

П.С. Лозовіцький

Основи землеробства та рослинництва

Книга 1

Землеробство

Навчальний посібник

Київ – 2010

УДК 631.5/9 (075.8)
ББК 41.4
Л 72

Рекомендовано до друку вченою радою географічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка
(протокол № 7 від 20 вересня 2009 р.)

Під редакцією автора

Рецензенти:

Манько Юрій Прокопович, д.с.-г. наук, проф. Національний аграрний Університет,
Слюсар Іван Тимофійович д.с.-г. наук, проф. ННЦ “Інститут землеробства УААН”,
Соломаха Володимир Андрійович д. б. наук, проф., Ботанічний сад Київського
національного університету імені Тараса Шевченка.

Л72

Основи землеробства та рослинництва

Книга 1. **Землеробство:**

Посібник для вищих учбових закладів /
П.С. Лозовіцький - К. 2010 - 268 с.,

Викладені матеріали про рослин й умови їхнього життя, родючість й окультурення ґрунту. Розглянуто питання про бур'янисті рослини й заходи їх контролювання, сівозміни та їх складові ланки, заходи й системи обробітку ґрунту, ерозію та охорону ґрунту, системи землеробства. Відмічено оптимальні терміни й способи сівби, норми висіву, норми й терміни внесення добрив, обробітку й догляду за розвитком культур, використання техніки й механізацію основних видів робіт, підвищення їх урожайності. Всі питання розглядаються з урахуванням вимог охорони навколишнього природного середовища й отримання екологічно чистої продукції рослинництва. Приведені конкретні нормативні дані й рекомендації, необхідні для планування й прийняття рішень при проведенні основних видів сільськогосподарських робіт з урахуванням економічних й екологічних факторів.

Для студентів вузів з спеціальностей геодезія, картографія, землевпорядкування та кадастр, природокористування, моніторинг та охорона навколишнього природного середовища, екологія, для власників і фахівців колективних сільськогосподарських об'єднань і індивідуальних фермерських господарств.

УДК 631.5/9 (075.8)
ББК 41.4

© П.С. Лозовіцький, 2010

ВСТУП У ЗЕМЛЕРОБСТВО

Землеробство як сільськогосподарська галузь і наука

Сільське господарство є галуззю народного господарства, покликаною забезпечити виробництво достатньої кількості продуктів харчування для населення й сировини для легкої й харчової промисловості при високій їхній якості. Основною галуззю сільськогосподарського виробництва є землеробство, яке охоплює всі рослинницькі галузі, націлені на вирощування тієї або іншої групи культур. Воно є базою для розвитку іншої не менш важливої галузі сільськогосподарського виробництва – тваринництва, рівень якого залежить від забезпеченості тварин кормами. Між тваринництвом й землеробством існує й зворотній зв'язок: чим більше гною виробить тваринництво, тим більше його внесуть на поля для відтворення родючості ґрунту й підвищення продуктивності орних земель.

Землеробство (рілництво) – галузь сільського господарства, основним засобом виробництва в якій служить земля, яку використовують для вирощування культурних рослин. Землеробство як наука базується на ґрунтознавстві, мікробіології, тісно пов'язане з агрофізикою, агрохімією, меліорацією й іншими науками.

На основі землеробства розвиваються всі науки вирощування окремих культур – польових (польове рослинництво), овочевих (овочівництво), плодкових (плодівництво), винограду (виноградарство), а також кормових трав (луківництво) та квітів (квітництво). Наукове забезпечення галузі землеробства та її частин здійснюють відповідні науки.

Наука “землеробство” вивчає фактори життя рослин, закони землеробства, заходи й системи раціонального використання землі для досягнення біокліматично, енергетично та економічно обґрунтованої урожайності сільськогосподарських культур за розширеного відтворення родючості ґрунту, екологічної безпеки агроландшафтів і вирощеної продукції.

Об'єктами вивчення землеробства є ґрунт, агрофітоценози, екологічне середовище на агроландшафтах, технічні засоби для виконання технологій.

