові (для суцільного обробітку ґрунту перед сівбою та обробітку парів), просапні (для міжрядного обробітку посівів просапних культур), універсальні

(для суцільного обробітку ґрунту і міжрядного обробітку посівів просапних культур). При суцільній культивуванні використовують причіпні або начіпні культиватори марки КПС-4 (КП-4), КШУ-12, КШУ-8 і КШУ-4, а на важких запливаючих ґрунтах та на ґрунтах, у яких поверхня глибиста, — культиватор-глибокорозпушувач фрезерний марки КФГ-3,6. Для збереження стерні на поверхні поля застосовують культиватори-плоскорізи марки КПШ-5 або КПШ-9. Ґрунт на парових полях у посушливих умовах обробляють культиваторами марки КШ-3,6А, КПЕ-3,8А або чизель-культиватором.

Культиватори для суцільного обробітку ґрунту укомплектовують розпушувальними і підрізувальними лапами. Розпушувальна лапа — це вузький, іноді долотоподібний леміш, який одночасно підрізує бур'яни та розпушує ґрунт. Проте розпушувальні лапи під час обробітку ґрунту не забезпечують суцільного перекриття своїх слідів. Тому культиватори з розпушувальними лапами застосовують на незабур'янених ущільнених ґрунтах. Розпушувальні лапи кріплять на жорстких (долотоподібна з наральником) або пружинних (пружинна) стояках.

Недоліком культиваторів з пружинними лапами є неповне підрізання бур'янів, особливо коренепаросткових, значне розпилення ґрунту, утворення невіривняної поверхні поля. Отже, для передпосівного обробітку ґрунту доцільно застосовувати культиватори з розпушувальними лапами.

Підрізувальні лапи бувають стрілчасті плоскорізні та стрілчасті універсальні і призначені для неглибокого розпушування ґрунту. Такі лапи ґрунт під час обробітку не перевертають, проте повністю підрізають бур'яни. Обробіток ґрунту підрізувальними лапами забезпечує найкраще зберігання вологи в ньому, зокрема в шарах, які знаходяться нижче глибини розпушування.

У стрілчастих плоскорізних лап кут між лезами, при якому забезпечується повне підрізання бур'янів, на піщаних ґрунтах становить 70–75°, суглинкових — 60–65°, чорноземних — 50–60°. При зменшенні цього кута погіршується підрізання бур'янів, а при збільшенні — вони налипають на леза, внаслідок чого погіршується якість обробітку ґрунту. Стрілчасті універсальні лапи більше придатні для глибокої культивації. На відміну від стрілчастих плоскорізних кут нахилу у них до поверхні збільшується до 30°.

Культиватори з підрізувальними лапами — найкраще знаряддя для передпосівної підготовки ґрунту, міжрядного обробітку посівів просапних культур та для обробітку парів.

У районах поширення вітрової ерозії широко застосовують культиватори-плоскорізи, які розпушують ґрунт на глибину до 16 см і залишають стерню на поверхні ґрунту. Робочими органами таких культиваторів є ножі, встановлені під певним кутом.

Чизель-культиватори, які забезпечують глибоке розпушування без перевертання брили, застосовують під час весняного обробітку зябу в районах надмірного зволоження і зрошуваного землеробства та під час першого весняного обробітку чорного пару в південних районах. Робочими органами чизель-культиватора є розпушувальні вузькі долотоподібні лапи, змонтовані на міцній рамі на відстані 15–20 см одна від одної. Легкими чизель-культиваторами можна розпушувати ґрунт на глибину 20–30 см, важкими — до 45 см.

Для розпушування брилистої ріллі, особливо на важких ґрунтах, а також на цілинних і перелогових землях, застосовують дискові культиватори, робочими органами яких є сферичні диски без вирізів або з вирізами. При поверхневому розпушуванні ущільненої дернини на луках краще застосовувати дискові знаряддя з вирізними дисками.

Міжрядну культивацію та букетування (прорізування сходів просапних культур) проводять просапними культиваторами, які мають спеціальний набір лап. Досить широко на посівах просапних культур застосовують культиватори-підживлювачі, за допомогою яких одночасно з міжрядним обробітком вносять у ґрунт і загортають добрива.

Універсальними культиваторами (КПГ-4, КРН-8,4, КРН-4,2Г та ін.) виконують передпосівний обробіток ґрунту, обробляють посіви просапних культур і пари, нарізають борозни для поливів тощо. Для виконання інших сільськогосподарських робіт на культиваторах замінюють робочі органи.

Спеціальні культиватори призначені для обробітку міжрядь лише однієї культури, наприклад, сівалку-культиватор-підживлювач КРШ-8,1 застосовують для вирощування овочевих культур.

Універсальним знаряддям є буряковий культиватор-рослино-підживлювач УСМК-5,4В. Він призначений для передпосівного

обробітку ґрунту, руйнування ґрунтової кірки ротаційними робочими органами, проріджування сходів, міжрядного обробітку колільними лапами із захисними дисками та підживлення мінеральними добривами з одночасним розпушуванням ґрунту на глибину до 16 см. Під час суцільної культивуації раціональна швидкість руху агрегату до 10 км/год. За такої швидкості агрегату повністю підрізуються бур'яни, лапи менше забиваються, а поверхня поля стає більш вирівняною.

Спосіб культивуації — це спосіб руху агрегату. Найпростіший і найпоширеніший спосіб — човниковий. Діагонально-кутовий спосіб культивуації використовується тоді, коли напрям руху агрегату до бокових меж поля знаходиться під кутом. Способом перекриття проводять культивуацію на коротких гонах та на полях, де виїзд за межі поля неможливий. Після кожного нового заходу культиватор повторно обробляє смугу понад 15 см завширшки.

Глибину культивуації встановлюють залежно від завдань обробітку ґрунту, його вологості тощо. Наприклад, глибина передпосівної культивуації має відповідати глибині загортання насіння. Глибина міжрядних культивуацій просапних культур залежить від їх біологічних особливостей, способу вирощування, погодних умов.

Якість культивуації оцінюють за такими показниками: розходження середньої та фактичної глибин обробітку порівняно із заданою  $\pm(1-2)$  см; повнота підрізування бур'янів (не менш як 95%); висота гребенів та глибина борозен  $\pm(4-5)$  см; наявність огріхів та необхідних смуг (не допускається).

Оцінку за культивуацію виставляють у балах — від 0 до 9, враховуючи додаткові колії від проходів агрегату, обробіток поворотних смуг та країв полів. При наявності цих недоліків оцінка роботи може бути занижена, незалежно від оцінки за основними показниками.

**Боронування** — це обробіток ґрунту боронами, під час якого відбувається його подрібнення, розпушування і вирівнювання, а також знищення проростків та сходів бур'янів. Його застосовують як окремий прийом, а також у поєднанні з іншими. Для боронування використовують зубові, сітчасті, пружинні та ротаційні борони. Найбільш поширеними є зубові борони типу зигзаг з нерухомими зубами квадратної чи округлої форми (рис. 37).

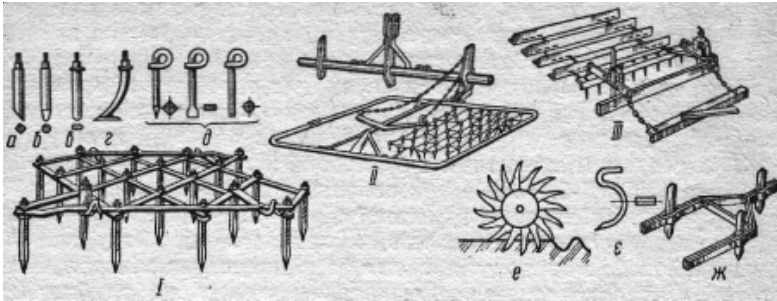


Рис. 37. Борони:

I — БЗТС-1,0; II — сітчаста БСО-4А; III — шлейф-борона ШБ-2,5; а — зуб квадратний; б — зуб округлий; в — зуб овальний; г — зуб лапчастий; д — зуби сітчастої борони; е — голчастий диск мотики; е — ножовий зуб лучної борони; ж — зуб пружинної борони

Борони, залежно від маси на один зуб, поділяють на важкі (тиск на один зуб — 1,6–2,0 кг), середні (1,2–1,5) та легкі (0,6–1,0 кг) з глибиною розпушування відповідно 5–8, 4–6, 2–3 см. При вологості ґрунту, близькій до фізичної сплості, борона добре подрібнює великі брили, створює дрібногрудочкуватий склад верхньої частини орного шару та не розпилює його. Найкраще розпушують ґрунт борони з квадратними та ромбічними зубами, якщо вони рухаються ребром уперед. Добре розпушують ґрунт та підрізують бур'яни борони, в яких зуби мають форму лапи. Ножовидні зуби легко заглиблюються в ґрунт, менше його розпилюють, проте недостатньо розпушують і майже не перемішують. Борони з плоскими ножовидними зубами називають скарифкаторами, їх застосовують на луках і пасовищах для посилення аерації ґрунту.

У зубових борін кут нахилу зубів сталий, проте є спеціальні важільні борони, в яких кут можна змінювати. Наприклад, прямо поставлені зуби краще розпушують ґрунт, а нахилені вперед — більше заглиблюються та краще вичісують кореневища пирію. Якщо зуби борони спрямовані назад, глибина обробітку ґрунту зменшується. Тому такі борони рекомендується застосовувати на легких ґрунтах для загортання дрібного насіння, а також для боронування озимих хлібів на полях, де рослини після перезимівлі ослаблені.

*Сітчасті борони* відрізняються від зубових тим, що кожний зуб їх може заглиблюватись у ґрунт незалежно від інших через рухомість каркаса, тому борона копіює мікрорельєф поля. Ці борони добре знищують сходи бур'янів і розпушують ґрунт, не пошкоджуючи сходів культурних рослин.

Сітчасті борони використовують для післяпосівного боронування посівів картоплі, кукурудзи та інших культур. Для досходового і післясходового боронування, а також для проріджування сходів цукрових буряків застосовують просапну сітчасту боронускребницю БСП-4А. Ротаційна борона БФ-4,6, БР-10 ефективна для міжрядного обробітку в посівах на гребенях, догляду за паровими полями.

Шлейф-борону ШБ-2,5А та інші марки борін застосовують для вирівнювання поверхні ґрунту, за винятком важких та солонцюватих ґрунтів, де можливе замазування поверхні ріллі.

Борону голчасту БИГ-3А використовують для розпушування ґрунту в системі плоскорізного обробітку. Вони добре розпушують ґрунт і не забиваються рослинними рештками.

У *пружинних* борін БПШ-8, БПН-8,4, БП-9,1 робочим органом є зігнуті плоскі пружини, на кінцях яких закріплені загострені наральники. Такі борони розпушують ґрунт на глибину до 12 см. Застосовують їх для обробітку полів, засмічених кореневищними бур'янами, кам'янистих ґрунтів та ділянок після розкорчовування лісу.

Боронування найефективніше тоді, коли його виконувати при фізичній спілості ґрунту і під певним кутом до напрямку оранки. При боронуванні вздовж напрямку оранки ґрунт не повністю розрівнюється та розпушується. Якщо боронують уперек напрямку оранки, то через нерівномірний рух борони ґрунт сильно розпилюється.

Під час боронування важливе значення має швидкість руху агрегату. Для досягнення високої якості роботи швидкість руху не повинна перевищувати при боронуванні ґрунту 7–9, а при боронуванні посівів 5–6 км/год.

Якість боронування оцінюють за такими ознаками: відсутність огривів, брил і гребенів та бур'янів; належна глибина розпушування (вимірюють у 20 місцях); стан розпилення ґрунту; своєчасність проведення.

Відмінну якість роботи оцінюють 9 балами при глибині розпушення не менш як 4 см, висоті гребенів та глибині борозенок не більш як 3 см, наявності грудок розміром понад 4 см не більш як 3–4 шт/м<sup>2</sup>, відсутності огріхів, належній обробці поворотних смуг.

**Коткування** — це обробіток ґрунту котками, які його ущільнюють, подрібнюють брили і частково вирівнюють поверхню. Застосовують його найчастіше перед сівбою та після неї для вирівнювання ріллі й ущільнення дуже розпушеного ґрунту. Внаслідок цього посилюється надходження вологи з нижніх шарів ґрунту до верхніх, забезпечується кращий контакт насіння з ґрунтом, що підвищує схожість насіння та прискорює появу сходів. Передпосівне коткування ґрунту сприяє проведенню доброякісної сівби, особливо якщо насіння дрібне і його треба загортати неглибоко.

При підготовці ґрунту для озимих культур після зайнятих парів і непарових (стерньових) попередників коткування є ефективним

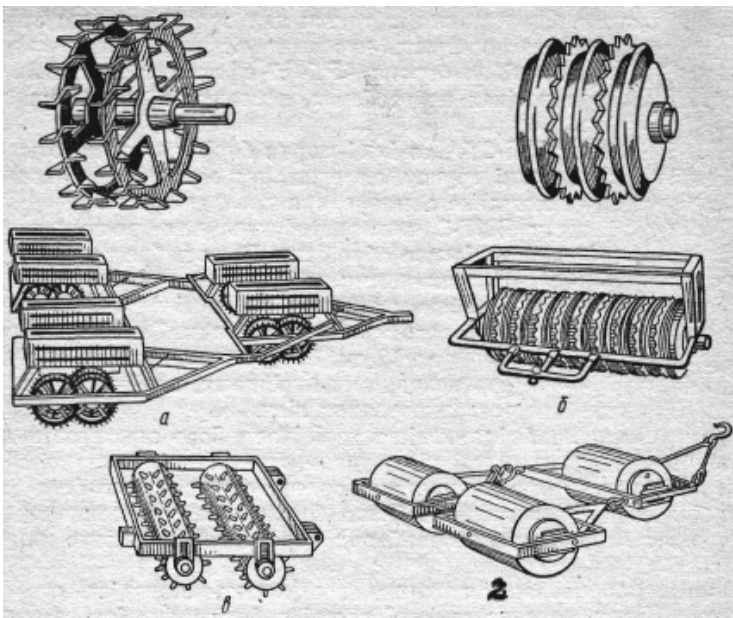


Рис. 38. Котки:

а — кільчасто-шпорові; б — кільчасто-зубчасті; в — борончасті; г — гладенькі водоналивні

агротехнічним прийомом для зменшення дифузного випаровування вологи з ґрунту, особливо у посушливу літню погоду.

Різна дія котка пов'язана з щільністю, вологістю, гранулометричним та структурним станом ґрунту. Ущільнююча здатність котка залежить від його маси, діаметра та ширини захвату. Для прикочування поверхні ґрунту використовують котки, різні за масою та формою — гладенькі, рубчасті, кільчасті та кільчасто-шпорові (рис. 38). Легкі котки мають питомий тиск на ґрунт 19–4,9 кПа, середні — 49–88, важкі — понад 98 кПа.

Промисловість випускає гладенькі трисекційні водоналивні котки з діаметром циліндра 50–70 см. Масу їх регулюють кількістю наливої в циліндри води. Заводи виготовляють рубчасті чохли до гладеньких котків, за допомогою яких ці котки можна обладнати на рубчасті. Після застосування зубчастих котків поверхня ґрунту залишається досить розпушеною. Тому щоб зменшити випаровування вологи з ґрунту, після коткування гладенькими котками його боронують райборінками.

*Кільчасті котки* складаються з кількох металевих кілець, на низаних на одну вісь. Поверхня таких котків ребриста. Кільчасті котки, так само як і рубчасті, рекомендується застосовувати після сівби цукрових буряків, кукурудзи, овочевих та дрібнонасінних культур.

*Кільчасто-шпорові котки.* Конструкція цих котків краща порівняно з конструкцією інших котків. Металеві кільця таких котків мають загострені шпори, за допомогою яких ґрунт глибше ущільнюється, а на поверхні утворюється розпушений шар. Кільчасто-шпорові котки часто застосовують для знищення брил під час оранки. Для цього коток агрегують з плугом (плуг — коток — борона). Крім того, котки застосовують в агрегаті з лушильниками. Це сприяє кращому проростанню насіння бур'янів, деякому ущільненню верхнього шару ґрунту і запобігає втратам вологи.

Коткувати можна лише фізично спілий ґрунт, оскільки коткування перезволоженого ґрунту призводить до значного його ущільнення й утворення ґрунтової кірки, а надто сухого — до його розпилювання. Швидкість руху агрегату не повинна перевищувати 7–9 км/год.

**Фрезерування** — це обробіток ґрунту фрезою, що забезпечує інтенсивне подрібнення, перемішування, розпушування

оброблюваного шару та знищення бур'янів. Глибина обробітку може досягати 25 см.

Фрезерування застосовують під час освоєння осушених боліт і заліжних земель та на дуже задернілих ґрунтах. Основним робочим органом фрези є фрезерний барабан, до якого прикріплені лапи різної форми. Барабан обертається в протилежному напрямі до поступального руху фрези. Лапи фрези заглиблюються в ґрунт, відриваючи невеликі його часточки (від 1 до 5 см), які відкидаються на кожух барабана і подрібнюються.

Під час фрезерування ґрунт добре розпушується і перемішується на всю глибину роботи фрези, поверхня його вирівнюється і перед сівбою не потребує додаткового обробітку. Фрезерування ґрунту сприяє швидкому розкладанню органічної маси та підвищує біологічну активність орного шару ґрунту. Для виконання цього прийому обробітку ґрунту використовують різні марки фрез: ФМН-0,9, ФМН-1,2, КР-2,7, КВФ-2,8, КФТ-3,6 та інші начіпні та причіпні фрези з різною шириною захвату. Робоча швидкість фрези 2,5–3,5 км/год.

Показником якості обробітку ґрунту фрезою є ступінь його подрібнення та розпушення.

Якість обробітку ґрунту фрезою оцінюють на основі агротехнічних вимог та показників якості, встановлених відповідно до ґрунтово-кліматичних умов певної зони (табл. 73).

**Мінімалізація обробітку ґрунту** — це науково обґрунтований обробіток ґрунту, який сприяє зменшенню енергетичних витрат при зменшенні кількості та глибини обробітку, поєднання операцій в одному робочому процесі.

В умовах інтенсифікації землеробства, розширення посівів просапних культур, внесення добрив, особливо мінеральних, застосування важких машин та знарядь завдає шкоди сільському господарству внаслідок надмірної механічної дії їх на ґрунт. Тому слід зменшувати кількість механічних обробітків ґрунту під час вирощування сільськогосподарських культур.