Предмет навчальної дисципліни. Предметом вивчення дисципліни “Землеробство” є система землеробства – комплекс агротехнічних, меліоративних, екологічних, організаційно-економічних і соціально-гуманітарних заходів, що забезпечує максимальну ефективність галузі з дотриманням екологічних обмежень, біологічні властивості культурних рослин та технології їх вирощування.

Метою й завданням навчальної дисципліни “Землеробство” є формування у студентів теоретичних знань та практичних навичок з наступних напрямків: 1) забезпечувати найбільш раціональне використання земельних, водних, рослинних та інших ресурсів і всього кліматичного потенціалу (сонячна енергія, тепло, опади й ін.); 2) створювати найкращі умови для стійкого розвитку й високої продуктивності ріллі в землеробстві, а також інших галузей сільського господарства; 3) забезпечувати потреби населення країни у продуктах харчування рослинного походження (зерно, овочі, фрукти, олія, цукор і ін.) й сировини для легкої й харчової промисловості при високій їхній якості; 4) здійснювати інтенсифікацію сільського господарства (хімізацію, меліорацію, механізацію й ін.) не порушуючи екологічної безпеки навколишнього природного середовища, утворюючи з ним єдину стійку й високопродуктивну агроєкосистему (агроценоз); 5) відтворювати й підвищувати родючість ґрунту і не допускати ерозійних процесів, хімічного й іншого забруднення сільськогосподарських угідь, водних джерел і вирощуваної продукції; 6) економічно обґрунтовувати й забезпечувати максимальне виробництво високоякісної продукції при найменших затратах праці й засобів, впроваджувати прогресивні форми вико-ристання землі й організації праці.

В останні роки в США й індустріально розвинених країнах Європи застосовуються технології вирощування сільськогосподарських культур, які дозволяють при внесенні великих доз мінеральних добрив і пестицидів у 1,5-2 рази підвищити продуктивність

культур сівозмін, але потребують великих матеріальних витрат та порушують екологію. Одночасно в ряді зарубіжних країн став вивчатися метод ведення землеробства без мінеральних добрив і хімічних засобів захисту, при обмеженому використанні техніки - біологічне (органічне) землеробство. Головні складові цього напрямку - застосування сівозмін, підвищених доз якісних органічних добрив, сидератів, проміжних посівів, агротехнічних і біологічних способів захисту від бур'янів, шкідників й хвороб. У Голландії, Англії, Німеччині працюють ферми на основі органічної системи землеробства, де при меншій врожайності одержують екологічно чисті продукти, але реалізують їх за підвищеними цінами. Більшість вітчизняних і зарубіжних учених вважають, що в даний час і на перспективу найбільш прийнятна система землеробства повинна відповідати трьом принципам: ресурсозбереження, екологічної безпеки, надійного забезпечення зростаючого попиту на сільськогосподарську продукцію. Цим вимогам значною мірою відповідає ландшафтна система землеробства, основу якої складає організація території земель сільськогосподарського використання, великих сільськогосподарських підприємств і фермерських господарств на контурах і природних рубежах.

Україна відноситься до числа країн, з екстремальними природними умовами для ведення сільського господарства. На більшій частині території нашої країни клімат континентальний, відрізняється суворими зимами, недоліком тепла і нерівномірним випаданням атмосферних опадів у період вегетації культур.

Історія розвитку землеробства як науки

Агрономічна наука до теперішнього часу нагромадила досить знань для одержання високих врожаїв сільськогосподарських культур при одночасному підвищенні родючості ґрунту. У розвиток агрономічної науки великий внесок внесли вітчизняні вчені. Зародження науки про вирощування рослин у Росії відноситься до XVIII ст. М.В.Ломоносов (1711-1765) заснував при Російській академії наук «клас землеробства», уніс ряд корисних пропозицій з вирощування сільськогосподарських культур. Перші російські агрономи А.Т. Болотов (1738-1833) і І.М. Комов (1750-1792) ще в другій половині XVIII ст. робили спроби забезпечити більш раціональне використання землі. Ці ідеї одержали подальший розвиток у працях А.В. Советова (1826-1901) «Про розведення кормових трав на полях» і «Про системи землеробства». Одним із перших російських агрохіміків був А.Н. Енгельгардт (1832-1893), автор знаменитих дванадцяти «листів із села».