Вирішення питання про кількість та глибину обробітку залежить від багатьох факторів: гранулометричного складу та фізико-механічних властивостей ґрунту, ступеня і типу забур'яненості поля тощо. Доведено, що коли щільність необробленого ґрунту наближається до оптимальної середньої щільності для вирощуваних тут

Таблиця 73

## Основні показники оцінки якості обробітку ґрунту

Показник	Якість	
	добра	задовільна
	Лущення стерні	
Строк	Одночасно із збиранням урожаю	У перші 5 дів після збирання
Глибина	Відповідно до агроправил	Відхилення на 1–2 см
Підрізування бур'янів та стерні	Повне	Залишається не більше однієї рослини на 10 м <sup>2</sup>
Огріхи	Немає	Немає
	Трапляються	
	Оранка	
Строк	У першій половині встановленого строку	У встановлений строк
Глибина	Встановлена або з відхиленням до 1 см	Відхилення не більш як 2 см
Рівномірність обробітку	Рівномірна по всьому полю	Відхилення до 5%
Брилястість ріллі	Брил з діаметром понад 10 см майже немає (площа брил менш як 5–10%)	Площа брилястої поверхні понад 15%
Гребенястість (для пару і весняної оранки)	Гребенів немає	Незначна гребенястість
Загортання дернини і післяжнивних решток	Повне	Не більше трьох місць з не-загорнутою дерниною або післяжнивними рештками на 1 га
		Понад п'ять місць на 1 га

Продовження табл. 73

Показник	Якість	
	добра	задовільна
Огріхи	Немає	Немає
Оборювання кінців поля	Кінці полів оборані	Кінці полів оборані, є огріхи
Боронування		
Строк	У встановлений строк	У встановлений строк
Глибина розпушування	4–5 см і більше	Не менш як 3–4 см
Бриластість	Брил з діаметром понад 5 см немає	Площа бриластої поверхні менш як 20%
Вирівняність ріллі	Поверхня рівна	Висота гребенів і глибина борозен не більш як 3 см
Огріхи	Немає	Немає
Культивація з боронуванням		
Строк	У першій половині встановленого строку	У встановлений строк
Глибина розпушування	Встановлена	3 відхиленням не більш як 1 см
Бриластість	Брил немає	Не більш як п'ять брил на 1 м <sup>2</sup>
Вирівняність поверхні	Вирівняна	Вирівняна

Продовження табл. 73

Показник	Якість		
	добра	задовільна	незадовільна
Підрізування бур'янів	Повне	Залишилось не більше однієї бур'янини на 10 м <sup>2</sup>	Більше однієї рослини на 10 м <sup>2</sup>
Огірі	Немає	Немає	Трапляються
Коткування			
Строк	Вслід за попереднім обробітком або сівбою	У день попереднього обробітку або з сівбою	Понад 2 доби між попереднім обробітком або сівбою
Ступінь ущільнення верхнього шару ґрунту	Ґрунт ущільнений помірно, брили розпушені	Ґрунт ущільнений помірно, брили розпушені слабо і вдавнені в ґрунт	Ґрунт ущільнений слабо, брили не розпушені
Бриластість	На поверхні брил діаметром 3 см немає	Діаметр брил не перевищує 3–5 см	Діаметр брил понад 5 см
Огірі	Немає	Поодинокі огріхи	Трапляються (понад 0,03% площі)
Міжрядний обробіток			
Строк	У першій половині встановленого строку	У встановлений строк	Із запізненням понад 2 доби
Глибина розпушування	Встановлена	З відхиленням до 1 см	Із відхиленням понад 1 см
Підрізування бур'янів	Повне	Залишилось не більше однієї бур'янини на 10 м <sup>2</sup>	Залишилось понад одну бур'янину на 10 м <sup>2</sup>
Пошкодження і загортання рослин	Пошкоджених і загорнутих рослин немає	Пошкоджених рослин не більш як 1%	Пошкоджених рослин понад 1%
Огірі	Немає	Немає	Трапляються

культур, потреба в частому обробітку ґрунту відпадає. До таких ґрунтів належать більшість чорноземів з відносно добрими фізико-механічними показниками, високоокультурені ґрунти та ґрунти легкого гранулометричного складу Полісся.

На важких підзолистих і дерново-підзолистих ґрунтах та в умовах зрошення, де щільність їх буває  $1,35\text{--}1,50\text{ г/см}^3$ , а висока продуктивність сільськогосподарських культур досягається при щільності ґрунту  $1,15\text{ г/см}^3$ , мінімальний обробіток його неефективний.

Мінімалізація обробітку ґрунту досягається також зведенням до мінімуму кількості проїздів по полю тракторів та інших сільськогосподарських машин. Кожний прохід важких тракторів негативно позначається на фізичному стані ґрунту, життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів та погіршує умови життя культурних рослин.

Для зменшення шкідливої дії на ґрунт вдаються до поєднання в одному проході кількох операцій обробітку ґрунту: внесення добрив та гербіцидів, сівби сільськогосподарських культур. За таких умов ефективніше використовується техніка, скорочуються строки проведення робіт, краще використовують перший весняний або осінній максимум ґрунтової вологи.

Для поєднання робіт використовують комбіновані орні агрегати ПКА, що складаються з плуга ПЛН-6-35 та пристосування ПВР-2,3 з дворядним котком; комбінований агрегат АКП-25 з двома секціями дискових батарей, трьох плоскорізних лап з кільчасто-шпоровим котком; комбінований агрегат РВК-3,6 та ВИП для передпосівного обробітку ґрунту. До недоліків роботи комбінованих агрегатів належать їх незначна маневреність, низька продуктивність праці, високі метало- та енергоємність.

### **27.3. Системи обробітку ґрунту**

Система обробітку ґрунту — це сукупність науково обґрунтованих прийомів обробітку ґрунту під культури в сівозміні. При цьому враховують ґрунтовокліматичні умови місцевості, забур'яненість полів та біологічні особливості вирощуваних культур.

За часом виконання робіт розрізняють зяблевий, передпосівний та післяпосівний обробітки ґрунту. Зяблевий — це основний обробіток ґрунту в літньо-осінній період під сівбу або садіння

сільськогосподарських культур в наступному році. Передпосівний обробіток ґрунту проводять перед сівбою або садінням сільськогосподарських культур. Післяпосівний обробіток ґрунту здійснюють після сівби або садіння сільськогосподарських культур.

### **27.3.1. Зяблевий обробіток ґрунту**

Зяблевий обробіток поліпшує агрофізичні властивості ґрунту, сприяє нагромадженню в ньому вологи та елементів мінерального живлення, знищенню бур'янів, шкідників та збудників хвороб культурних рослин. Осінній обробіток має також велике організаційно-господарське значення, оскільки зменшує напруженість весняно-польових робіт, дає змогу своєчасно і високоякісно провести сівбу ярих культур.

Найефективнішим є ранній зяблевий обробіток, що включає лушення стерні та наступну оранку.

Якщо після збирання врожаю зернових культур поле не виоране, то на поверхні ґрунту залишається насіння бур'янів, яке в наступному році буде джерелом забур'яненості посівів. Одночасно на полі залишаються післяжнивні бур'яни, які дозрівають і поповнюють запаси насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту. У багаторічних коренепаросткових бур'янів після скошування зернових у корінні накопичуються про запас поживні речовини, тому ці бур'яни також збільшуватимуть забур'яненість посівів. Крім того, без обробітку ґрунту на полі створюються більш сприятливі умови для перезимівлі шкідливих комах, зменшуються ґрунтові запаси вологи та поживних речовин.

Зяблевий обробіток поля після стерньових попередників (пшениці, жита, ячменю, вівса та ін.) найчастіше складається з лушення стерні та наступної зяблевої оранки. Лушення слід проводити одночасно із збиранням врожаю або відразу після цього. Ґрунт при цьому добре розпушується, не пересихає, у ньому швидше проростає насіння бур'янів, підвищується якість оранки. Глибина і спосіб лушення залежать від забур'яненості поля, щільності ґрунту, ерозійних процесів тощо.

На полях, забур'янених переважно однорічними бур'янами, лушення проводять дисковими знаряддями на глибину 6–8 см. Запирієні ділянки лушать дисковими знаряддями у двох напря-

мах на глибину залягання кореневищ (12–14 см), а після появи «шилець» глибоко орють плугами з передплужниками або ярусними плугами. На полях, забур'янених осотом та іншими коренепаростковими бур'янами, застосовують систему поліпшеного або пошарового зяблевого обробітку, яка включає післяжнивне дискування на глибину 6–8 см та повторне луцення лемішними лушчильниками або плоскорізними знаряддями на глибину 12–14 см. Зяблеву оранку проводять у вересні або на початку жовтня.

Глибину оранки встановлюють з урахуванням особливостей культури і ґрунту. На чорноземах, темно-сірих і сірих лісових ґрунтах під ярі просапні культури орють на глибину 28–30 см, під колосові та інші — на глибину 20–22, а на дерново-підзолистих і солонцюватих ґрунтах — на глибину орного шару.

У районах достатнього зволоження для боротьби з бур'янами застосовують напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту. Він складається з луцення, ранньої зяблевої оранки з боронуванням та поверхневого обробітку (дві чи три культивації з боронуванням) у міру ущільнення ґрунту і проростання бур'янів. Якщо ґрунт дуже ущільнюється чи запливає, його пізно восени обробляють полицевими лушчильниками або плоскорізними культиваторами на глибину 16–20 см.

Зяблевий обробіток ґрунту після просапних культур має певні особливості. Оскільки на посівах просапних культур проводять боронування, культивування, підгортають рослини та вносять високі дози добрив, ґрунт глибоко обробляють. Істотно відрізняється зяблевий обробіток на важких і легких ґрунтах.

На легких ґрунтах, наприклад після картоплі, достатньо того обробітку ґрунту, який проводився при додатковому підбиранні бульб (культивація, мілке переорювання). На важких ґрунтах та при високій забур'яненості полів обов'язково треба провести глибоку оранку. Після збирання кукурудзи та соняшнику необхідне попереднє луцення поля для кращого загортання рослинних решток під час оранки.

В умовах прояву вітрової та водної ерозії обробіток ґрунту повинен мати ґрунтозахисний характер. Для цього здійснюють безпліцевий та контурний зяблевий обробіток ґрунту. Залишки стерні на поверхні поля, оранка впоперек схилу значно зменшують втрати ґрунту від здування і змиву, сприяють кращому використанню опадів.

### 27.3.2. Передпосівний обробіток ґрунту під ярі культури

Система передпосівного обробітку ґрунту — це сукупність прийомів, які виконують у певній послідовності для підготовки ґрунту до сівби сільськогосподарських культур. Передпосівний обробіток сприяє збереженню вологи в ґрунті, створює сприятливі умови для рівномірного заробляння насіння на потрібну глибину, його проростання і подальшого росту рослин. У разі потреби перед сівбою знищують бур'яни та заробляють у ґрунт добрива й гербіциди. Цей комплекс прийомів у кінцевому підсумку дає змогу мати дружні повноцінні сходи сільськогосподарських культур.

Система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури складається з ранньовесняного його розпушування (закриття вологи), обробітку перед сівбою, який, залежно від ґрунтово-кліматичних умов та біологічних особливостей вирощуваної культури, складається з культивації, глибокого розпушування, перерювання і коткування.

Основним завданням закриття вологи є збереження в ґрунті нагромадженої за осінньо-зимовий період вологи, яка навесні інтенсивно випаровується, особливо з ущільненого ґрунту. Підраховано, що при гребенястій поверхні з ущільненого ґрунту в окремій сонячній ділянці навесні випаровується 80–100 т/га води. Тому закриття вологи є терміновою весняною роботою.

Ознакою готовності поля до закриття вологи є посіріння верхівок гребенів ріллі. Починати закриття вологи треба вибірково. Найбільше зберігається ґрунтової вологи при ранньовесняному обробітку зябу тоді, коли шлейфування і боронування проводять одночасно, тобто знаряддя знаходяться в одному агрегаті. При цьому ґрунт добре розпушується та вирівнюється його поверхня. Створення на поверхні ґрунту дрібногрудочкуватого шару запобігає випаровуванню вологи, оскільки переривається капілярний зв'язок між нижнім зволженим та верхнім його шарами.

Порядок розміщення знарядь в агрегаті залежить від стану ґрунту. На дуже ущільнених ґрунтах у першому ряду тракторного агрегату знаходяться важкі борони, а в другому — шлейфи. На більш структурних ґрунтах, де після зяблевої оранки утворюється гребеняста поверхня, в першому ряду розміщують шлейф, а в другому — борони. Основною вимогою при закритті вологи є

утворення на поверхні ґрунту добре розпушеного дрібногрудчкуватого шару завтовшки 3–5 см. Для цього шлейфування і боронування виконують у два сліди навскоси (під кутом 45°) до напрямку оранки.

Залежно від фізичних властивостей ґрунту та його вологості запроваджують також інші схеми розміщення знарядь під час закриття вологи. Так, спочатку в один слід боронують, а через кілька годин пускають агрегат із шлейфів, борін і райборінок.

**Передпосівний обробіток ґрунту.** Після весняного закриття вологи проводять передпосівну культивуацію, основним завданням якої є створення сприятливих умов для загортання насіння і появи дружніх сходів. Для багатьох культур передпосівну культивуацію, як правило, здійснюють на глибину загортання насіння, щоб воно під час сівби лягло на однакову глибину в ущільнений та вологий ґрунт, а зверху прикрилося пухким шаром ґрунту. При створенні таких умов насіння буде забезпечене необхідними для проростання вологою і повітрям.

Найкращим знаряддям для передпосівного обробітку ґрунту є культиватор з підрізувальними лапами. Цим знаряддям можна досягти рівномірного і неглибокого розпушування ґрунту, знищити сходи та розетки бур'янів. На важких і зволжених ґрунтах, де потрібна глибша культивуація, для передпосівного обробітку більш ефективні культиватори з розпушувальними лапами.

Під ранні ярі культури ґрунт культивують один раз. Під пізні культури застосовують, як правило, дві культивуації: першу на більшу глибину і приблизно в ті самі строки, що й під ранні ярі культури, а другу — перед сівбою на глибину висівання насіння. Після кожної культивуації під ранні і пізні культури ґрунт боронують. У районах достатнього зволоження на малоструктурних ґрунтах, які запливають, передпосівну культивуацію проводять на глибину 8–10 см, а в районах надмірного зволоження, де ґрунт навесні дуже ущільнюється, глибину передпосівного обробітку доводять до 14 см і більше, використовуючи для цього крім культиваторів ще й чизелі.

Весняне переорювання зябу допускається тільки під час підготовки ґрунту під пізні культури, наприклад, на важких ґрунтах у північних і західних районах України, особливо в роки з надмірною кількістю опадів, коли після культивуації не можна добитися високої

якості передпосівного обробітку. Переорюють зяб також і тоді, коли добрива вносять навесні.

На дуже пухких і чистих від бур'янів полях іноді ранні колосові та зернобобові культури можна висівати відразу після ранньовесняного боронування і шлейфування без передпосівної культувації.

До прийомів передпосівного обробітку належить і коткування, яке застосовують для вирівнювання поверхні ріллі. При цьому ґрунт ущільнюється, що сприяє надходженню, вологи з його нижніх горизонтів у верхні. Передпосівне коткування ґрунту дає змогу якісно провести сівбу, особливо дрібнонасінних культур (багаторічні трави, просо, овочеві тощо), насіння яких загортають неглибоко.

Передпосівний обробіток, як правило, проводять у стані фізичної сплості ґрунту і в найбільш стислі строки, не допускаючи розриву між передпосівним обробітком та сівбою, оскільки це призводить до значних втрат ґрунтової вологи.

**Післяпосівний обробіток ґрунту.** Проводять після сівби або садіння сільськогосподарських культур. Він спрямований на знищення бур'янів, розпушування ґрунту та створення сприятливих умов для проростання насіння і розвитку рослин. Під час післяпосівного обробітку знищується більше бур'янів, ніж при осінньому та передпосівному обробітках. Це пояснюється тим, що умови весняного періоду сприятливі для активного росту бур'янів.

При недостатній кількості вологи в ґрунті та при стійкій сухій весняній погоді посіви прикочують кільчасто-шпоровими котками без боронування. Прикочування поліпшує контакт насіння з ґрунтом, посилює надходження до нього вологи та вирівнює поверхню ґрунту. Проте котки з широким захватом, які використовують для коткування, нерівномірно ущільнюють ґрунт, стимулюють проростання бур'янів. Крім того, на дуже ущільненому ґрунті гірше поглинається волога. Тому більш ефективним є рядкове прикочування посівів сівалками з котками, які ущільнюють ґрунт тільки в рядку, залишаючи його пухким у міжряддях.

Ефективним прийомом післяпосівного обробітку є боронування посівів як до, так і після появи сходів. Для цього застосовують сітчасті борони та легкі борони типу зигзаг. Досходове боронування руйнує ґрунтову кірку, яка може утворюватися після

випадання опадів. Перше боронування зернових у разі потреби проводять до появи сходів через 4–6 днів після сівби. У цей час насіння уже проросло і почало вкорінюватись, а бур'яни з'являються на поверхні ґрунту або знаходяться у фазі білих ниточок і легко пошкоджуються зубами борін та грудочками ґрунту, оскільки перерослі сходи бур'янів знищуються важче. Встановлено, що одноразовим боронуванням можна знищити понад 60% пророслих малорічних бур'янів, а дворазовим — до 90%.

На посівах льону та інших культур, насіння яких зароблено мілко, а також на посівах зернових з підсівом багаторічних трав післяпосівне боронування ґрунтів, як правило, не проводять.

Післясходове боронування досить ефективне для знищення бур'янів та поліпшення фізичного стану ґрунту, проте при цьому можуть пошкоджуватись сходи культурних рослин. Для запобігання пошкодженню рослин посіви доцільно боронувати у другій половині дня, коли рослини мають понижений тургор клітин і стають менш крихкими. Боронування виконують упоперек рядків або під кутом до напрямку сівби.

Урожайність просапних культур значною мірою залежить від ефективності післяпосівного догляду. Після проведення досходового та післясходового боронування починають розпушування міжрядь. Міжрядна культивування має вирішальне значення у боротьбі з бур'янами та в регулюванні водно-повітряного і поживного режимів ґрунту, в підвищенні його біологічної активності. Цей обробіток виконують з урахуванням біологічних особливостей культури, забур'яненості посівів, погодних умов та стану ґрунту.

Перший міжрядний обробіток здійснюють на максимальну для даних умов глибину, оскільки там ще мало або зовсім немає коренів рослин. Потім на культиватори встановлюють інші робочі органи і проводять розпушування мілкіше, щоб менше пошкоджувати кореневу систему рослин, яка інтенсивно розвивається. Лапи встановлюють так, щоб залишалася захисна смуга між краєм лапи і рядком рослин. Хід агрегату має бути прямолінійним по сліду сівалки, інакше неминуче підрізування рослин у рядку.

Після культивування проводять 1–2 підгортання залежно від вологості ґрунту та стану посівів. Підгортання сприяє додатковому корене- та бульбоутворенню, а також знищенню бур'янів. Підгортання рослин сухим ґрунтом шкідливе.

Перерва між обробтками міжрядь — не більше 10–12 днів, інакше бур'яни встигнуть добре вкорінитися і їх важче буде знищити.

### 27.3.3. Обробіток ґрунту під озимі культури

Обробіток ґрунту під озимі культури залежить від попередника та ґрунтово-кліматичних умов. В Україні озимі культури (пшениця, жито, ячмінь) висівають на парах (чистих, зайнятих, сидеральних) та після непарових попередників (просапних та суцільної сівби).

**Обробіток чистого пару.** Ґрунт у чистому пару систематично обробляють, підтримуючи його в чистому від бур'янів стані. Чистий пар може бути чорним і раннім. Обробіток чорного пару починають після збирання попередньої культури і проводять за системою зяблевого обробітку. Основний обробіток раннього пару виконують навесні наступного року.

Зяблеву оранку на парах можна здійснювати протягом усього осіннього періоду, проте це краще робити після достатнього зволоження ґрунту, коли він добре розпушується. Під час оранки слід вносити органічні та мінеральні добрива.

Ранні пари орють навесні з одночасним коткуванням і борокуванням. Перед оранкою по полю рівномірно розкидають гній, який вивезли взимку. Після оранки ранній пар обробляють так само, як і чорний. Восени обов'язково луцять стерню.

Весняно-літній обробіток чистих парів починають рано навесні із закривання вологи. Для цього залежно від ступеня ущільнення ґрунту застосовують шлейфи з боровами. Після закриття вологи протягом весни і літа для знищення бур'янів та підтримання ґрунту в розпушеному стані на паровому полі проводять пошаровий його обробіток з поступовим зменшенням глибини культивування.

Перше весняне глибоке розпушування чорного пару, основним завданням якого є посилення аерації та біологічних процесів у ґрунті, треба здійснювати якомога раніше, до появи сходів бур'янів. Для ранньовесняної культивування використовують культиватори з підрізувальними лапами, внаслідок чого менше висушується і розпилюється ґрунт. На чистих ґрунтах для першого розпушування пару рекомендується застосовувати культиватори з розпушувальними лапами. Глибоке розпушування проводять

лушпильниками із знятими полицями, а на важких ущільнених ґрунтах — чизель-культиваторами.

У посушливих районах для обробітку пару, як правило, використовують безполицеві знаряддя, які не перевертають ґрунт, внаслідок чого він не пересихає. Відомо, що кращі результати дає пошаровий обробіток ґрунту, при якому першу культивацію залежно від забур'яненості поля роблять на глибину 10–14 і навіть 18 см. Глибину наступних культивацій щоразу зменшують на 2–3 см. Пошаровий обробіток з поступовим зменшенням глибини культивації є основним прийомом догляду за паром. Після кожної культивації пару ґрунт слід боронувати в одному агрегаті з культиватором.

Останню передпосівну культивацію проводять на глибину висівання насіння, а якщо осінь суха і стан ґрунту сприяє доброякісній сівбі, то її можна не виконувати.

При наявності кореневищних бур'янів ґрунт дискують, щоб багаторазовим розрізуванням кореневищ дисками запобігти накопиченню в них поживних речовин. Після кожного дощу влітку ґрунт боронують для збереження вологи. На час сівби озимих культур запаси вологи в чистому парі значно більші, ніж на полях, зайнятих сільськогосподарськими культурами. Чорний пар практично гарантує як отримання добрих сходів, так і формування належного врожаю зерна озимих культур.

**Кулісний пар**, як і чорний, широко застосовують у зоні Степу. Відрізняється він тільки тим, що в паровому полі влітку під час однієї з культивацій висівають кулісні рослини (соняшник, кукурудзу, гірчицю) за 1,5–2 міс. до сівби озимих, щоб вони зберегли свою еластичність на час сівби і не встигли задерев'яніти від морозів. Відстані між кулісами повинні дорівнювати ширині захвату ґрунтообробних знарядь, оскільки між кулісами продовжують обробіток ґрунту. Сівбу проводять упоперек куліс дисковими сівалками. Куліси сприяють затриманню снігу на полях узимку, тобто кращій перезимівлі рослин та більшому накопиченню вологи в ґрунті.

**Обробіток зайнятих парів.** Поле, зайняте паром, засівають культурами з коротким вегетаційним періодом розвитку, щоб після збирання їх залишилось досить часу для обробітку ґрунту за системою напівпару.

У Степу в зайнятих парах вирощують вико-житню, вико-пшеничну або горохово-ячмінну сумішки на зелений корм, баштанні культури тощо. У Лісостепу крім вико-вівсяної сумішки на зелений корм і сіно та вико-озимих сумішок на зелений корм у зайнятих парах висівають горох на зелений корм і зерно, багаторічні бобові трави на один укіс, найчастіше конюшину або еспарцет.

На Поліссі поширеними парозаймаючими культурами є кормовий люпин на зелений корм і силос, конюшина на сіно, ранні сорти картоплі, льон-довгунець, вико-вівсяна сумішка на сіно, кукурудза на зелений корм. Основним під час підготовки ґрунту після цих попередників є своєчасне збирання врожаю та обробіток ґрунту відразу після збирання або одночасно з ним.

На час збирання парозаймаючих культур у ґрунті є ще певні запаси вологи, що дає змогу якісно провести обробіток і створити умови для кращого використання опадів у післяжнивний період.

Основним способом підготовки ґрунту після парозаймаючих культур під озими є оранка плугом з передплужником в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками та боронами. При обробітку таким агрегатом подрібнюються брили і вирівнюється поверхня ріллі. Якщо провести оранку відразу по всій площі поля не можна, його неглибоко луцять, а через 6–7 днів орють на глибину 20–22 см. Під час оранки вносять органічні і мінеральні добрива.

У період від оранки до сівби в міру потреби ґрунт обробляють культиваторами і боронами. Останню передпосівну культивування проводять на глибину загортання насіння.

У роки з недостатньою кількістю опадів, особливо після парозаймаючих культур суцільної сівби, ґрунт часто ущільнюється і пересихає. Оранка за таких умов навіть слідом за збиранням парозаймаючої культури не забезпечує належної якості обробітку ґрунту і потребує значних додаткових витрат на проведення після неї поверхневого обробітку — дискування, боронування, коткування тощо. Щоб запобігти пересиханню ґрунту та погіршенню його фізичних властивостей, доцільно замість оранки відразу після збирання врожаю парозаймаючої культури зробити луцення, а потім при першій можливості зорати поле на певну глибину з одночасним коткуванням і боронуванням. Якщо строк оранки настав, а в ґрунті дуже мало вологи, можна обмежитися

повторним дискуванням або мілким обробітком ґрунту безполицевими багатолемішними лушчильниками в агрегаті з боронами. Проте такий обробіток не слід застосовувати на дуже забур'яненних ґрунтах, де обов'язково роблять полицеву оранку.

**Обробіток після просапних попередників.** З просапних попередників для озимих культур найчастіше є картопля і кукурудза на зелений корм та силос. Ефективність їх значно залежить від строку збирання та обробітку ґрунту. Так, кукурудзу на силос нерідко збирають незадовго до сівби озимих, особливо у північних та північно-східних районах України.

У дослідях, проведених в Національному аграрному університеті у посушливі роки більш ефективним способом обробітку ґрунту під озиму пшеницю після гороху та кукурудзи, зібраної на силос, є дво- або триразове дискування. Проте якщо на час збирання або після збирання цих культур випадають дощі, то поле треба орати.

При розміщенні озимих після ранньої картоплі основним способом підготовки ґрунту є оранка. У посушливі роки при належному догляді за картоплею замість оранки проводять поверхневий обробіток: на чистих полях — культивацію на глибину 6–7 см з боронуванням, а на забур'яненних — луцення дисковими або лемішними знаряддями з одночасним коткуванням і боронуванням.

#### **27.3.4. Обробіток ґрунту після зернових колосових культур**

Непаровими попередниками для озимої пшениці, озимого жита та ячменю інколи можуть бути ярий ячмінь та озима пшениця. За даними дослідних установ, після таких попередників обробіток ґрунту складається з луцення стерні та оранки. При луценні переважно подрібнюються стерньові рештки для кращого їх загортання в ґрунт. Як правило, оранку проводять на глибину 20–22 см, а за умов посушливого року та при запізненні з підготовкою ґрунту її зменшують до 16–18 см.

Ефективним і обов'язковим прийомом у системі обробітку ґрунту під озимі після стерньових попередників є його коткування з одночасним боронуванням. У період від оранки до сівби

проводять одну, а в разі потреби і більше культивацій. Глибину культивації щоразу зменшують, а передпосівну культивацію проводять на глибину загортання насіння.

При підготовці ґрунту під озимі після зернових колосових культур, так само як і після інших попередників, велике значення має вирівнювання поверхні ґрунту, що сприяє появі дружніх сходів.

**Система післяпосівного обробітку ґрунту, її завдання і значення.** Післяпосівний обробіток ґрунту проводять у період після сівби до збирання вирощуваних культур і з урахуванням особливостей кожної культури та технології її вирощування. Завданням системи післяпосівного обробітку ґрунту є створення оптимальних умов для проростання насіння і появи дружніх сходів, забезпечення необхідної густоти стояння та розміщення рослин просапних культур, збереження вологи в ґрунті та зменшення її втрат від випаровування, поліпшення аерації ґрунту, посилення діяльності корисних ґрунтових мікроорганізмів, знищення бур'янів тощо.

До прийомів у системі післяпосівного обробітку ґрунту належать: прикочування, боронування, міжрядний обробіток та підгортання.

*Прикочування ґрунту* забезпечує подрібнення брил, ущільнення та вирівнювання поверхні поля. Його здійснюють одночасно із сівбою озимих і ярих культур або відразу після неї. Прикочування поліпшує умови проростання насіння та сприяє появі дружніх сходів при недостатньому зволоженні верхнього шару ґрунту.

*Боронування* сприяє розпушуванню ущільненого шару ґрунту, руйнуванню ґрунтової кірки та знищенню сходів малорічних бур'янів. До появи сходів ґрунтову кірку руйнують зубовими або сітчастими боронами, а після появи сходів — ротаційними знаряддями, які не пошкоджують рослин.

Ярі культури суцільного посіву боронують у фазі кущення, коли рослини добре вкоріняться. Для цього використовують легкі зубові або сітчасті борони, а також ротаційні мотики. Просапні культури боронують як до, так і після появи сходів. Картоплю та кукурудзу, насіння яких загортають на глибину до 10 см, боронують звичайними зубовими або сітчастими боронами, а культури, насіння яких заробляють на глибину 5–6 см, — легкими боронами або райборінками.

Весняне боронування озимих допомагає поліпшити водно-повітряний режим ґрунту, активізувати в ньому мікробіологічні процеси, знищити сходи бур'янів, видалити відмерлі рослинні рештки. Боронування проводять упоперек рядків для меншого пошкодження рослин. Боронують лише добре розвинені після зимівлі озимі при досягненні ґрунтом фізичної спілості. Як правило, цей прийом застосовують після ранньовесняного підживлення посівів.

*Міжрядний обробіток* забезпечує розпушування ґрунту та підрізування бур'янів у міжряддях. Його виконують на посівах просапних культур під час їх вегетації.

Глибина та кількість міжрядних обробітків залежать від біологічних особливостей рослин, забур'яненості посівів, ґрунтово-кліматичних та погодних умов у рік вирощування культур.

Перший міжрядний обробіток просапних культур, як правило, мілкий (так зване шарування), другий — глибокий (10–12 см), а при наступних обробітках глибину зменшують для того, щоб менше пошкоджувати кореневу систему рослин та запобігти зайвим непродуктивним втратам вологи з ґрунту.

*Підгортання рослин* передбачає присипання ґрунтом їх стебел біля основи, розпушування та підрізування підземних органів бур'янів у міжряддях. Цей прийом застосовують при вирощуванні картоплі та деяких інших культур, наприклад кукурудзи, внаслідок чого знищуються бур'яни, краще прогрівається ґрунт, інтенсивніше накопичуються доступні для рослин поживні речовини. Підгортання картоплі сприяє додатковому утворенню столонів, а підгортання помідорів, кукурудзи, соняшнику — розвитку кореневої системи рослин та зменшенню забур'яненості у зоні рядків.

**Осінній і зимовий догляд за посівами озимих культур.** Агротехнічні заходи осінньо-зимового догляду розпочинають восени, що сприяє кращій перезимівлі і найменшій загибелі озимих культур.

В Україні посіви озимих культур гинуть або помітно зріджуються від випрівання та вимокання. Для запобігання випріванню під глибоким сніговим покривом та при недостатньому промерзанні ґрунту сніг ущільнюють важкими котками. Застосування цього заходу дає змогу знизити температуру і припинити активну життєдіяльність рослин.

Проти вимокання озимих поле борознують. На схилах нарізають борозни під певним кутом або по ламаній лінії, що помітно знижує ерозійні процеси. Там, де воду з поверхні поля восени відвести неможливо, застосовують вертикальний дренаж глибиною нижче граничної межі промерзання ґрунту, а отвори дренажу закривають зверху гноєм. На перезимівлі озимих культур згубно можуть позначатися низькі температури, якщо зима малосніжна, у яких вузол кушення розміщений мілко і в ньому міститься багато води. Для запобігання вимерзанню проводять снігозатримування. Проти випирання вузлів кушення застосовують прикочування поверхні ґрунту кільчастими котками.

Посіви озимини інколи гинуть від льодової кірки. Розрізняють кірку висячу (у сніговому покриві) і притерту (змерзлася з землею). Для знищення висячої кірки застосовують кільчасті котки, а для знищення притертої — на поверхні поля розсипають темні матеріали, наприклад торф, попіл, калійні добрива тощо.

Для більшого накопичення вологи в ґрунті на посівах проводять снігозатримування можливими в господарствах засобами.

**Обробіток ґрунту в умовах водної і вітрової ерозії.** Для боротьби з ерозією ґрунтів застосовують комплекс заходів — організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних, гідротехнічних та ін.

У системі протиерозійних, агротехнічних заходів основним є обробіток ґрунту, спрямований на затримування весняних талих і зливових вод, а також вод улітку.

На схилах ґрунт обробляють упоперек схилу або в напрямі горизонталей. Ефективні також оранка з ґрунтопоглибленням, щільювання ґрунту, переривчасте борознування ріллі, лункування зябу. На схилах крутизною понад 8° застосовують оборотні плуги.

Нині проти водної ерозії ґрунту широко застосовують безполицевий обробіток, залишаючи на поверхні стерню.

Вітрова ерозія особливо небезпечна у степових районах, тому тут застосовують плоскорізний обробіток ґрунту. Дослідженнями встановлено, що головною причиною вітрової ерозії є відсутність на поверхні ґрунту рослинного покриву та розпученість його верхнього шару, наприклад, зяблева оранка із зароблянням стерні сприяє прояву вітрової ерозії. Стерня зменшує силу вітру

та промерзання ґрунту, дає змогу нагромаджувати сніг. Тому в системі зяблевого обробітку ґрунту та під час глибокого обробітку чистих парів застосовують плоскорізи-глибокорозпушувачі КПШ-5 і КПШ-9. Після обробітку ними поля на поверхні залишається 80% стерні, ґрунт добре розпушується і не розпилюється. Для передпосівного обробітку ґрунту використовують культиватори-плоскорізи ККП-3,6, КПШ-9, для обробітку запирієних парових полів — протиерозійний культиватор КПЭ-3,8 із штангою та інші знаряддя.

У табл. 74–76 подано орієнтовні системи обробітку ґрунту в окремих ґрунтово-кліматичних зонах України.

### **Контрольні запитання**

1. Завдання обробітку ґрунту.
2. Технологічні процеси механічного обробітку ґрунту.
3. Заходи і способи обробітку ґрунту. Способи основного обробітку ґрунту.
4. Заходи поверхневого обробітку ґрунту. Оцінка якості обробітку ґрунту.
5. Мінімізація обробітку ґрунту. Поняття про систему обробітку ґрунту.
6. Система зяблевого обробітку ґрунту.
7. Система передпосівного обробітку ґрунту під ярі культури.
8. Система обробітку ґрунту під озимі культури.
9. Система післяпосівного обробітку ґрунту, її завдання та значення.
10. Обробіток ґрунту в умовах водної та вітрової ерозії.
11. Система обробітку ґрунту в польових сівоzmінах у різних ґрунтово-кліматичних зонах України.

**Таблиця 74**  
**Система обробітку ґрунту у 8-пільній польовій сівозміні на дерново-підзолистих середньосуглинкових ґрунтах Полісся**

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	післяпосівний
1	Люпин на силос	Дискування після кукурудзи. Оранка на глибину 20–22 см	Ранньовесняне боронування зябу. Культивация на глибину 4–5 см з боронуванням та прикочуванням кільчасто-шпоровими котками	
2	Озима пшениця	Оранка слідом за збиранням попередника на глибину 18–20 см з коткуванням і боронуванням в одному агрегаті	Культивация з боронуванням у міру появи бур'янів. Передпосівна культивация на глибину 5–7 см з боронуванням. За відсутності бур'янів на неущільнених ґрунтах роблять передпосівне боронування в 1–2 сліди важкими або середніми зубовими бородами	У посушливі роки одне післяпосівне коткування
3	Картопля	Лущення стерні на глибину 6–8 см. Оранка на глибину 23–25 см або на глибину орного шару	Ранньовесняне боронування зябу. Культивация на глибину 12–14 см з боронуванням	До появи та після з'явлення сходів 2–3 боронування зубовими або сітчастими бородами; 1–2 міжрядних розпушувань, підгортання картоплі
4	Ячмінь з підсівом конюшини	Оранка на глибину 18–20 см. На чистих від бур'янів полях дискування на глибину 8–10 см	Ранньовесняне боронування зябу. Передпосівна культивация на глибину 4–5 см з боронуванням	

Продовження табл. 74

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	післяпосівний
5	Конюшина на одні укіс			Весняне боронування важкими боронами у 1–2 сліди
6	Озима пшениця	Дискування після збирання конюшини. Культурна оранка на глибину 23–25 см в агрегаті з коткуванням/одне боронування	Культивація з боронуванням у міру появи бур'янів. Передпосівна культивация з боронуванням на глибину 5–7 см. За відсутності бур'янів на неуцілених ґрунтах замість передпосівної культиваци боронування важкими боронами у 1–2 сліди	У посушливі роки післяпосівне коткування
7	Льон-довгунець	Лущення стерні на глибину 5–6 см. Зяблева оранка на глибину 20–22 см з боронуванням	Ранньовесняне боронування зябу. Культивация культиватором КГІС-4 на глибину 4–5 см, обробіток комбінованим агрегатом РВК-3,6 або культиватором УСМК-5.4Д. Передпосівне коткування	Досходове боронування райборінками або коткування кільчасто-шпоровими котками при появі ґрунтової кірки
8	Кукурудза на силос	Лущення на глибину 6–8 см слідом за збиранням попередника. Зяблева оранка на глибину 23–25 см	Ранньовесняне боронування зябу. Ранньовесняна культивация на глибину 10–12 см з боронуванням. Передпосівна культивация з боронуванням на глибину 6–8 см	Два-три досходових та післясходових боронування посівів, два-три міжрядних обробітки. При застосуванні гербіцидів досходові боронування не проводять, кількість міжрядних розпушень зменшують