У XVIII ст. з'явилися на світ праці німецького вченого А. Теєра про роль гумусу в землеробстві. Дещо пізніше його співвітчизник Ю Лібих сформулював основні положення теорії мінерального живлення рослин.

З повною підставою «батьком» науки про ґрунт вважають ґрунтознавця й агронома В.В. Докучаєва (1846-1903). Великий внесок у розвиток землеробства уніс видатний агроном, ґрунтознавець, хімік, мікробіолог, ботанік П.А. Костичев (1845-1895). З історією створення науки про ґрунт і його родючістю зв'язане й ім'я О.О. Ізмаїльського (1851-1914), який багато зробив для розробки агротехнічних прийомів боротьби з посухою.

І.А. Стебут (1833-1923) у своїх працях систематизував великий досвід обробітку польових культур, описав агротехніку, а також узагальнив досвід обробітку, вапнування й гіпсування ґрунтів і лісомеліорації. Великий внесок у розвиток агрономічної науки вніс Д.І. Менделєєв (1834-1907). Він закликав застосувати добрива і використовувати поживні речовини підорних шарів ґрунту шляхом глибокої оранки.

Розвиток землеробської науки найтіснішим чином зв'язаний з ім'ям фізіолога, ботаніка й агронома К.А.Тімірязєва (1843-1920). Він є класиком наукової біології й рослинництва. Величезний внесок у розвиток сучасних знань про рослини внесли фізіолог Н.А. Максимов (1880-1952), ботанік П.М. Жуковський (1888-1975). Особливе місце в

розвитку агрономії займають роботи Д.Н. Прянішнікова (1865-1948) - основоположника російської агрохімії.

В.Вільямс (1863-1939) – автор травопільної системи землеробства – пропонував висівання трав для відновлення родючості ґрунту й активізації біологічних процесів. Учений-агрофізик О. Дояренко (1874-1958) великого значення надавав вивченню форм пористості та питанням повітряного режиму ґрунту.

Розвиток агрономічної науки в Україні припадає на час заснування перших дослідних установ у 90 роках ХІХ ст. Тоді в Харківській губернії було організовано два дослідних поля. Перша дослідна станція в Україні була заснована в 1894 р. у Полтаві, а в 1895 р. – Іванівська. Пізніше були організовані Херсонська, Немерчанська й Плотнянська дослідні станції. На початку ХХ ст. були засновані дослідні сільськогосподарські станції в Харкові, Умані, Миронівні та інших місцях України.

На Полтавській дослідній станції С.Третьяков (1842-1931) вперше займався питаннями системи парового обробітку ґрунту. О. Ізмаїльський (1851-1914) вивчав і запропонував метод глибокої оранки в боротьбі з посухою у південному Степу. Селекціонер А. Зайкевич (1842-1931) вперше запропонував рядкове внесення добрив під цукрові буряки, вивів сорт люцерни “Зайкевича”. Б. Рождественський (1874-1943) обґрунтував ефективність внесення фосфорних мінеральних добрив у ґрунти південних областей України. О. Душечкін (1874-1956) уперше запропонував підживлення озимих культур азотними добривами і дослідив роль мікроорганізмів у перетворенні поживних речовин ґрунту. Академік О. Соколовський (1884-1959) розробляв заходи поліпшення родючості солонців і підзолистих ґрунтів.

М.І. Вавілов (1887-1943) зробив неоціненний вклад у біологію, систематику й географію культурних рослин. Зібрана ним світова колекція рослинних ресурсів і організація географічних посівів рослин уплинули на розвиток селекції сільськогосподарських культур у нашій країні. Використовуючи ці ресурси, селекціонери П.П. Лук'яненко, В.С. Пустовойт, В.Н. Ремесло, Ф.Г. Кириченко, П.Ф. Гаркавий, М.И. Хаджинов, І.Г. Галєєв, В.Н. Мамонтова, Б.П. Соколов, А.Л. Мазлумов і ін. створили видатні за продуктивністю й якістю сорти й гібриди багатьох рослин польових культур, які поєднують високу потенційну продуктивність з іншими цінними господарськими властивостями, володіють підвищеною чуйністю на високий агрофон. Значний внесок у розвиток рослинництва внесли І.В. Якушкін (зернові, картопля, коренеплоди), Н.Н. Кулешов (кукурудза, пшениця), А.І. Носатовський (пшениця), В.А. Харченко (кормові коренеплоди), Н.А. Майсурян (зернобобові), П.П. Вавілов (нові кормові культури), Н.Г. Андрєєв (багаторічні трави) й багато інших.