**Таблиця 75**  
**Система обробітку ґрунту в 10-пільній польовій сівозміні правобережної частини**  
**Лісоstepу України**

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту	
		основний	передпосівний
1	Багаторічні трави на один укіс		Перед замерзанням ґрунту проводять шлювання на глибину 50–60 см (у блюдцях). Борокування багатолітніх трав навесні
2	Озима пшениця	Дискування у двох напрямках на глибину 6–8 см. Оранка на глибину 23–25 см в агрегаті з бородами і котками. У посушливих умовах оранку замінюють дисковими чи плоскорізними знаряддями	Борокування озимини середніми чи важкими бородами навесні з настанням фізичної сплості ґрунту
3	Цукрові буряки	Дискування у двох напрямках на глибину 6–8 см. Лемішне лущення на глибину 12–14 см в агрегаті з котками і бородами. Раннє зяблева оранка на глибину 28–30 см	Коткування в агрегаті з райборінками. Досходове борокування посіву райборінками

Продовження табл. 75

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	післяпосівний
4	Кукурудза на силос	Оранка або плоскорізний обробіток на глибину 25–27 см	Весняне боронування зябу. Культивация на глибину 8–10 см в агрегаті з боронами. Коткування з райборінками (в разі потреби). Передпосівна культивация в агрегаті з боронами. Коткування посіву кільчасто-шпоровими котками.	Боронування 2–3 досходових і 1–2 післясходових. Розпушування міжрядь на глибину 8–10, 6–8 і 5–6 см
5	Озима пшениця, озиме жито. Пожнивні посіви	Три-чотиріазове дискування на глибину 8–10 см. Коткування з боронувачами. Мілкий обробіток (8–12 см) дисковими, лемішними або плоскорізними знаряддями в агрегаті з боронами і котками	Передпосівна культивация в агрегаті з боронами на глибину загорання насіння	Післяпосівне коткування, весняне кореневе підживлення та боронування
6	Кукурудза на зерно, гречка	Обробіток такий самий, як і для сівки кукурудзи на силос. Під гречку напівпаровий обробіток ґрунту, лушення слідом за збиранням попередника. Рання оранка на глибину 20–22 см в агрегаті з бороновачами, при ущільненні ґрунту та появі бур'янів культивация та боронування зябу в міру потреби	Ранньовесняне боронування зябу. Передпосівна культивация на глибину 4–5 см з боронувачами	При широкорядному посіві 2–3 міжрядних обробітки

Продовження табл. 75

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	післяпосівний
7	Горох	Дискування на глибину 6–8 см, оранка на глибину 20–22 см	Весняне боронування зябу в 2 сліди. Передпосівна культивация на глибину 6–8 см в агрегаті з боролами	Досходове та післясходове боронування у фазі 3–4 листків легкими боролами
8	Озима пшениця	Обробіток такий самий, як для сіви озимої пшениці після кукурудзи на силос		
9	Цукрові буряки	Обробіток такий самий, як і в полі № 3		
10	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	Зяблева оранка на глибину 20–22 см	Весняне боронування в 2 сліди. Передпосівна культивация на глибину 5–7 см в агрегаті з боролами	

**Таблиця 76**  
**Система обробітку ґрунту в 10-пільній сівозміні для південно-східних областей**  
**степової зони**

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту			післяпосівний
		основний	передпосівний		
1	Чорний пар	Плоскорізний — розпушування ґрунту на глибину 28–30 см, під час внесення гною — глибока оранка	Ранньовесняне боронування зябу бородами БІГ-3, різноглибинні культивачі від 12–14 до 6–8 см	Боронування важкими бородами в 1–2 сліди	
2	Озима пшениця		Передпосівна культивачія на глибину 6–8 см	Досходове та післясходове боронування, 1–3 міжрядні обробітки на глибину 6–8 і 5–6 см	
3	Кукурудза на зерно	Лущення дисковими лущильниками на глибину 6–8 см, повторне лущення на глибину 12–14 см, оранка на глибину 25–27 см	Боронування зябу, культивачія на глибину 10–12 см, передпосівна культивачія на глибину 8–10 см в агрегаті з бородами	Коткування посіву	
4	Ячмінь	Лущення на глибину 6–8 см, культивачія на глибину 10–12 см культиватором КПП-2,2, розпушування на глибину 20–22 см	Боронування зябу, культивачія на глибину 6–8 см в агрегаті з бородами		
5	Кукурудза на силос	Лущення на глибину 6–8 см бородами БІГ-3, культивачія на глибину 10–12 см культиватором КПП-2,2, глибоке розпушування на глибину 25–27 см культиватором КПП-250	Боронування зябу, культивачія на глибину 10–12 см, передпосівна культивачія на глибину 8–10 см в агрегаті з бородами	Досходове та післясходове боронування, 1–3 міжрядні обробітки	
6	Озима пшениця	Культивачія на глибину 10–12 см культиватором КПП-3,8 в агрегаті з БІГ-3 або комбінованими агрегатами АДП-2,5	Боронування зябу, культивачія на глибину 10–12 см, передпосівна культивачія на глибину 8–10 см в агрегаті з бородами	Досходове і післясходове боронування	

Продовження табл. 76

Номер поля	Культура	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	післяпосівний
7	Кукурудза на зеленій корм з підсівом багаторічних трав	Лущення дисковими лущильниками на глибину 6–8 см, внесення органічних добрив, оранка на глибину 25–27 см	Боронування зябу, культивация на глибину 10–12 см, передпосівна культивация на глибину 8–10 см в агрегаті з бородами	Досходове та післясходове боронування
8	1/2 поля одно- та 1/2 поля багаторічних трав	Плоскорізний — лущення бородами БІГ-3, розпушування на глибину 20–22 см	Боронування зябу, культивация на глибину 6–8 см в агрегаті з бородами	Коткування
9	Озима пшениця	Лущення стерні дисковими лущильниками на глибину 6–8 см, після багаторічних трав мілка оранка на глибину 15–16 см, після однорічних трав культивация на глибину 10–12 см	Боронування, передпосівна культивация на глибину 6–8 см в агрегаті з бородами	Боронування навесні
10	Соняшник	Лущення стерні, культивация на глибину 10–12 см культиватором КПП-2.2, розпушування на глибину 25–27 см	Боронування зябу, культивация на глибину 10–12 см. Передпосівна культивация на глибину 6–8 см в агрегаті з бородами	Досходове та післясходове боронування, 1–3 міжрядні обробітки на глибини 8–10, 6–8, 5–6 см

## **28. ПІДГОТОВКА НАСІННЯ І СІВБА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

### **28.1. Агротехнічні вимоги до якості насіння**

Сівба високоякісним насінням районованих сортів — один з основних агротехнічних заходів, спрямованих на вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур.

Якість посівного матеріалу має певні сортові та посівні ознаки. Сортівні ознаки, що характеризують сортову чистоту насіння, визначають у полі на насінних ділянках під час апробації. За даними апробації насіння на сортову чистоту його поділяють на три категорії. Сортowa чистота насіння першої категорії має становити не менш як 99,5%, другої — 98, третьої — 95%.

Показниками якості посівного матеріалу є чистота, схожість, посівна придатність, енергія проростання, маса 1000 зерен, натура та вологість зерна, його вирівняність, зараженість шкідниками.

Відповідно до державного стандарту розрізняють певні класи насіння. Якщо насіння відповідає вимогам стандарту, його називають *кондиційним*. Залежно від посівних якостей насіння зернових, зернобобових та олійних культур, а також бобових і злакових трав поділяють на три, а насіння цукрових буряків, кормових коренеплодів, баштанних та овочевих культур — на два класи. У табл. 77 наведено дані стандарту на зернові та деякі зернобобові культури.

Господарства повинні спочатку висівати насіння I, а потім II класу. Висівати некондиційне насіння заборонено. Для насінних посівів використовують насіння тільки I класу.

Якість насіння в господарствах контролюють державні насінні інспекції. Для цього від кожної партії насіння шупами відбирають середній зразок: для пшениці, вівса, жита, ячменю маса його становить 1000 г, для проса — 500, конюшини, люцерни 250 г. Один зразок, призначений для визначення чистоти, енергії проростання, схожості і маси 1000 зерен насіння, зсипають у мішечок, другий зразок для визначення вологості і зараженості насіння — у пляшку, яку щільно закривають. Для визначення

Таблиця 77

**Державний стандарт та посівні якості насіння зернових і зернобобових культур (ДСТУ 2240-93)**

Культура	Репро- дукції насіння	Вміст насіння			Схо- жість, %
		основної культу- ри, %	інших видів, шт/кг		
			культур- них	бур'янів	
Пшениця м'яка	РН1-3	8,0	20	20	92,0
Пшениця тверда	РН1-3	98,0	20	20	87,0
Жито	РН1-3	98,0	40	40	90,0
Овес	РН1-3	98,0	60	20	92,0
Ячмінь	РН1-3	98,0	60	20	92,0
Просо	РН1-3	98,0	20	30	92,0
Гречка	РН1-3	99,0	20	30	92,0
Кукурудза	РН1-3	98,0	5	0	87,0
Горох	РН1-3	98,0	15	3	92,0
Люпин білий	РН1-3	98,0	5	5	87,0

зараженості хворобами насіння пророщують у вологих камерах та на поживних середовищах.

**Чистота насіння** — це маса чистого насіння досліджуваної культури в процентах від загальної маси зерна.

Насінний матеріал повинен бути без сторонніх домішок. Для визначення чистоти насіння різних груп рослин із середнього зразка відбирають такі наважки, г: пшениці, жита, ячменю, вівса, гречки, вики, сочевиці, рису — 50; кукурудзи, гороху, квасолі — 200; соняшнику, сої, люпину, гарбузів, кавунів — 100; буряків, конопель, сорго, еспарцету — 25; льону — 10; гірчиці, ріпаку, люцерни, конюшини — 5.

Наважку насіння розбирають на розбірній дошці на такі фракції: чисте здорове насіння основної культури; дрібне, бите, пошкоджене, проросле насіння основної культури; мертве сміття (полова, пісок, грудочки землі тощо); живе сміття (насіння бур'янів та інших культур, живі шкідники, насіння уражене сажкою, ріжки тощо). Кожну відібрану фракцію насіння зважують, визначають його масу спочатку в грамах, а потім у процентах від взя-

тої наважки. Крім того, насіння інших культурних рослин та насіння бур'янів підраховують, визначаючи їх кількість штуках на 1 кг насіння досліджуваного зразка.

Якщо чистота насіння нижча, ніж передбачено стандартом, його висівати не можна, а треба повторно очистити. Забороняється висівати також насіння, в якому є насіння карантинних бур'янів.

**Схожість насіння** визначають за кількістю насіння, яке проросло у встановлений для цієї культури строк (7–10 днів) в процентах від загальної кількості насіння, взятого для пророщування, і повинна бути близько до 100%. Це один з основних показників якості насіння. Погана схожість спричинює зрідженість посівів, що значно впливає на величину врожаю сільськогосподарських культур.

За даними М. М. Кулешова, урожайність кукурудзи при схожості насіння 98% становила 42,2 ц/га, 96% — 41,8, 92% — 39,6, 80% — 25, 49% — 15,4 ц/га, а в дослідях П. П. Лук'яненка з озимою пшеницею сорту Безоста 1 при 100%-й схожості вона становила 44 ц/га, 95% — 41, 83% — 34,6 ц/га.

Для визначення схожості з фракції чистого насіння відбирають чотири проби по 100 насінин і пророщують їх у кюветах на вологому чистому прожареному піску або фільтрувальному папері. Кювети розміщують у термостатах, де підтримують температуру близько 20°C для насіння холодостійких (пшениця, жито, ячмінь, овес, горох) і 20–30°C для теплолюбних (кукурудза, просо, гречка, рис, квасоля) культур. Спостереження за проростанням насіння ведуть щодня протягом 7–10 днів.

Для швидкого визначення схожості насіння користуються методами, розробленими М. І. Гуревичем, О. О. Фурсовою та І. З. Нелюбовим. Метод Гуревича ґрунтується на здатності живого насіння виділяти речовини, які відновлюють динітробензол. Внаслідок взаємодії відновних продуктів, що утворюються з динітробензолу, з аміаком насіння стає пурпуровим. Для цього насіння замочують на 4–5 год у розчині динітробензолу, після чого його кладуть на 10–15 год у розчин аміаку. Потім зрізують кінчик зародка зерна і розглядають його крізь лупу із збільшенням у 10–20 разів. Якщо зерно живе, колір зародка змінюється на пурпуровий, а якщо неживе, то не змінюється.

Крім динітробензолу використовують також розчин тетразолу. Колір розрізаного живого зерна в цьому розчині червоніє, а

колір мертвого — не змінюється. Для визначення схожості насіння кукурудзи використовують спосіб, розроблений в Інституті рослинництва, генетики і селекції ім. В. Я. Юр'єва. Насіння обробляють гарячим (40–43°C) 0,4–0,5%-м розчином Індиго карміну протягом 1,5–2 год. Колір живого насіння після обробки у цьому розчині не змінюється, а колір мертвого — змінюється.

**Енергія проростання насіння** визначається за перші 3–4 дні (табл. 78). Насіння, що має високу енергію проростання, дає дружні сходи, які менше пригнічуються бур'янами і більш стійкі проти несприятливих умов.

Життєздатне насіння, що має низьку схожість, піддають повітряно-тепловому обігріванню. Якщо після цього схожість його підвищується і не досягає стандарту, таке зерно бракують і відносять до продовольчого або фуражного.

**Посівна придатність насіння.** Посівною придатністю посівного матеріалу називають процентний вміст у ньому чистого і схожого насіння. Щоб визначити посівну придатність, процент чистоти множать на процент схожості і добуток ділять на 100. Так, якщо чистота посівного матеріалу озимої пшениці дорівнює 99%, а лабораторна схожість 96, то посівна придатність насіння становитиме  $(99 \times 96) : 100 = 95\%$ . Отже, 100 кг посівного матеріалу містить 95 кг чистого і схожого насіння. Дані про посівну придатність насіння використовують під час остаточного встановлення норм висіву.

Таблиця 78

**Строки визначення енергії проростання і схожості насіння**

Культура	Кількість діб для визначення		Культура	Кількість діб для визначення	
	енергії проростання	схожості		енергії проростання	схожості
Пшениця м'яка	3	7	Овес	4	7
			Кукурудза	4	7
тверда	4	8	Просо	3	7
Жито	3	7	Рис	4	10
Ячмінь	3	7	Сорго	3	8

**Маса 1000 зерен.** Встановлено, що чим крупніше і важче насіння, тим більше в ньому поживних речовин і краще розвинений зародок. Рослини, що вирости з такого насіння, високоврожайні. Не знаючи посівної придатності насіння і маси 1000 зерен, неможливо встановити норму висіву і схожість насіння у польових умовах.

Для визначення маси 1000 зерен із фракції чистого насіння відбирають дві проби по 500 зерен у кожній і зважують з точністю до 0,01 г. Якщо різниця між масами обох проб не перевищує 3% середньої, підсумовують масу першої і другої проб.

**Вологість насіння** є важливим показником його якості. Нормальною вологістю насіння зернових культур вважають 14–15%, а соняшнику, льону — 11–12%. При підвищеній вологості зерно в сховищах самозігрівається, уражується хворобами, пошкоджується шкідниками, знижується його схожість тощо.

Вологість зерна визначають у лабораторії, висушуючи його в сушильній шафі до сталої маси при температурі 130°C протягом 40 хв. Різниця у масі до і після висушування, виражена в процентах від початкової маси, становить вологість зерна.

Вологість зерна визначають також електричними вологомірами, які застосовують переважно на елеваторах, пунктах приймання зерна, у насінних інспекціях.

**Натура зерна (об'ємна маса).** Натура зерна — це маса насіння в певному об'ємі (1 л). Чим більша об'ємна маса, тим вища якість зерна. Натуру зерна визначають за допомогою пурки.

Натура зерна, як і маса 1000 зерен, може змінюватися залежно від природних умов, особливостей сорту, агротехнічних прийомів вирощування тощо. Знаючи натуру зерна, можна визначити масу певної партії його в складському приміщенні.

**Вирівняність насіння.** Вирівняним вважають насіння, максимальна кількість якого має приблизно однаковий розмір. Високої вирівняності посівного матеріалу досягають сортуванням його на спеціальних машинах. Щоб встановити ступінь вирівняності насіння, його пропускають крізь сита з отворами різних розмірів і форми, залежно від особливостей окремих культур.

**Зараженість насіння.** Найчастіше в зерні виявляють комірних борошняних кліщів та довгоносиків. Щоб виявити їх, зразок насіння витримують при кімнатній температурі протягом 1,5–2 год,

після чого шкідники починають рухатися. Потім зразок просівають крізь сита з діаметром отворів 2,6 і 1,5 мм, а дрібне насіння — крізь сито з діаметром отворів 1 мм. На ситі разом з насінням залишаються довгоносики та інші шкідники, а у відсіві — кліщі. За допомогою лупи визначають їх кількість і перераховують на 1 кг насіння.

Сажку, ріжки та інші збудники хвороб виявляють, аналізуючи живе сміття. Зараженість іншими хворобами визначають у вологій камері на поживних середовищах.

Крім показників, перелічених вище, є ще й інші, наприклад колір, блиск, запах тощо. Свіже насіння, яке добре збереглося, має специфічний колір, блиск. Зміна цих властивостей свідчить про погіршення його якості.

## 28.2. Зберігання насіння

При поганому зберіганні насіння втрачає свої посівні якості. Щоб запобігти цьому, його треба зберігати у спеціально обладнаних зерносховищах, з доброю вентиляцією, очищених, продезинфікованих відповідними засобами. Проти шкідників (кліщів, довгоносиків, хлібного трача) застосовують хлорпікрин, сірково-день та інші хімічні засоби. З гризунами ведуть боротьбу за допомогою принад з миш'яком, карбонатом барію або заражених збудником щурячого тифу.

У зерносховищі повинен бути підвал, який добре провітрюється і зручний для знищення шкідників. Засіки для зберігання насіння розміщують неблище 70–80 см від зовнішніх стін.

У засіки зерносховища засипають окремо добре очищене і висушене насіння різних культур і сортів. Вологість насіння зернових культур не повинна перевищувати 14–15%. Навіть сухе насіння перед засипанням у засіки просушують протягом 3–4 днів, що підвищує його схожість і енергію проростання. Насіння зернових культур зберігають у засіках насипом або в мішках. Висота насипу не повинна перевищувати 2,5 м., а при підвищенні вологості і потеплінні — 1,5 м. Під час зберігання спостерігають за температурою і вологістю зерна та появою у ньому шкідників. Температуру регулюють, змінюючи товщину шару зерна. Під час

сильних морозів зерно в засіках вкривають. При підвищеній температурі і вологості насіння активно вентилюють, продуваючи повітря крізь його товщу спеціальними установками. Періодично зерносховища провітрюють відкриваючи двері та включаючи вентилятори.

### 28.3. Підготовка насіння до сівби

Підготовка насіння до сівби залежно від його стану та культури включає такі основні способи: очищення, сортування, калібрування, протруювання, повітря-теплове обігрівання тощо.

**Очищення і сортування насіння.** Насіння очищають і сортують для того щоб відокремити домішки живого та мертвого сміття, підготувати для сівби найбільш повноцінне і вирівняне за розмірами та масою насіння. Спосіб очищення зерна залежить від ступеня його засміченості, виду насіння бур'янів та наявності зернових домішок. У господарствах для цього застосовують зерноочисні машини ЗАВ-40, КЗС-80 М, КЗСУ-50, ОВП-20А, А1-Б32-0 та ін.

При підготовці до сівби насіння кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків та інших культур крім очищення його калібрують, тобто сортують за довжиною, шириною і товщиною. Каліброване насіння рівномірніше висівається. Якщо, наприклад, сіють пунктирним способом, то в рядку висівається певна кількість насіння, що зменшує подальші затрати праці та витрати коштів на догляд за посівом. У дослідях Верхнятської дослідної станції врожай коренеплодів цукрових буряків при висіванні насіння діаметром 2 мм становив 282 ц/га, 2...3 мм — 320 ц/га, 3... 4 мм — 392 ц/га і понад 4 мм — 358 ц/га, тому при сівби цукрових буряків пунктирними сівалками використовують фракції каліброваного насіння діаметром 3,5 — 4,5 і 4,5 — 5,5 мм.

Насіння конюшини і люцерни очищають на машині ЕСМ-1А.

Протруювання насіння є ефективним способом боротьби з бактеріальними хворобами. Розрізняють мокре, напівсухе, сухе та термічне знезаражування насіння.

**Мокре протруювання** насіння більш ефективне проти твердої сажки всіх зернових культур (пшениці, жита, ячменю, проса),

а також проти твердої та летючої сажки вівса. За 2–3 дні до сівби насіння змочують розчином формаліну (на одну частину 40%-го розчину препарату беруть 300 частин води) за допомогою універсальних машин ПСШ–3 або ПС–10. Потім зерно згортають у купи, накривають брезентом або мішками і залишають на 2 год. За цей час пари формаліну вбивають спори сажки, після чого насіння розсипають під навісом тонким шаром і просушують. На 1 т зерна витрачають 100 л розчину, тобто 1 кг 40%-го розчину формаліну можна протруїти 30 ц зерна.

**Напівсухим способом** протруюють тільки плівчасте зерно ячменю, вівса, проса. Для цього готують більш концентрований розчин: на 1 частину формаліну беруть 80 частин води. Оброблене насіння, згорнуте в купи, витримують під брезентом протягом 1 год. Потім його висівають без попереднього підсушування. На 1 т насіння витрачають 30 л розчину.

Для **сухого протруювання** насіння хлібних злаків, зернобобових, буряків, льону, соняшнику та інших культур застосовують препарати байган, фентуран, ТМТД, вітавакс, байлетон, фундазол тощо. Дози їх залежать від виду насіння, наприклад, для зернових доза становить від 1 до 2 кг на 1 т насіння. Кондиційне насіння протруюють сухим способом за 2–3 місяці до сівби на машинах ПС–10, ПСШ–3. Оскільки препарати дуже отруйні, під час протруювання насіння треба суворо дотримуватися відповідної техніки безпеки.

Проти сажки пшениці та ячменю ефективно термічне знезараження: зерно замочують протягом 4 год. у воді, нагрітій до 28–32°C. При такій температурі спори гриба сажки швидко проростають. Потім, щоб убити пророслі спори сажки, зерно на 7–8 хв. занурюють у воду, нагріту до 52–53°C. Після цього насіння охолоджують у холодній воді та просушують на повітрі. Застосовують також одноразове термічне протруювання, за якого насіння прогрівають у воді при температурі 45–46°C протягом 4–4,5 год. Для термічної обробки насіння використовують також спеціальну установку КТС–0,5 та електродну установку, на якій насіння прогрівають при температурі 45°C протягом 3,5–4 год. залежно від кондиції та сорту. Щоб запобігти пошкодженню насіння деяких культур, наприклад кукурудзи дротяниками, перед сівбою його обробляють інсектицидами.

Важливим у підготовці насіння до сівби є повітряно-тепловий обігрів на сонці протягом 3–5 год. або активне вентилявання підігрітим повітрям до 30–35°C.

Насіння зернобобових культур перед сівбою обробляють нітрагіном, азотобактерином, тобто препаратами, які містять бульбочкові або азотфіксуючі бактерії.

Широко застосовують також дражування та інкрустацію насіння. При дражуванні насіння, наприклад буряків, моркви, обволікають захисно-поживною оболонкою і надають йому кулястої форми. Інкрустація насіння передбачає покриття його захисними плівками, до складу яких входять ростові речовини, мікродобрива та інсектициди.

#### **28.4. Сівба сільськогосподарських культур**

Способи сівби залежать від біологічних особливостей культур (різні культури неоднаково вимогливі до родючості ґрунту, теплоти, освітлення, вологості тощо). Однією з основних вимог до способів сівби є створення оптимальної густоти посівів, що забезпечує найінтенсивніше наростання асиміляційної листової поверхні — основного фактора врожайності.

Є два способи сівби: розкидний і рядковий. При розкидному способі насіння у ґрунті розміщується без міжрядь. Виконують його вручну або розкидними сівалками. Цей спосіб сівби застосовують дуже рідко, здебільшого під час освоєння крутосхилів, заболочених місць.

Рядковий спосіб сівби є основним, оскільки забезпечує більш рівномірне висівання насіння на всій площі посіву і загортання його на однакову глибину у зволожений шар ґрунту.

При *суцільному рядковому способі сівби* насіння розміщується з шириною міжрядь від 10 до 25 см і на відстані в рядку 1,5–2 см одне від одного. Цей спосіб використовують для висівання сільськогосподарських культур, які дають урожай при невеликій площі живлення (зернові колосові, горох, гречка, однорічні та багаторічні трави тощо). Використовують для цього дискові та сошникові сівалки СЗ–5,4, СЗА–3,6, СЗТ–3,6А, СЗС–2,1, ССТ–12В та ін.

*Вузькорядний спосіб сівби* (ширина міжрядь становить 6,5–7 см) забезпечує більш рівномірне розміщення насіння на площі посіву. При цьому використовують сівалки СЗУ–3,6, СЗЛ–4,6 та ін., а також сошникові вузькорядні. При використанні останніх треба ретельно розробляти поверхню ґрунту, щоб досягти кращого освітлення рослин у рядках, посилити в них фотосинтез і підвищити стійкість рослин проти вилягання. Вузькорядна сівба льону сприяє збільшенню виходу волокна і поліпшенню його якості. Проте вузькорядні сівалки не забезпечують рівномірного розміщення насіння в рядку і на певну глибину, легко забиваються нагрібаючи ґрунт попереду сошників.

*Перехресний спосіб сівби* так само, як і вузькорядний, має деякі переваги перед суцільним рядковим. Виконують його рядковими сівалками, які переміщуються на полі перехресно — спочатку вздовж, а потім упоперек. Сівалки встановлюють на висівання половини норми висіву насіння. Середній приріст урожаю зерна в результаті більш рівномірного розміщення насіння становить 3–4 ц/га порівняно з урожаєм культур, висіяних суцільним рядковим способом. Проте перехресна сівба має певні недоліки, які обмежують її широке застосування на виробництві. Зокрема, процес сівби виконують у двох напрямках, і насіння загортається на неоднакову глибину. На перехрестях посіви загущуються, що спричинює строкатість їх і неодноразовість дозрівання. Крім того, внаслідок повторних проходів агрегату під час сівби руйнується структура ґрунту, він висихується, продовжуються строки сівби, збільшуються витрати коштів на сівбу.

*Широкорядний спосіб сівби* (ширина міжрядь понад 30 см) застосовують для вирощування культур, які потребують великих площ живлення (кукурудза, соняшник, цукрові буряки, картопля, бавовник, овочеві культури), а також проса, гречки тощо. У широкорядних посівах можна виконувати міжрядний обробіток ґрунту для знищення бур'янів, розпушувати його у період вегетації рослин, проводити поливи та підживлення тощо.

Основним недоліком широкорядних посівів є нерівномірне розміщення в них рослин.

При *стрічковому способі сівби* насіння в ґрунті розміщується стрічкою, у якій два чи кілька рядків. Відстань між окремими рядками в стрічці становить від 7,5 до 15 см, а між стрічками — 45–

60 см і більше. Цим способом висівають насіння культур, які не потребують великих площ живлення (просо, морква, цибуля, столові буряки). Оскільки через повільний ріст у початковий період ці культури пригнічуються бур'янами, широкі міжряддя стрічкових посівів обробляють культиваторами. Залежно від кількості рядків у стрічці посіви бувають дво- чи тристрічкові і більше. Для такої сівби, як правило, використовують звичайні рядкові сівалки з відповідно розставленими сошниками.

*Пунктирний спосіб сівби* — один з видів рядкового, за якого насінини рівномірно розміщуються в рядку через певну відстань одна від одної. Густота рослин на площі посіву за такої сівби визначається кількістю висіяного насіння на 1 м довжини рядка. Застосовують цей спосіб сівби при вирощуванні цукрових буряків, кукурудзи на інших культур, наприклад зернових колосових. У таких посівах для рослин створюються кращі умови поживного, теплового і водного режимів, а також освітлення. При цьому продуктивність кожної рослини вища, ніж при вирощуванні іншими способами.

При *гніздовому способі сівби* насіння розміщується по кілька штук в окремі гнізда. Для цього використовують спеціальні сівалки. Основна перевага гніздового способу порівняно з широко-рядним рядковим полягає в економії насіння і поліпшенні умов живлення рослин. Сходи з'являються групами і легше проникають крізь ґрунтову кірку, яка може утворюватися після сівби. У гніздових посівах механізований обробіток міжрядь застосовують тільки в одному напрямі.

*Квадратний та квадратно-гніздовий способи сівби* характеризуються тим, що насіння розміщується поодиночці або групами (гніздами) по кутах квадрата з відстанню 60×60 або 70×70 см. Цим способом висівають високостеблеві просапні культури (кукурудзу, соняшник, бавовник, ріцину тощо). Для цього застосовують спеціальні сівалки, які забезпечують прямолінійність рядків у повздовжньому та поперечному напрямках. У таких посівах можна повністю механізувати міжрядний обробіток ґрунту і значно скоротити затрати праці на догляд за культурами, а також витрати насіння.

*Борозенний спосіб сівби* дає змогу загорнути насіння на дно утвореної борозни. Як правило, так сіють у південно-східних

посушливих районах, де верхній шар ґрунту навесні швидко пересихає.

Борозенну сівбу виконують спеціальними сівалками, обладнаними борознувальниками.

*Гребневий спосіб сівби* застосовують у районах надмірного зволоження. Насіння висівають на спеціально створених гребенях сівалками. Такий спосіб сівби сприяє кращому забезпеченню культур повітрям, теплом і поживними речовинами. Гребневий спосіб сівби дуже ефективний на важких безструктурних ґрунтах. На полях, де картоплю садять на гребенях, урожай на 35–46 ц/га більший, ніж тоді, коли її садять звичайним способом.

**Строки сівби.** Своєчасно проведена сівба має велике значення для вирощування високих урожаїв сільськогосподарських культур — рослини краще забезпечуються вологою і поживними речовинами, добре вкорінюються, розвиваються, витримують несприятливі умови.

Строки сівби залежать від біологічних особливостей вирощуваних культур та умов навколишнього середовища. Сіяти треба в стислі й оптимальні для даної культури агротехнічні строки. В озимих та ярих культур вимоги до строків сівби неоднакові.

*Строки сівби ярих культур.* Для ярих культур, які висівають навесні, велике значення має температура проростання насіння і здатність сходів витримувати весняні приморозки. За строками сівби ярі культури поділяють на ранні, середні та пізні.

До культур ранніх строків сівби належить овес, ячмінь, яра пшениця, горох, вика, льон, цукрові буряки, соняшник, морква, багаторічні трави тощо. Насіння їх проростає при температурі ґрунту на глибині загортання від 1 до 5°C вище нуля. Сходи весняними приморозками не пошкоджуються.

Для культур середнього строку сівби (кукурудзи, проса, сої, квасолі, сорго, гречки тощо) температура ґрунту на глибині загортання насіння має бути не нижче 7–10°C. При нижчих температурах насіння не проростає. Сходи цих культур пошкоджуються навіть незначними весняними приморозками.

Насіння культур пізнього строку сівби (рис, бавовнику, тютюну) проростає при температурі ґрунту на глибині загортання 12–14°C.

При ранній сівбі рослини краще використовують ґрунтову вологу, ярі культури менше пошкоджуються шведською мухою,

хлібним жуком та іншими шкідниками сільськогосподарських культур. Посіви ярих колосових культур при ранніх строках сівби менше пригнічуються бур'янами. Запізнення із сівбою часто є причиною появи недружних і зріджених сходів, невивпненості зерна, а в олійних культур — зменшення виходу олії.

Оптимальні строки сівби культур визначають відповідно до рекомендацій місцевих дослідних установ та з урахуванням досвіду господарств.

*Строки сівби озимих.* Озимі культури треба висівати в такі строки, щоб рослина встигла до зими добре зміцніти, вкорінитися, розкущитися і нагромадити в тканинах поживні речовини (вуглеводи), які посилюють її зимостійкість. Для озимої пшениці й жита сума середньодобових температур має становити 450–550°C, тобто для їх осінньої вегетації потрібно 40–50 днів. Отже, оптимальні строки сівби є одним із заходів, який дає змогу запобігти вимерзанню озимих посівів. При дуже ранніх строках сівби озимі випрівають та пошкоджуються гесенською мухою.

Строки сівби озимих культур залежать від ґрунтово-кліматичних умов. Так, на Поліссі озимі сіють з 20 серпня до 5 вересня, в Лісостепу — з 25 серпня до 10–15 вересня, у північних і північно-східних районах Степу — з 1-го серпня до 20 вересня, у Криму — з 15 вересня до 10 жовтня, в Закарпатті — з 1-го вересня до 1 жовтня.

Наведені строки сівби озимих культур в Україні є орієнтовними і в окремі роки залежно від погодних умов, попередника, вологості ґрунту та біологічних особливостей сорту можуть дещо змінюватися.

**Норма висіву** — це кількість (або маса) насіння, яка потрібна для засівання одиниці площі і забезпечення оптимальної густоти сходів. Вона залежить від біологічних особливостей культури, сорту, строку і способу сівби, природних умов окремих районів, господарського призначення врожаю, попередника, якості насіння. При встановленні норми висіву враховують також вологість ґрунту, забезпеченість рослин поживними речовинами, забур'яненість поля та площу живлення, яка потрібна для нормального росту і розвитку рослин.

При визначенні норми висіву для зернових беруть до уваги ще й здатність їх кущитися: озимі, які кушаться більше, можна висівати з меншою нормою висіву, а ярі, які кушаться менше, —

з більшою. Для кожної культури та її сорту залежно від ґрунтових та погодних умов треба встановлювати таку густоту посівів, щоб урожай був найвищий.

Норма висіву зернових 100–250 кг/га, кукурудзи — 30–35, а дрібнонасінних культур — 3–8 кг/га. Для зернових культур її підвищують у районах з більшою вологістю. Як правило, норми висіву зменшують на більш родючих ґрунтах, при внесенні підвищених норм добрив і кращому обробітку ґрунту. За таких умов насамперед зменшують норми висіву зернових, у яких на більш родючих ґрунтах вищий коефіцієнт кущення. Тому на удобрених чистих парах та після парових попередників висівають менше насіння, ніж після непарових попередників без внесення добрив. Однак це стосується не всіх культур. Так, В. І. Едельштейн встановив доцільність збільшення норм садіння картоплі на родючих ґрунтах.

При розробці теорії високих урожаїв треба враховувати оптимальну площу живлення рослин залежно від їх вирощування. Оптимальна площа (оптимальний стеблостій) рослин має сприяти високій продуктивності фотосинтезу та оптимальному забезпеченню рослин водою, повітрям і поживними речовинами.

Критеріями правильного вирішення питання оптимального стеблостою є величина врожаю та його якість. Сучасні технічні засоби механізації дають змогу практично забезпечити задану густоту посіву будь-якої культури, треба лише правильно визначити доцільну площу живлення рослин.

Норму висіву збільшують на 10–15% на забур'янених ґрунтах і при запізненні з сівбою. Крім того, норма висіву залежить від способів сівби. Так, при перехресному та вузькорядному способах сівби висівають на 10–15% насіння більше, ніж при звичайному рядковому.

Норма висіву визначається кількістю зерен на 1 га. Для кожної культури в певній зоні встановлено оптимальну густоту рослин на 1 га посіву, що забезпечує вирощування високого врожаю. Знаючи масу 1000 зерен і посівні якості насіння, можна встановити вагову норму його висіву в кілограмах на 1 га посіву.

Вагову норму висіву (Н), кг/га, обчислюють за формулою:

$$H = \frac{K \cdot M \cdot 100}{\Pi},$$

де  $K$  — кількість насінин на 1 га, млн шт.;

$M$  — маса 1000 насінин, г;

$P$  — посівна придатність насіння, %.

**Глибина загортання насіння.** Важливе значення для розвитку рослин має глибина загортання насіння. Вона залежить від багатьох умов. Проте основною з них є розмір насіння: чим воно крупніше, тим глибше його можна загортати. Наприклад, насіння кукурудзи загортають на глибину 8–10 см, пшениці — 6–7, дрібнонасінних культур (льону, конюшини) — 2–3 см. Мілкіше загортають насіння культур, яке під час проростання виносить сім'ядолі на поверхню ґрунту (соя, люпин, квасоля, цукрові буряки).

На легких ґрунтах насіння висівають глибше, ніж на важких, де для нього під час проростання не вистачає повітря, а в раннь-овесняний період — і теплоти. Дуже важливою є рівномірність розміщення насіння за глибиною. При загортанні на різну глибину воно проростає неодноразово, що зумовлює потім неодноразово не досягання врожаю. Якщо сівбу проводять в оптимальні строки, насіння висівають на глибину, прийнятну для даної культури, а при запізненні з сівбою, коли верхній шар ґрунту пересихає, його загортають глибше. В озимих культурах вузол кущення закладається близько від поверхні ґрунту, тому при неглибокому його заляганні виникає загроза вимерзання озимих.

Щоб насіння краще проростало, його треба розміщувати на твердому ложі, де є кращий доступ вологи з нижніх шарів ґрунту, а загортати розпушеним ґрунтом, щоб забезпечити надходження повітря і появу дружних сходів. Поява дружних сходів залежить від рівномірності глибини загортання насіння на всьому полі. Це забезпечується передпосівним обробітком ґрунту — розпушуванням і вирівнюванням поверхні.