Всесвітньо відомий учений з питань утримання ґрунтів у садах С. Рубін (1900-1985) рекомендував в умовах достатнього й нестійкого зволоження лісостепової зони замінити парову систему утримання міжрядь дерново-перегнійною. Він є автором багатьох наукових розробок спеціалізації польових сівозмін і основного обробітку ґрунту. Великий внесок у розробку теоретичних і практичних основ обробітку ґрунту в Україні зробив Ф. Попов (1900-1988).

Нашими вченими-аграріями розроблені й запропоновані виробництву системи землеробства для основних природно-економічних зон, науково обґрунтовані сівозміни, ефективні методи обробки ґрунту, раціонального використання добрив, меліорації, боротьби з ерозією ґрунтів, комплексного застосування засобів захисту сільськогосподарських культур від бур'янів, шкідників і хвороб, рекомендовані для використання в господарствах сорти й гібриди зернових і інших культур, їхнє насінництво. Усе це дозволяє, при освоєнні рекомендацій, одержувати досить високі й стійкі за роками врожаї продовольчих, кормових і технічних культур.

Створені й знаходять застосування в господарствах нові вискооефективні машини, добрива, пестициди, ретарданти, в умовах зрошуваного землеробства - автоматизовані системи керування водним режимом. З огляду на особливе значення економічних

факторів, у перспективних розробках наукових технологічних центрів України й сільськогосподарських вузах розробляються технології, що передбачають скорочення й поєднання операцій з обробки ґрунту, сівби й догляду за посівами, застосування помірних економічно обґрунтованих доз мінеральних добрив, зниження пестицидного навантаження на посіви, а також розробляються раціональні методи й прийоми використання високопродуктивної техніки, що забезпечують ресурсо- й вологозаощадження, одержання достатньо стабільних врожаїв сільськогосподарських культур, у тому числі в умовах агроландшафтного землеробства (А.А. Жученко).

Посібник “Землеробство” підготовлений на основі курсу лекцій “Основи землеробства та рослинництва”, який автор читав для студентів землевпорядників кафедри геодезії та картографії географічного факультету Київського національного дослідного університету імені Тараса Шевченка. Курс покликаний допомогти здобути знання студентам вищих навчальних закладів з основ вирощування сільськогосподарських культур, необхідних у наступній практичній діяльності.

Автор висловлює щире подяку рецензентам за цінні зауваження щодо поліпшення структури й змісту посібника.

Розділ 1 РОСЛИНИ Й УМОВИ ЇХНЬОГО ЖИТТЯ

Величезні простори земної кулі покриті зеленими рослинами - від суворого Заполяр'я до гарячих пісків пустелі. Окремі види рослин дуже різняться між собою за масою й розмірами: бактерії й мікроскопічні водорості та 150 м дерева (евкаліпти й секвої) масою до 100 т. Їм властиве живлення, дихання, ріст, розвиток, розмноження й ін. Життя кожного живого організму може протікати тільки при постійному постачанні його енергією, єдиним джерелом якої є сонце. К. А. Тімірязев писав, що головну роль зелених рослин варто бачити в *безпосередньому перетворенні вільної енергії сонця в запасну енергію створюваної органічної речовини*. Створюючи органічні речовини, рослини споживають велику кількість діоксиду вуглецю (вуглекислого газу), одночасно збагачуючи повітря киснем, необхідним для дихання всіх живих істот. У регулюванні складу повітря атмосфери й безупинному *поповненні його запасами кисню* полягає друга важлива роль зелених рослин у природі. Кожний гектар пшеничного агроценозу за допомогою сонячної радіації асимілює протягом доби 150 кг вуглекислого газу і виділяє 320-680 кг кисню. Рослини усєї планети утворюють за рік 100 млрд. т органічної речовини, засвоюють близько 170 млрд. т вуглекислого газу і викидають в атмосферу 460 млрд. т. кисню (Реймерс Н.Ф., 1990).