## **28.5. Сівалки і агротехнічні вимоги до їх роботи.**

### **Якість сівби**

Сівба сільськогосподарських культур — це виробничий процес, в якому поєднуються способи і строки сівби, глибина загортання насіння, норми висіву тощо.

Для висівання насіння різних культур застосовують сівалки різних конструкцій. Основними робочими органами сівалок є висівні апарати, насіннепроводи, сошники.

**Висівні апарати** бувають катушкові, дискові, комірково-дискові, метеликові, щиткові, внутрішньореберні та пневматичні. Катушкові висівні апарати застосовують у зернових сівалках для висівання зернових і овочевих культур та льону. Висівання насіння регулюється зміною робочої довжини катушки та швидкістю її обертання. Дискові висівні апарати виставляють на сівалках, призначених для висівання насіння кукурудзи, соняшнику та інших культур квадратно-гніздовим способом. Висів регулюють зміною дисків. Комірково-дискові висівні апарати призначені для точної сівби каліброваного насіння цукрових буряків, кукурудзи та інших культур. Норму висіву насіння регулюють, змінюючи кількість обертів дисків за допомогою змінних зірочок. Метеликові висівні апарати застосовують для висівання несипкого насіння (цукрових буряків, трав, овочевих та лісових культур). Щітковий апарат використовують для висівання насіння трав.

**Сошник** — робочий орган сівалки, призначений для утворення в ґрунті борозенок, укладання в них насіння, загортання його ґрунтом. За конструкцією розрізняють сошники анкерні, кілеподібні, полозоподібні, дискові. Анкерні, кіле- та полозоподібні сошники добре працюють на староорних ґрунтах, ущільнюючи дно борозенки і закриваючи насіння спочатку зволоженим, а потім сухим ґрунтом. Анкерні сошники встановлюють на зернотрав'яних та зернових комбінованих сівалках. Кілеподібні сошники застосовують переважно для висівання дрібного насіння при неглибокому загортанні його. Встановлюють їх на трав'яні (СЗЛ–3,6, СЛТ–3,6) та бурякові (ССТ–12А) сівалки. Для одночасного загортання насіння і мінеральних добрив з невеликим прошарком ґрунту між ними застосовують комбіновані анкерні, кіле та полозоподібні сошники.

Полозоподібні сошники встановлюють на овочевих та бурякових сівалках, проте вони погано працюють на ґрунтах недостатньо вирівняною і обробленою поверхнею. Дискові сошники працюють на різних за гранулометричним складом ґрунтах. Під час роботи вони не забиваються бур'янами і рослинними рештками. Їх встановлюють на сівалках СЗ–3,6, СЗУ–3,6, СЗА–3,6,

СУК–24, СЗП–3,6, СЗС–2,1 та інших, а також на овочевих сівалках СОН–2,8, СКОН–4,4, СКОСШ–2,8, СЛН–8А. Дискові сошники добре працюють і при сівбі на підвищених швидкостях.

**Агротехнічні вимоги** до сівалок. Основними з цих вимог є такі:

- 1) сіяти в оптимальні для даної культури строки;
- 2) ретельно обробляти ґрунт перед сівбою;
- 3) використовувати лише відрегульовані сівалки;
- 4) при рядковій сівбі добиватися прямолінійного переміщення агрегату на полі, щоб не було огріхів, особливо під час сівби просапних культур, щоб забезпечити механізацію процесів міжрядного обробітку;
- 5) сіяти впоперек напрямку оранки, інакше глибина загортання насіння буде нерівномірною;
- 6) встановлювати сівалки на однакову норму висіву і глибину загортання насіння;
- 7) дискові сошники мають бути гострими, щоб вони легко врізалися в ґрунт;
- 8) висівні апарати повинні висівати насіння на однакову глибину, не пошкоджуючи його;
- 9) під час сівби стежити за роботою всіх висівних апаратів та насіннепроводів, своєчасно включати та виключати сівалку і за-сівати поворотні смуги.

Якість сівби, зокрема глибину загортання насіння, оцінюють за допомогою бура Калентьєва, відбираючи шари ґрунту через 1–2 см і визначаючи в кожному відібраному зразку кількість насінин.

Густоту посівів і рівномірність висівання насіння визначають після появи сходів, підраховуючи їх на 1 м<sup>2</sup> методом накладання рамки розміром 1x1 у різних місцях поля. Після появи сходів підраховують кількість огріхів, визначають прямолінійність рядків та рівномірність ширини міжрядь, розміщення квадратів на посівах просапних культур.

Якість сівби залежить від способу переміщення на полі посівного апарату. Під час роботи розрізняють прямолінійні і фігурні способи переміщення сівалок. Останній спосіб не застосовують, оскільки утворюється багато огріхів на поворотах.

В окремих випадках застосовують спеціальні способи сівби, до яких належить підпокривний посів (підсівання).

### **Контрольні запитання**

1. Агротехнічні вимоги до якості насіння.
2. Основні показники якості насіння.
3. Зберігання насіння і підготовка його до сівби.
4. Способи сівби сільськогосподарських культур та їх оцінка.
5. Строки сівби ярих та озимих культур.
6. Норма висіву насіння та глибина загортання насіння.
7. Сівалки для сівби.
8. Агротехнічні вимоги до посівних агрегатів. Якість сівби.

## 29. СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Під системою землеробства розуміють комплекс організаційно-економічних, агротехнічних, меліоративних, ґрунтозахисних заходів, спрямованих на ефективне використання землі, агрокліматичних ресурсів, біологічного потенціалу рослин, на підвищення родючості ґрунту для отримання високих стійких урожаїв сільськогосподарських культур.

Система землеробства є важливою складовою частиною системи ведення господарства, характеризується формою використання землі та способами підвищення ефективної родючості ґрунту. У різних системах землеробства форма використання землі виражається у співвідношенні земельних угідь, структурі посівних площ, а спосіб підвищення ефективної родючості ґрунту — в комплексі агротехнічних та меліоративних заходів залежно від особливостей вирощування культур. Основними ознаками системи землеробства є співвідношення земельних угідь, структура посівних площ і способи підвищення ефективної родючості ґрунту. За цими ознаками визначається інтенсивність та раціональність системи землеробства.

Основні ланки системи землеробства такі:

1. Організація території господарства і розробка раціональної структури посівних площ відповідно до його спеціалізації і природно-економічних умов.
2. Впровадження та освоєння науково обґрунтованих сівозмін.
3. Впровадження системи правильного обробітку ґрунту.
4. Раціональне використання добрив.
5. Застосування системи заходів боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур.
6. Впровадження нових високопродуктивних сортів і гібридів.
7. Здійснення меліоративних заходів (зрошення, осушення, гіпсування, насадження полезахисних смуг тощо).
8. Захист ґрунту від водної і вітрової ерозії та ліквідація її наслідків з використанням меліоративних та інших заходів.

Система землеробства передбачає також впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, досягнень науки і передового досвіду.

Усі ці складові елементи системи землеробства тісно пов'язані між собою. Наприклад, значна зміна співвідношення площ під культурами викликає зміни основних способів підвищення родючості ґрунту. Заходи підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур завжди взаємопов'язані, проте в різних зонах значення їх неоднакове. Так, у посушливих умовах основними з них є накопичення і збереження вологи в ґрунті, на ґрунтах Полісся — внесення добрив, на перезволожених ґрунтах — осушування.

## **29.1. Розвиток систем землеробства**

Системи землеробства розвивались і змінювались відповідно до розвитку продуктивних сил суспільства, його соціально-економічних особливостей і науково-технічного прогресу.

Першими науково обґрунтували систему землеробства російські агрономи-вчені А. Т. Болотов і Г. М. Комов наприкінці XVIII ст. Вони розрізняли системи землеробства за способом відновлення родючості ґрунту та співвідношенням посівів зернових і кормових культур.

Значний внесок у розвиток наукових основ систем землеробства зробили І. А. Стебут, О. В. Советов, В. В. Докучаєв, П. А. Костичев, В. Р. Вільямс, Д. М. Прянишников.

За ступенем інтенсивності системи землеробства поділяють на примітивні, екстенсивні та інтенсивні.

До *примітивних систем землеробства* належить заліжна, вирубно-вогнева та перелогова.

Заліжна, так само як і інші примітивні системи землеробства, існувала за первісно-общинного ладу, коли родючість ґрунту відновлювалась внаслідок природних процесів. Сільськогосподарські культури вирощували на освоєних землях доти, поки ґрунти не виснажувалися. Внаслідок примітивної агротехніки родючість ґрунту зменшувалася, а посіви заростали бур'янами. Ділянки залишали на заліж, а для сівби використовували нові землі.

У лісових районах тоді була поширена вирубно-вогнева система землеробства, за якої сільськогосподарські культури вирощували на ділянках, де перед цим вирубували або спалювали ліс.

Перелогова система землеробства змінювала заліжну в міру того, як збільшувалися площі розораних цілих земель. За цієї системи використовували землі (перелоги), що не оброблялися протягом 10–20 років.

Примітивні системи землеробства характеризувалися незначною площею земель, які використовувалися під посіви (не більш як 25%) та низькими показниками продуктивності. Відновлення родючості ґрунту відбувалося досить повільно і довгий час за рахунок використання природних факторів та характеризувалося високими затратами праці на одиницю врожаю. Виробництво рослинницької продукції за таких умов здійснювалось за рахунок природної родючості ґрунту.

*До екстенсивних систем землеробства відносять парову і зернотрав'яну.*

Парова система землеробства розвинулась з перелогової у період розвитку феодалізму. Зростання населення потребувало розширення посівних площ і збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. За таких умов період перелогу скоротився до одного року. Однорічний переліг дістав назву пару, а система землеробства — парової. В Україні парова система землеробства існувала до 20–х років минулого століття. Були поширені трипільні сівозміни, в яких одне поле відводилось під пар. Друге — під озимі зернові, третє — під ярі культури. Родючість ґрунту тут відновлювалась у паровому полі. Проте пару в сучасному розумінні цього слова не було. Починаючи з весни і до збирання врожаю зернових культур на цих полях випасали худобу, тому їх називали толокою. Випасання худоби та примітивна агротехніка призводили до засміченості посівів, погіршення поживного режиму і фізичних властивостей ґрунту. Урожайність зернових була 7–8 ц/га.

Парова система землеробства не задовольняла й умов розвитку тваринництва: кормових культур на полях не вирощували, а пар був малопродуктивним пасовищем. У сучасних умовах парова система землеробства видозмнилася на зерно-парову ґрунтозахисну і застосовується нині у південних районах України.

Зерно-трав'яна система виникла і набула деякого поширення в дореволюційній Росії в нечорноземній зоні, а в Україні — на Поліссі, коли в польових сівозмінах почали запроваджувати

багаторічні трави. Наприклад, 8-пільна сівозміна поліпшеної зерно-трав'яної системи тоді була така: 1 — пар; 2 — озимі з підсівом конюшини з тимофіївкою; 3, 4 — конюшина з тимофіївкою; 5 — льон; 6 — пар; 7 — озимі; 8 — ярі зернові. За цієї системи під багаторічні трави відводили 20–30%, під чисті пари — 15–25% площі. просапних культур не сіяли зовсім або висівали на невеликих площах.

Родючість ґрунту підвищувалася в результаті вирощування багаторічних трав, застосування органічних добрив (гною) та впровадження парів. Отже, в екстенсивних системах землеробства більшість орнопридатних земель використовували під посіви, серед яких переважали зернові. Високопродуктивні кормові і технічні культури займали незначні площі. Родючість ґрунту відновлювалася після висівання багаторічних трав, обробітку парів тощо. Мінеральні добрива використовували мало.

Подальший розвиток систем землеробства відбувався шляхом скорочення площі під чистими парами і заміни їх зайнятими, а також введення у посіви просапних культур та переходу до плодозмінної системи. Такі форми використання землі з більшим або меншим розвитком плодозміни дістали назву *поліпшеної зернової системи*. Наприклад, у чорноземних районах поліпшення системи землеробства відбувалося шляхом введення у сівозміну посівів цукрових буряків, кукурудзи, соняшнику, а в нечорноземній зоні — картоплі.

Важливе місце в розвитку інтенсивних систем землеробства належить плодозмінній системі, яку в Росії почали застосовувати наприкінці XVIII ст. В окремих поміщицьких господарствах (виникла ця система в Бельгії і Голандії в XVI–XVII ст.). Найбільшого поширення вона набула у країнах Західної Європи у зв'язку з швидким розвитком капіталізму, що прискорило перехід від екстенсивних до інтенсивних систем землеробства.

У розробку теоретичних основ плодозмінної системи землеробства значний внесок зробили не тільки зарубіжні вчені (А. Юнг — Англія, А. Теєр — Німеччина), а й російські вчені-агрономи (А. Т. Болотов, І. М. Комов, М. Г. Павлов, О. В. Советов, Д. І. Менделєєв, П. А. Костичев, А. А. Ізмаїльський та ін.). Активно пропагував плодозмінну систему акад. Д. М. Прянишников. Він зазначав, що в результаті переходу від парової системи земле-

робства до плодозмінної середній урожай зернових у країнах Західної Європи збільшився з 7–8 ц/га у XVIII ст. до 16–17 ц/га в середині XIX ст., а на початку XX ст. — до 25 — 30 ц/га.

При плодозмінній системі однобічне зернове господарство поступилося місцем господарству з розвинутим тваринництвом та вирощуванням технічних і просапних культур. Зернові при цьому займали не більше половини площі ріллі. Родючість ґрунту підвищувалася внаслідок чергування зернових, бобових і просапних культур, внесення гною, глибокого обробітку ґрунту і боротьби з бур'янами, високої агротехніки вирощування просапних культур.

Типовою сівозміною плодозмінної системи землеробства є норфолькське чотирипілля, яке в другій половині XVIII ст. було запроваджене в Англії в графстві Норфольк: 1 — конюшиний пар; 2 — озимі; 3 — турнепс; 4 — ячмінь з підсівом конюшини.

У 30-х роках XX ст. у Росії широко пропагувалася нова травопільна система землеробства, основні положення якої були сформульовані В.Р. Вільямсом. За цією системою основою родючості ґрунту була дрібногрудочкувата водостійка структура, яка може відновлюватися і поліпшуватися тільки після сівби злаково-бобових сумішок.

Як і поліпшену зернову, травопільну систему відносять до так званих перехідних систем землеробства. Основними її недоліками є низька продуктивність земельного фонду, слабкий розвиток зернового господарства і кормовиробництва. Тому травопільна система не дістала значного поширення в Україні. В основних зонах України переважали більш прогресивні системи землеробства.

## **29.2. Сучасні інтенсивні системи землеробства**

У результаті тривалої науково-дослідної роботи для кожної природно-економічної зони нині розроблені наукові основи ведення сільського господарства, складовою частиною яких є інтенсивні системи землеробства.

Сучасні системи землеробства — основа інтенсифікації сільського господарства — процесу різкого збільшення виробництва зерна, технічних, кормових та овочевих культур на основі розширеного відтворення родючості ґрунту. Цей процес відбувається

як шляхом додаткового вкладення коштів, так і на основі прискорення науково-технічного прогресу.

Різноманітність систем землеробства в Україні зумовлена зональними, природно-економічними особливостями. До них можна віднести такі:

1) *плодозміну* з проведенням меліоративних заходів для окультурення ґрунтів (Полісся України);

2) *зернопросапну* з проведенням заходів для захисту ґрунтів від водної ерозії (лісостепові райони України);

3) *зернопаропросапну* з проведення заходів для захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії (південні степові посушливі райони України);

4) *просапну* з вирощуванням переважно просапних культур (понад 50%). Цю систему впроваджують у господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні технічних, кормових та овочевих культур, а також в овочево-картоплярських приміських господарствах. У полях сівозмін цієї системи вносять багато органічних і мінеральних добрив, впроваджують інтенсивний обробіток ґрунту, зрошення та осушення;

5) *зернопарову* з проведенням заходів по захисту ґрунтів від вітрової ерозії (посушливі райони півдня України).

Сучасні інтенсивні системи землеробства характеризуються високим технічним оснащенням виробництва, використанням більш ефективних способів обробітку ґрунту, внесенням органічних і мінеральних добрив з розрахунку на запланований урожай і розширене відтворення родючості ґрунту, інтенсивними ґрунтозахисними технологіями вирощування сільськогосподарських культур, меліоративними, а також прогресивними організаційно-господарськими заходами.

Проведення значних організаційно-господарських, агротехнічних, меліоративних заходів сприяє переходу до вищих форм систем землеробства відповідно до сучасного рівня розвитку продуктивних сил, науки і техніки.

При високому рівні інтенсифікації сучасних систем землеробства дуже важливу роль відіграють енергозберігаючі та ґрунтозахисні заходи для запобігання та усунення наслідків ерозії ґрунту.

Проте, як свідчить досвід, запровадження зазначених вище інтенсивних систем землеробства не завжди забезпечує достат-

ню їх ґрунтозахисну спрямованість. Не зважаючи на відносно високу продуктивність інтенсивних систем, запровадження їх у зонах активної дії водної і вітрової ерозії не забезпечує надійного захисту ґрунту від водної ерозії та дефляції.

Інтенсивний пошук більш ефективної в екологічному відношенні ґрунтозахисної системи землеробства дало змогу запобігти розвитку дефляційних процесів і забезпечити стійкий розвиток зернового господарства. Важливою складовою ланкою цієї системи землеробства є плоскорізний обробіток ґрунту, при якому стерню не загортають у глибокі шари, а залишають на поверхні ґрунту як мульчу.

Багато дослідників (А. А. Каштанов, Ф. Т. Моргун, М. К. Шикула, О. Г. Тарарико та ін.) зазначають, що в умовах поширеної водної ерозії й інтенсивного обробітку ґрунту вирішити проблему підвищення продуктивності землеробства і повторного контролю над ерозією ґрунтів можна тільки на основі запровадження сучасних інтенсивних систем землеробства з контурно-меліоративною протиерозійною організацією території. Основна суть такої організації полягає в тому, що весь земельний фонд господарства залежно від крутизни схилів та еродованості ґрунтового покриву поділяють на три технологічні групи за типом їх виробничого використання:

- рівнинна частина землекористування і схили крутизною до 3°. Сюди відносять усі землі, технологічно придатні для вирощування просапних культур, в тому числі і цукрових буряків. На цих землях застосовують інтенсивні зернопросапні і зернопаропросапні сівозміни;
- схили крутизною від 3 до 7°. Тут розміщують інтенсивні зерно-трав'яні сівозміни без просапних культур, які в цих умовах забезпечують не тільки високу продуктивність, а й надійний захист ґрунтів від ерозії;
- сильноеродовані схили крутизною понад 7° використовують під тривале залуження високопродуктивними бобово-злаковими травосумішками з польовим періодом через 5–6 років.

Отже, на рівнинній частині землекористування концентруються посіви озимої пшениці та інших зернових культур, усіх просапних, які вирощують за інтенсивними технологіями з обов'язковим розміщенням технологічної колії уперек схилу.

До другої технологічної групи належать культури лише суцільного способу сівби та багаторічні трави, які найменше знижують урожай на змитих ґрунтах, одночасно захищають ґрунт від ерозії. Зернові культури тут вирощують за традиційними технологіями.

У третій технологічній групі виконання навіть найпростіших технологічних операцій пов'язане з певними труднощами, тому схили відводять під постійне залуження культурами з коротким польовим періодом.

Крутосхили понад 20° після терасування використовують під насадження плодкових і лікарських деревоподібних культур. Яри, що не підлягають виположуванню, та балки відводять під лісонасадження.

Елементи контурно-меліоративної організації території (межі полів, робочі ділянки, лісосмуги, земляні вали, дороги тощо) треба проектувати, виходячи з контурності, тобто максимально наближати до горизонталей місцевості. Одночасно вони є межами польових і ґрунтозахисних сівозмін.

### **29.3. Системи землеробства в різних ґрунтово-кліматичних зонах України**

Україна займає територію 603,7 тис. км<sup>2</sup>, протяжність якої із заходу на схід і з півночі на південь відповідно 1316 і 893 км. На цій великій території розміщуються три основних ґрунтово-кліматичних зони: Полісся, Лісостеп, Степ.

**Полісся.** Українське Полісся займає близько 19% території, або понад 11 млн га. До його складу входять північні райони Волинської, Рівненської, Київської, Чернігівської і Сумської областей, а також північна і північно-західна частина Львівської області, Кременецький і Шумський райони Тернопільської, Полонський, Славутський і Шепетівський райони Хмельницької області.

Клімат Полісся помірно континентальний. Середньомісячна температура повітря у січні від — 6,5°C на сході і до — 3,0°C на Закарпатті. Середньомісячна температура влітку близько 19°C. Сума активних температур повітря коливається від 1940 до 2580°C. Вегетаційний період триває 160–180 днів.

Середньобагаторічна кількість опадів на Поліссі становить від 550 до 700 мм, при цьому до 70% їх випадає в теплий період

року. Максимальне випаровування опадів досягає 450 мм. Коefіцієнт зволоження у зоні становить від 1,9 до 2,9. Отже, Полісся вважається зоною достатнього зволоження.

Ґрунтовий покрив на Поліссі строкатий. Загальною особливістю ґрунтів Полісся є відносно низький рівень природної родючості. Глибина гумусного горизонту на цих ґрунтах до 20 см. Вміст гумусу залежно від гранулометричного складу ґрунту становить 0,6–2,0%. У південних районах окремими масивами зустрічаються чорноземи опідзолені і перегнійно-карбонатні ґрунти, що мають трохи вищу родючість.

Серед основних заходів підвищення родючості ґрунтів Полісся є постійне внесення органічних і мінеральних добрив та систематичне вапнування кислих ґрунтів.

На Поліссі вирощують до 95% льону, до 60% жита, близько 50% картоплі та до 25% ярого ячменю. Серед зернових культур значне місце займають озиме жито та гречка, серед кормових — люпин та кукурудза. Тваринництво має м'ясо-молочний напрям. У районах південного Полісся вирощують цукрові буряки.

У структурі зернових озима пшениця та жито становлять до 60%. Добрими попередниками для озимих зернових культур є багаторічні трави одного року користування, люпин на силос, однорічні трави на зелений корм або сіно, картопля ранніх сортів або раннього строку використання. Серед стерньових попередників кращими є овес та ярий ячмінь.

Посіви ярого ячменю розміщують переважно після просапних (картоплі, кукурудзи) і озимих культур та після люпину на зерно.

Просо і гречку вирощують у південних районах зони після просапних (картоплі, кукурудзи, цукрових та кормових буряків) та добре удобрених озимих культур.

Посіви люпину у сівозмінах розміщують після просапних, ярих та озимих зернових культур, і він займає, як правило, одне поле в сівозміні.

Кукурудзу на силос і зерно вирощують після зернових колосових, картоплі, льону, люпину на зерно та інших польових культур, які добре удобрювали.

Картоплю вирощують після озимих, льону, люпину. Ця культура досить чутливо реагує на внесення добрив, особливо органічних, і при достатньому їх внесенні врожай картоплі не

знижується при повторному її розміщенні на одному і тому самому полі.

Льон-довгунець на Поліссі, як одну з головних культур, висівають після озимої пшениці, яку вирощували після багаторічних трав, а також після картоплі та коренеплодів.

Багаторічні трави у польових сівозмiнах підсівають під ячмінь та овес, а на легких ґрунтах — під озимі зернові.

Орієнтовні схеми чергування культур у сівозмiнах Полісся значною мірою залежать від виробничого напрямку господарства. Загальним для польових сівозмiн зони є відносно мала кількість полів (від 5–6 до 7–8), наявність у сівозмiнах багаторічних трав (від 1 до 2), картоплі (до 2), льону (1), зернових колосових (до 4), а також поле зернобобових, круп'яних та буряків.

У сівозмiнах зони, достатньо забезпечених вологою, добре вдаються післяукісні та пожнивні посіви кормових культур.

Для запобігання водній ерозії ґрунту впроваджують ґрунтозахисні сівозмiни з високим насиченням їх багаторічними травами та озимими і з мінімальним — просапними, розміщуючи їх стрічками.

*Система обробітку ґрунту* в зоні Полісся має забезпечувати прискорене його окультурювання, усувати і запобігати розвитку негативних процесів (ерозії, підвищеної кислотності, погіршення водного, поживного режимів, засміченості, зараженості збудниками хвороб та шкідниками тощо), створення умов для відновлення і підвищення родючості ґрунтів, збільшення продуктивності рослин.

Основний спосіб обробітку ґрунту на Поліссі — оранка на різну глибину, залежно від глибини гумусового горизонту. Ґрунти з глибоким орним шаром під просапні культури орють на глибину 26–28, а під решту культур сівозмiни — 18–20 см. Для поглиблення й окультурення орного шару під просапні культури застосовують комбінований обробіток, поєднуючи оранку на всю глибину гумусового горизонту з додатковим розпушуванням підорного шару на глибину 8–10 см. Ефективним є також обробіток ґрунту плугами з вирiзними полицями.

Під озимі зернові на Поліссі доцільно застосовувати диференційований обробіток з урахуванням типу та зволоженості ґрунту, попередників, забур'яненості, погодних умов.

Основний обробіток ґрунту після зайнятих парів під озимі культури складається з двох взаємопов'язаних між собою прийомів обробітку — дискування вслід або відразу за збиранням попередника на глибину 8–10 см з наступною полицевою оранкою на глибину до 20 см не пізніше ніж через 10–12 днів після луцення. Після непарових попередників оранку виконують відразу після збирання врожаю на глибину 16–18 см.

При недостатніх запасах продуктивної вологи і сухій погоді на чистих від бур'янів полях можна обмежитися дискуванням на глибину 8–10 см з доведенням ґрунту до придатного стану для сівби озимих. У посушливі роки поверхневий обробіток ґрунту може бути основним і після зайнятих парів, при цьому після збирального дискування замість оранки поле дискують повторно. Лише поверхнево можна обробляти достатньо окультурений ґрунт, використовуючи гербіциди проти бур'янів.

Весняний обробіток ґрунту розпочинають вибіркоvim боронуванням у міру його фізичного дозрівання, застосовуючи шлейфи і зубові борони. Передпосівний обробіток ґрунту проводять на глибину загортання насіння або садіння бульб культиваторами з підрізними робочими органами з одночасним шлейфуванням чи боронуванням. Під пізні польові культури, зокрема кукурудзу, просо, гречку, проводять дві, а інколи три культивації — першу на глибину 10–12 см із зменшенням її в наступних культиваціях на 2–4 см, але не мілкіше глибини загортання насіння.

Післяпосівний обробіток ґрунту включає боронування, коткування і розпушування міжрядь та підгортання просапних культур.

**Лісостеп.** Лісостеп займає близько 34% території України. До цієї зони належать лісостепові райони Волинської, Рівненської, Львівської, Тернопільської, Чернівецької, Житомирської, Київської, Чернігівської, Сумської, Одеської, Кіровоградської, Полтавської, Харківської, Вінницької та Черкаської областей. Південна межа зони проходить приблизно по лінії південніше Котовська (Одеська обл.), північніше Кіровограда, південніше Кобиляків та Карлівки (Полтавська обл.).

Клімат лісостепової зони помірно теплий. Середньомісячна температура повітря в січні коливається від — 4°C у західній частині до — 8°C на сході. Протягом зимових місяців можливі тривалі відлиги, а зміни їх різкими морозами є несприятливими для перезимівлі

озимих культур. Середньомісячна температура літа в Лісостепу близько 7°C. Сума активних температур повітря коливається від 2500 до 3400°C. Вегетаційний період триває 190–210 днів.

Кількість опадів нерівномірна і зменшується з північного заходу на південний схід від 550 до 450 мм. За теплий період року (від квітня до жовтня) у середньому випадає 350–400 мм. За агрокліматичною характеристикою Лісостеп вважається зоною нестійкого зволоження.

Рельєф зони переважно рівнинний, однак західна частина помітно пересічена відрогами Карпат, на сході більш рівнинна і лише в правобережній частині рельєф значно зрізаний. Цими особливостями рельєфу пояснюється розвиток тут водної ерозії.

На відміну від поліської зони в Лісостепу 70% території займають чорноземи, які характеризуються сприятливими властивостями та містять багато поживних речовин. Є також і більш бідні ґрунти — світло-сірі та сірі лісові. Орних земель у зоні близько 86% від сільськогосподарських угідь. Природні кормові угіддя становлять до 13%, решта території зайнята багаторічними плодовими насадженнями.

У структурі посівних площ Лісостепу посіви зернових становлять 37%, в тому числі озимої пшениці — 34%, ярого ячменю — 40, цукрових буряків — понад 80, кукурудзи — 27, овочевих культур — 36 та кормових культур — до 30%. Основною галуззю тваринництва є м'ясо-молочне скотарство, що добре поєднується з буряківництвом.

Сівозміни досить насичені зерновими культурами, які займають 55–65% загальної площі ріллі, з них половину становлять площі під озимою пшеницею. У центральних і південних районах вирощують озимий ячмінь, врожайність якого часто перевищує врожайність ярого, хоч останній, як і горох, поширений по всьому Лісостепу.

Озимі зернові в Лісостепу розміщують у полях сівозмін після зайнятих і непарових попередників. Серед парозаймаючих культур, після яких вирощують озимі, є багаторічні трави на один укіс, озимі в чистих посівах і в сумішках з бобовими на зелений корм, однорічні травосумішки, кукурудзу та зернобобові на зелений корм. Із непарових попередників використовують горох, гречку, ранню картоплю, кукурудзу на силос.

Добрими попередниками в цих умовах для ячменю та вівса є озима пшениця, цукрові буряки, картопля, зернобобові, кукурудза на зерно та силос. Гречка і просо добре ростуть після удобрених просапних культур — цукрових буряків, картоплі та кукурудзи на зерно.

Горох та інші бобові культури розміщують після цукрових буряків та озимих культур.

Цукрові буряки у Лісостепу розміщують у сівозміні за схемою: 1 — багаторічні трави, 2 — озима пшениця, 3 — цукрові буряки; 1 — горох, 2 — озима пшениця, 3 — цукрові буряки; 1 — однорічні злаково-бобові сумішки на сіно, 2 — озима пшениця, 3 — цукрові буряки. У південно-східних районах зони, де річна кількість опадів значно менша, ніж в інших районах, а температура повітря вища, цукрові буряки розміщують також у сівозміні з чорним паром та озимою пшеницею.

Соняшник вирощують після озимої пшениці, кукурудзи або картоплі з поверненням його на попереднє місце не раніш ніж через 7–8 років.

Багаторічні трави краще підсівати під покрив ярого ячменю або під озиму пшеницю.

Польові сівозміни зони переважно 9–10-пільні, а структура посівних площ залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня спеціалізації та концентрації виробництва зерна, цукрових буряків, продукції тваринництва.

Основним завданням обробітку ґрунту є підвищення його родючості, створення оптимального водно-повітряного режиму, запобігання ерозії ґрунту, захист посівів від бур'янів, хвороб, шкідників тощо.

У системі основного обробітку оранка поліпшує фітосанітарний стан ґрунту, водно-повітряний режим, сприяє кращому захисту посівів від бур'янів та більшому накопиченню вологи в осінній та весняно-літній періоди. Проте у місцях, де спостерігається водна та вітрова ерозії і в роки з недостатньою кількістю опадів, особливо в центральних і південно-східних районах, у системі основного обробітку ґрунту застосовують поверхневий обробіток під озими і плоскорізний — під ярі культури.

У польових зернобурякових сівозмінах Лісостепу більш ефективною є диференційована система обробітку ґрунту, яка

включає 2–3 оранки на глибину 28–30 см, 2–3 поверхневих або плоскорізних обробітки та 4–5 оранок на глибину 20–22 см.

На основній території зони рекомендована така система основного обробітку ґрунту в типовій зернобуряковій сівозміні: 1) багаторічні трави — ранньовесняне боронування; 2) озима пшениця — дискування на глибину 8–10 см, оранка на глибину 25–27 см; 3) цукрові буряки — лемішне луцення або плоскорізний обробіток на глибину 10–12 см, оранка на глибину 28–30 см; 4) горох — оранка на глибину 20–22 см; 5) озима пшениця — дискування на глибину 8–10 см або плоскорізний обробіток на глибину 10–12 см; 6) кукурудза, буряки, картопля — обробіток за системою поліпшеного зябу з оранкою під цукрові буряки на глибину 30–32 см, кукурудзу і картоплю на глибину 25–27 см; 7) зайнятий пар, кукурудза на зелений корм або ранній силос — оранка на глибину 20–22 см; 8) озима пшениця — оранка на глибину 20–22 см; 9) цукрові буряки — обробіток за типом напівпару, оранка на глибину 28–30 см; 10) ярі зернові з підсівом багаторічних трав — плоскорізний обробіток на глибину 18–20 см.

Рекомендована система основного обробітку ґрунту інколи потребує уточнень, залежно від умов, що склалися. Так, поверхневий обробіток під озими можна застосувати на полях, чистих від бур'янів або після попередників, що пізно звільняють поля. Під ярі культури на полях, засмічених багаторічними бур'янами, треба проводити зяблевий обробіток за системою поліпшеного зябу.

**Степ.** Степова зона — найбільша за територією в Україні. Вона займає площу 18,4 млн га і становить 46,5% площі сільськогосподарських угідь, в тому числі 15,3 млн га., або 83,1%, ріллі. До цієї зони входять Одеська, Миколаївська, Херсонська, Кіровоградська, Дніпропетровська, Луганська, Донецька, Харківська області (крім лісостепових районів), а також Автономна Республіка Крим.

За ґрунтовим покривом, умовами зволоження та теплового режиму Степ поділяють на північну і південну підзони, межею між якими є лінія переходу чорноземів звичайних на південні.

У північній підзоні річна кількість опадів становить 420–450 мм; середньомісячна температура повітря в січні від — 4 до — 8°C, липні — від 21 до 23°C. Тривалість вегетаційного періоду — від 200 до 230 днів. Рельєф підзони переважно рівнинний. Найбільш

поширеними є чорноземи звичайні (площа 9 млн га). Рациональне використання цих ґрунтів значною мірою залежить від ефективності заходів боротьби з водною і вітровою ерозією.

Південна підзона Степу включає південні та південно-західні райони Одеської, південні Миколаївської та Запорізької, центральні та південні Херсонської і північні райони Кримської областей. Річна сума опадів становить 300–450 мм. За літній період їх випадає понад 200 мм здебільшого у вигляді злив. Середня температура повітря в січні від — 1,5 до –5°C, у липні від 23 до 24°C. Щороку постійними бувають бездошові (різні за тривалістю) періоди, що помітно впливають на умови формування врожаю більшості сільськогосподарських культур. Рельєф більшої частини південної підзони Степу — це плоска або слабкохвиляста рівнина. Найбільш поширені у підзоні чорноземи південні, темно-каштанові та каштанові ґрунти.

Основний напрям сільського господарства степової зони — скотарсько-зерновий з розвинутим птахівництвом та свинарством. На великих площах вирощують соняшник і кукурудзу. У зоні сконцентровано понад 83% зрошуваних земель, які використовують для вирощування зернових і технічних культур, а також картоплі, баштанних, овочевих, ефіроолійних та кормових культур.

Зернові культури займають від 49 до 55% загальної площі ріллі, серед них найбільшу площу (до 20%) займає озима пшениця. На значних площах вирощують озимий та ярий ячмінь. Крім кукурудзи на зерно у південних районах Степу висівають сорго. Соняшник вирощують в обох підзонах.

Посіви цукрових буряків у структурі посівних площ північних районів Степу становлять не більш як 8–10%.

Озимі культури в Степу розміщують після чистих і зайнятих парів та непарових попередників. Кращими попередниками для озимої пшениці є чистий і зайнятий пар, які становлять 50–60% усіх посівних площ пшениці. Серед парозаймаючих культур кращими є озимі та ярі злаково-бобові травосумішки, горох, кукурудза і сорго на зелений корм. Із непарових попередників використовують горох, чину, баштанні культури, кукурудзу на силос, ячмінь, озиму пшеницю.

Кукурудзу на зерно висівають після озимої пшениці, розміщеної після парів і зернобобових, а також після кукурудзи, ячменю

і цукрових буряків. Крім того, кукурудзу на силос можна вирощувати після кормових буряків та соняшнику.

Ярі зернові розміщують після озимих, кукурудзи, бобових та баштанних культур. Добрими попередниками для зернобобових є озима пшениця, кукурудза, цукрові буряки та ярі зернові, які висівали після озимих культур. Соняшник у сівозмінах Степу вирощують після озимої пшениці, зернобобових, цукрових буряків та кукурудзи на силос.

Цукрові буряки в Степу розміщують насамперед після озимої пшениці, на чистому парі або після пшениці на зайнятих парах.

Структура посівних площ у господарствах зони залежить від їх ґрунтово-кліматичних умов та спеціалізації. Здебільшого 55–60% у ній становлять площі під зерновими, 10–20 — під технічними, 8–15% — під чорним паром.

В умовах Степу основним завданням обробітку ґрунту є створення оптимальних умов для максимального накопичення і раціонального використання вологи; захист ґрунтів від водної і вітрової ерозії; проведення комплексу агротехнічних заходів для розширеного відтворення родючості ґрунту.

До системи основного обробітку ґрунту в зоні недостатнього зволоження, яким є Степ, входить чергування оранки на різну глибину під плоскорізний і поверхневий обробіток. Глибина їх залежить від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культур, розміщення у сівозмінах.