Багаторічні й однолітні бобові рослини (конюшина, люцерна, горох, люпин і ін.), утворюють симбіотичні комплекси з фіксуєчими азот мікроорганізмами *зв'язують молекулярний азот атмосфери* і роблять його доступним для інших видів рослин. Рослини є також *фактором ґрунтоутворювального процесу*, їхнє прижиттєве кореневе виділення, поживні й кореневі залишки збагачують ґрунт органічною речовиною, забезпечують умови для утворення гумусу й підтримки родючості ґрунту.

Вирощуючи різноманітні культури і, використовуючи природну рослинність луків, степів і пустель, людина щорічно одержує *необхідні продукти харчування* у вигляді зерна, бульб, коренів, плодів і ягід; *сировину для промисловості*, що виробляє рослинні олії, крохмаль, цукор, глюкозу, спирт, волокно, фарби, ліки й т.п., а також *різноманітні корми* для тварин, щоб мати в статку такі коштовні продукти, як молоко, олія, м'ясо, вовна, шкіра.

1.1. Фактори життя рослин

Рослини в процесі росту, розвитку й створення врожаю вимагають постійного, у необхідній кількості припливу факторів життя — космічних і земних (рис. 1.1). *До космічних факторів* відносяться світло й тепло, *до земних* — вуглекислий газ, кисень, вода, азот, фосфор, калій, кальцій і інші зольні елементи (Доярєнко, 1966).

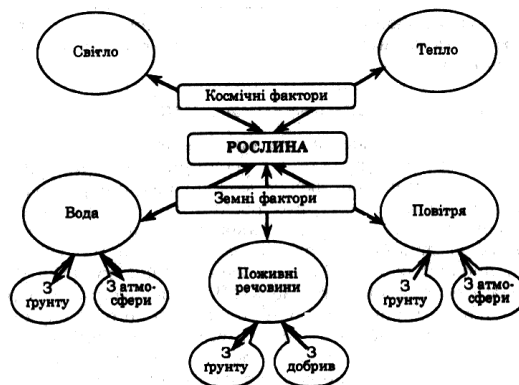


Рис. 1.1. Схема взаємодії факторів життя

Космічні фактори життя рослин не регулюються в землеробстві. Сонячна радіація, її розподіл на поверхні планети, сезонна й добова динаміка розрізняються в залежності від географічних поясів землі.

Сонячна радіація визначає клімат землі. Кліматичні умови обумовлюють можливість виростання тих або інших рослин. Крім того, клімат є одним із факторів ґрунтоутворення, що побічно впливає через ґрунт на рослини, що зростають. Ґрунтово-кліматичні умови визначають спеціалізацію землеробства, набір сільськогосподарських культур, біологічні особливості яких найбільше відповідають цим умовам і забезпечують одержання високих стабільних врожаїв.

Тепло — інший космічний фактор життя рослин, необхідний для протікання хімічних, біологічних і фізичних ґрунтових процесів.

Світло і тепло. *Приплив тепла* необхідний для набрякання й проростання насіння, формування сходів, поглинання рослинами води й поживних речовин, для створення органічної речовини й росту, формування рослинами різних органів і проходження ними кожного етапу розвитку. Тому *температура* навколишнього середовища дуже впливає на всі сторони життя рослин.

Найважливішою життєвою функцією зелених рослин є синтез органічної речовини, або фотосинтез, для якого необхідний одночасний приплив світла, тепла, води і поживних речовин (елементів мінерального живлення). Сутність фотосинтезу полягає в тому, що під дією енергії сонячного проміння, що поглинається хлоропластами листів і інших зелених органів рослин, вода розкладається (фотоліз води). При цьому утворюється вільний кисень, який виділяється в навколишнє повітря, а водень приєднується до вуглецю вуглекислого газу, відновлює його, і в результаті **утворюються органічні речовини:** вуглеводи, білки, кислоти, вітаміни, фітогормони й ін.