Інститут зернового господарства УААН для господарств зони Степу розробив орієнтовну систему основного обробітку ґрунту в сівозмінах:

1) чорний пар — оранка на глибину 28–30 см; 2) озима пшениця; 3) озима пшениця — оранка на глибину 16–18 см; 4) кукурудза на зерно — оранка на глибину 28–30 см; 5) ячмінь — оранка на глибину 20–22 см; 6) горох, кукурудза на зелений корм — плоскорізний обробіток на глибину 20–22 см; 7) озима пшениця — поверхневий обробіток на глибину 8–10 см; 8) кукурудза на силос — плоскорізний обробіток на глибину 20–22 см; 9) озима пшениця — поверхневий обробіток на глибину 8–10 см; 10) соняшник — оранка на глибину 25–27 см.

Проте залежно від характеру рельєфу, погодних умов та культури землеробства окремі елементи системи основного обробітку

ґрунту можна уточнювати. Так, на парових полях, коли внесення органічних добрив не передбачене, оранку замінюють плоскорізним обробітком. На полях після просапних культур та чистих від багаторічних бур'янів під ярі колосові культури проводять тільки плоскорізний обробіток на глибину 12–14 см. Для повторної сівби озимої пшениці після чорного і зайнятого пару в посушливі роки замість полицевої оранки виконують лушення на глибину 10–12 см.

На схилах основний обробіток здійснюють упоперек схилу по горизонталях поверхні ґрунту. За таких умов для зменшення змиву одночасно або вслід за оранкою проводять ґрунтопоглиблення або щільювання на глибину 50–65 см. Цей захід підвищує водопроникність ґрунту, зменшує стікання води, збільшує на 10–15% запаси вологи.

Враховуючи постійний дефіцит вологи в системі передпосівного обробітку, зменшують кількість проходів агрегатів, використовуючи широкозахватні агрегати, укомплектовані залежно від стану ґрунту та способу основного обробітку його або важкими, або голчастими боронами. Передпосівну культивуацію під ярі виконують на глибину 6–8 см, а коли зяблевий обробіток проводився плоскорізом, то навесні обробляють протиерозійними культиваторами. У системі передпосівного обробітку ґрунту в Степу важливим прийомом є коткування, яке здійснюють залежно від стану ґрунту та забезпеченості вологою або перед сівбою, або після неї.

## **29.4. Системи землеробства на зрошуваних землях**

**Особливості зрошуваного землеробства.** В умовах недостатнього зволоження, але з високим біокліматичним потенціалом, зрошення — важлива складова частина системи землеробства. Зрошення дає змогу усунути лімітуючу дію вологи, створити для посівів оптимальний водний режим. До завдань зрошуваного землеробства відносять: раціональне використання кліматичних ресурсів і зрошувальної води, запобігання повторному засоленню і заболочуванню ґрунтів; підбір відповідних для умов зрошення сільськогосподарських культур; поєднання усіх ланок системи землеробства із способами та режимом зрошення; застосування сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур для одержання стійких урожаїв з високою якістю.

На зрошуваних землях України вирощують овочеві та кормові культури, особливо люцерну та кукурудзу, картоплю та цукрові буряки, як такі, що найчутливіші до зрошення. Крім того, зрошувані землі значною мірою відводять під озиму пшеницю. Поряд з великими зрошувальними системами в цих районах застосовують зрошення на місцевому стоку невеликих ділянок, що використовуються переважно під овочеві культури, картоплю та культурні пасовища. Вони становлять частину системи землеробства, прийнятої на основних масивах сільськогосподарських угідь, в кожному господарстві або сільськогосподарському об'єднанні.

Загальні системи зрошення, поливу кожної культури, що здійснюються відповідно до їх потреб, становлять режим зрошення. Кількість води, що витрачається на зрошення кожної культури за весь період вегетації, називають зрошуваною нормою.

Сукупність режимів зрошення всіх культур сівозміни — це система зрошення.

При розробці системи зрошення враховують наявність зрошуваної води. При її обмеженості насамперед забезпечують потреби найбільш цінних культур. Необхідно також враховувати строки проведення поливів кожної культури сівозміни. Систему зрошення уточнюють, враховуючи стан культур сівозміни, погодних, ґрунтових та інших вод.

**Системи землеробства на зрошуваних землях Степу.** Найважливішим завданням системи землеробства в умовах Степу є підвищення родючості зрошуваних земель, запобігання вторинного засолення, заболочування, ерозії і збіднення на органічні речовини.

Система землеробства на зрошуваних землях включає раціональні сівозміни, режим зрошення, систему обробітку ґрунту та застосування добрив, заходи щодо запобігання вторинного засолення, заболочування, ерозії ґрунту, забур'яненості посівів та ураження їх шкідниками і хворобами.

Особливостями сівозмін на зрошуваних землях України є відсутність чистих парів, широке застосування проміжних культур та ін. Примірними схемами польових сівозмін у зоні зрошення можуть бути: 1,2 — люцерна; 3 — озима пшениця + пожнивна культура; 4 — кормові буряки; 5 — соя; 6, 7 — кукурудза на силос; 9 — озима пшениця + літній посів люцерни.

У кормових сівозмінах всю площу займають кормові культури, наприклад: 1 — 3 — люцерна; 4 — сумішки озимих і однорічних трав + поукісна кукурудза на силос; 5 — кукурудза на силос; 6 — однорічні трави з підсівом люцерни.

**Особливості системи обробітку ґрунту.** Неможливо механічно переносити на зрошувані землі способи обробітку ґрунту, що застосовуються в багарних умовах. Зрошення дещо змінює завдання обробітку ґрунту, знижує його значення в накопиченні вологи, але сприяє в підтримуванні ґрунту в розпушеному стані в зв'язку з ущільнюючою дією поливної води, а також у боротьбі з ерозією і бур'янами. Виникає потреба в застосуванні малування полів. Важливою особливістю є поєднання прийомів обробітку ґрунту з режимом зрошення, що забезпечує сприятливі умови для рослин.

На зрошуваних землях для основного обробітку застосовують зяблеву оранку з попереднім луценням стерні. Глибина оранки становить від 20–22 до 30–32 см. Найбільш глибоку оранку застосовують під цукрові буряки, кукурудзу та зернові з підсівом люцерни. Під озиму пшеницю після люцерни орють на глибину 25–27 см з попереднім дискуванням, а після інших попередників — на глибину 20–22 см. Глибина оранки залежить від осінньої вологозарядки. Якщо її виконують перед обробітком, то достатньо орати на глибину 20–22 см.

Передпосівний обробіток складається з боронування та 1–2 культивацій. За умов переущільнення ґрунту виникає потреба в глибокому обробітку, переважно безвідвальними знаряддями.

На полях, зайнятих люцерною, після кожного укусу проводять боронування або щілювання, що сприяє кращому проникненню поливної води в ґрунт. Добрива використовують насамперед у поєднанні із зрошенням.

### **Контрольні запитання**

1. Поняття про систему землеробства.
2. Основні ланки системи землеробства. Розвиток систем землеробства.
3. Класифікація систем землеробства.
4. Сучасні інтенсивні системи землеробства.
5. Особливості систем землеробства у різних ґрунтово-кліматичних зонах України.
6. Системи землеробства на зрошуваних землях.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Атлас почв Украинской ССР. — К.: Урожай, 1979. — 159 с.
2. Гудзь В.П. Тлумачний словник з загального землеробства. — К.: Аграрна наука, 2004. — 220 с.
3. Гудзь В.П., Примак І.Д., Будьоний Ю.В. Землеробство. Підручник. — К.: Урожай, 1996. — 384 с.
4. Гудзь В.П., Примак І.Д., Рошко В.Г. та ін. Рациональні сівозміни в сучасному землеробстві. — Б.Церква, 2003. — 384 с.
5. Гудзь В.П., Примак І.Д., Рошко В.Г. та ін. Механічний обробіток ґрунту в землеробстві. — Б.Церква, 2002. — 320 с.
6. Городній М.М., Лісовал А.П., Бикін А.В. та ін. Агрохімічний аналіз. — К.: Арістей, 2005. — 468 с.
7. Ґрунтознавство з основами геології: Навч. посібник / Ігнатенко О.Ф., Кап штик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В. — К.: Оранта, 2005. — 648 с.
8. Гнатенко О.Ф., Капштик М.В., Петренко Л.Р., Вітвицький С.В. Практикум з ґрунтознавства: Навч. посібник / за редакцією професора О.Ф. Гнатенка. — К., 2002. 230 с.
9. Копитко П.Г. Удобрення плодкових і ягідних культур. — К.: Вища школа, 2001. — 206 с.
10. Крикунов В.Г. Ґрунти і їх родючість. Підручник. — К.: Вища школа, 1993. — 287 с.
11. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.М. Агрохімія. Лабораторний практикум. — К.: Вища школа, 1994. — 335 с.
12. Лісовал А.П. Методи агрохімічних досліджень. — К.: Видав. центр НАУ, 2001. — 247.
13. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система застосування добрив. — К.: Вища школа, 2002. — 317с.
14. Назаренко І.І., Польчина С.М., Нікорич В.А. Ґрунтознавство: Підручник. — Чернівці, 2003. — 400 с.
15. Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.А. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України: Навчальний посібник. — К.: Урожай, 2002. — 315 с.
16. Полевой определитель почв / под ред. Н.И. Полупана и Б.С. Носко. — К.: Урожай, 1979. — 159 с.

17. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / за ред. В.В. Медведєва. — К.: Урожай, 1992. — 248 с.

18. *Чорний І.Б.* Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства. — К.: Вища школа, 1995. — 216 с.

## ЗМІСТ

<b>Вступ .....</b>	<b>3</b>
Контрольні запитання .....	10
<b>1. Походження, склад і властивості ґрунтів .....</b>	<b>11</b>
1.1. Гранулометричний склад ґрунтів .....	11
1.2. Мінералогічний склад ґрунтів .....	16
1.3. Ґрунтотворні породи .....	17
1.4. Суть ґрунтотворного процесу .....	21
1.5. Морфологічні ознаки ґрунту .....	23
1.6. Органічна частина ґрунту .....	27
1.7. Вбирна здатність і реакція ґрунту .....	32
Контрольні запитання .....	43
1.8. Водні властивості і водний режим ґрунту .....	44
1.9. Повітряні властивості і повітряний режим ґрунтів .....	49
1.10. Теплові властивості і тепловий режим ґрунтів .....	51
Контрольні запитання .....	54
<b>2. Родючість ґрунтів .....</b>	<b>56</b>
Контрольні запитання .....	59
<b>3. Основні генетичні типи ґрунтів України .....</b>	<b>60</b>
3.1. Фактори і умови ґрунтоутворення .....	60
3.2. Основні закономірності розміщення ґрунтів .....	60
3.3. Класифікація і систематика ґрунтів .....	62
3.4. Номенклатура ґрунтів .....	65
3.5. Ґрунтово-географічне і агроґрунтове районування України .....	66
Контрольні запитання .....	67
<b>4. Ґрунти українського Полісся і їх використання .....</b>	<b>68</b>
Контрольні запитання .....	76
<b>5. Сірі лісові і опідзолені ґрунти Лісостепу і їх використання .....</b>	<b>77</b>
Контрольні запитання .....	82

<b>6. Чорноземні ґрунти Лісостепу і Степу України та їх використання ...</b>	<b>83</b>
Контрольні запитання .....	92
<b>7. Ґрунти сухого Степу і їх використання .....</b>	<b>93</b>
Контрольні запитання .....	96
<b>8. Засолені ґрунти і солоді .....</b>	<b>97</b>
Контрольні запитання .....	104
<b>9. Ґрунти карпатської буроземно-лісової області .....</b>	<b>105</b>
<b>10. Ґрунти гірського Криму .....</b>	<b>107</b>
<b>11. Земельні ресурси України. Охорона ґрунтів .....</b>	<b>111</b>
11.1. Земельні ресурси України і основи земельного законодавства	111
11.2. Агротехнічні, лісомеліоративні і гідротехнічні протиерозійні	
заходи .....	114
Контрольні запитання .....	115
<b>12. Використання матеріалів ґрунтових досліджень .....</b>	<b>116</b>
12.1. Ґрунтові карти, картограми і їх призначення. Ґрунтовий	
нарис .....	116
12.2. Агровиробниче групування ґрунтів .....	117
Контрольні запитання .....	118
<b>13. Земельний кадастр .....</b>	<b>119</b>
13.1. Економічна оцінка земель .....	124
13.2. Застосування матеріалів бонітування ґрунтів і якісної оцінки	
земель у сільськогосподарському виробництві .....	125
<b>14. Склад і живлення рослин .....</b>	<b>127</b>
14.1. Роль макро- і мікроелементів .....	127
14.2. Винос поживних речовин культурами .....	132
14.3. Баланс поживних речовин .....	135
14.4. Рослинна діагностика .....	136

14.5. Живлення рослин .....	139
Контрольні запитання .....	140
<b>15. Агрохімічні властивості ґрунтів .....</b>	<b>141</b>
15.1. Вміст елементів живлення у ґрунті і їх значення .....	141
15.2. Агрохімічні властивості ґрунтів .....	143
15.3. Заходи для зменшення втрат поживних речовин і підвищення родючості ґрунтів .....	148
Контрольні запитання .....	148
<b>16. Застосування добрив .....</b>	<b>149</b>
Контрольні запитання .....	153
<b>17. Хімічна меліорація ґрунтів .....</b>	<b>154</b>
17.1. Вапнування ґрунтів .....	154
17.2. Гіпсування ґрунтів .....	157
Контрольні запитання .....	159
<b>18. Мінеральні добрива .....</b>	<b>160</b>
18.1. Азотні добрива .....	161
18.2. Рідкі азотні добрива .....	165
18.3. Інгібітори нітрифікації .....	168
18.4. Фосфорні добрива .....	169
18.5. Калійні добрива .....	173
18.6. Комплексні добрива .....	175
18.6.1. Застосування комплексних добрив .....	176
18.5. Рідкі комплексні добрива .....	178
Контрольні запитання .....	180
<b>19. Органічні добрива .....</b>	<b>181</b>
19.1. Гній .....	181
19.2. Пташиний послід .....	191
19.3. Торф .....	192
19.4. Компости .....	193
19.5. Сапропель .....	196
19.6. Зелене добриво .....	198
Контрольні запитання .....	199

<b>20. Значення мікроелементів і мікродобрих</b>	<b>200</b>
20.1. Мікродобрива	203
Контрольні запитання	206
<b>21. Склади для зберігання добрив</b>	<b>207</b>
<b>22. Система застосування добрив</b>	<b>211</b>
22.1. Система удобрення у сівозмінах	214
22.2. Удобрення овочевих культур	217
22.3. Удобрення плодових і ягідних культур	218
22.4. Удобрення сінокосів і пасовищ	220
22.5. Система удобрення в умовах зрошення	221
22.6. План застосування добрив	223
22.7. Програмування врожаю	224
Контрольні запитання	225
<b>23. Організація і економіка застосування добрив</b>	<b>226</b>
23.1. Організація агрохімічного забезпечення і обслуговування	226
23.1.1. Державний технологічний центр охорони родючості ґрунтів	227
23.1.2. Державний обласний проектно-технологічний центр охорони родючості ґрунтів і якості продукції	228
23.1.3. Агрохімічне дослідження ґрунтів	229
23.1.4. Агрохімічні картограми	230
23.1.5. Моніторинг ґрунтів	230
23.1.6. Агрохімічний паспорт	231
23.1.7. Проектно-кошторисна документація	231
23.1.8. Контроль якості засобів хімізації	232
23.1.9. Агрохімічне обслуговування	233
23.1.10. Формування «Сільгоспхімія»	234
23.1.11. Пункти хімізації	235
23.2. Економіка застосування добрив	238
Контрольні запитання	239
<b>24. Умови життя сільськогосподарських рослин і способи їх регулювання в землеробстві</b>	<b>240</b>
24.1. Світло	244
24.2. Вода	247

24.3. Повітря .....	257
24.4. Теплота .....	263
Контрольні запитання .....	267
<b>25. Бур'яни і заходи боротьби з ними. Шкода від бур'янів .....</b>	<b>268</b>
25.1. Біологічні особливості бур'янів .....	270
25.2. Класифікація бур'янів .....	271
25.3. Заходи боротьби з бур'янами .....	277
Контрольні запитання .....	290
<b>26. Сівозміни в землеробстві України .....</b>	<b>291</b>
26.1. Наукові основи сівозмін .....	292
26.2. Класифікація сівозмін .....	297
26.3. Проектування, впровадження і освоєння сівозмін .....	300
26.4. Оцінка попередників основних сільськогосподарських культур .....	304
26.5. Проміжні культури в сівозміні .....	308
26.6. Орієнтовні схеми сівозмін для різних ґрунтово-кліматичних зон і різних форм господарювання .....	308
Контрольні запитання .....	310
<b>27. Обробіток ґрунту .....</b>	<b>316</b>
27.1. Технологічні процеси механічного обробітку ґрунту .....	316
27.2. Заходи і способи обробітку ґрунту .....	320
27.3. Системи обробітку ґрунту .....	339
27.3.1. Зяблевий обробіток ґрунту .....	340
27.3.2. Передпосівний обробіток ґрунту під ярі культури .....	342
27.3.3. Обробіток ґрунту під озимі культури .....	346
27.3.4. Обробіток ґрунту після зернових колосових культур .....	349
Контрольні запитання .....	353
<b>28. Підготовка насіння і сівба сільськогосподарських культур ....</b>	<b>361</b>
28.1. Агротехнічні вимоги до якості насіння .....	361
28.2. Зберігання насіння .....	366
28.3. Підготовка насіння до сівби .....	367
28.4. Сівба сільськогосподарських культур .....	369
28.5. Сівалки і агротехнічні вимоги до їх роботи. Якість сівби .....	375
Контрольні запитання .....	378

<b>29. Системи землеробства .....</b>	<b>379</b>
29.1. Розвиток систем землеробства .....	380
29.2. Сучасні інтенсивні системи землеробства .....	383
29.3. Системи землеробства в різних ґрунтово-кліматичних зонах України .....	386
29.4. Системи землеробства на зрошуваних землях .....	395
Контрольні запитання .....	397
<b>Список рекомендованої літератури .....</b>	<b>398</b>

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

В. П. Гудзь, А. П. Лісовал,  
В. О. Андрієнко, М. Ф. Рибак

# **ЗЕМЛЕРОБСТВО З ОСНОВАМИ ГРУНТОЗНАВСТВА І АГРОХІМІЇ**

*Друге видання, перероблене та доповнене*

Підручник

Керівник видавничих проектів – *Б.А.Сладкевич*

Друкується в авторській редакції

Дизайн обкладинки – *Б.В. Борисов*

Підписано до друку 18.06.2007. Формат 60х84 1/16.

Друк офсетний. Гарнітура PetersburgC.

Умовн. друк. арк. 25,5.

Видавництво “Центр учбової літератури”

вул. Електриків, 23

м. Київ, 04176

тел./факс 425-01-34, тел. 451-65-95, 425-04-47, 425-20-63

8-800-501-68-00 (безкоштовно в межах України)

e-mail: [office@uabook.com](mailto:office@uabook.com)

сайт: [WWW.CUL.COM.UA](http://WWW.CUL.COM.UA)

Свідоцтво ДК №2458 від 30.03.2006