Одночасно зі створенням органічної речовини в рослинах протікає протилежний процес, який називається диханням. Дихання супроводжується витратою органічної речовини з **вивільненням** укладеної у ній **енергії** хімічних зв'язків, необхідної рослинам для поглинання з ґрунту води, разом із розчиненими в ній поживними речовинами, й подачі їх до листків; процесів росту й багатьох інших життєвих функцій. При диханні рослини виділяють тепло.

Листки рослин у продуктивних посівах поглинають до 80-85% фотосинтетичних активних променів (довжина хвиль 400-700 нм (нанометрів), так зване ФАР - фотосинтетична активна радіація. Ці промені добре поглинаються зеленим пігментом хлоропластом-хлорофілом і є енергетичною основою фотосинтезу. Однак на фотосинтез витрачається лише біля 1,5-3% поглинутої енергії ФАР. Фотосинтез у рослин починається при дуже слабкому освітленні, потім зростає й у багатьох сільськогосподарських культур досягає максимальної величини при освітленості порядку третини - половини повної сонячної радіації (повна - близько 100 тис. люкс у червні - липні). В умовах сильного затінення, а також у ранкові й вечірні години інтенсивність фотосинтезу й дихання рослин вирівнюються (світловий компенсаційний пункт). Світловий компенсаційний пункт у тіньовитривалих рослин складає приблизно 1% від повного світла, у світлолюбних - близько 3-5% від повного сонячного світла. При подальшому зниженні освітленості дихання перевершує фотосинтез, органічна речовина не накопичується, а витрачається. Подібне спостерігається в зайво загущених і засмічених посівах. Кількість (інтенсивність) і якість (спектральний склад) світла, тривалість світлового періоду впливають не тільки на фотосинтез, але й на темпи росту і розвитку рослин, скорочують або ж збільшують час від посіву до цвітіння й збирання врожаю. Світлові умови в посівах можна регулювати термінами сівби, густотою стояння рослин, складом травосумішей і інших прийомів агротехніки.

Фотосинтез деяких сільськогосподарських рослин (багаторічні злакові й бобові трави, озимі зернові) починається при температурі повітря трохи вищій 0° С, а в рослин північних широт (сосна, ялина й ін.) нижня температурна границя фотосинтезу

знаходиться в межах -15°C . Мінімальна температура для фотосинтезу в більшості сільськогосподарських культур у межах $0-5^{\circ}\text{C}$, найбільш сприятлива або оптимальна температура, при якій інтенсивність фотосинтезу досягає вищого рівня, у різних груп рослин коливається в межах $20-30^{\circ}\text{C}$. Подальше підвищення температури знижує інтенсивність фотосинтезу, а при $40-45^{\circ}\text{C}$ він цілком припиняється.

Дихання, на відміну від фотосинтезу, у рослин може проходити й при **негативній температурі**. Нижня межа температури в більшості рослин -10°C , а в зимуючих частин рослин, наприклад, бруньок дерев, хвої сосни й ялини, помітне дихання спостерігається навіть при $-20, -30^{\circ}\text{C}$. Максимальне дихання у більшості видів рослин середніх широт лежить у межах $35-40^{\circ}\text{C}$, тобто на $5-10^{\circ}\text{C}$ вище, ніж для фотосинтезу. Максимальні (граничні) температури для дихання ($45-55^{\circ}\text{C}$) визначаються здатністю білків рослин за цих умов до денатурації.

Усі сільськогосподарські рослини стосовно **тепла** поділяють на дві основні групи: рослини помірного поясу і теплолюбні рослини південних широт. Рослини першої групи, що історично формувалися в умовах помірного клімату (гірчиця, горох, пшениця, жито, ячмінь, овес, льон і ін.), відрізняються **малою вимогливістю до тепла**. Насіння їх проростають при температурі від 1° до 5°C , а цвітіння й дозрівання можливе при середній температурі $10-12^{\circ}\text{C}$. Ці рослини, холодостійкі: сходи здатні переносити заморозки до $-6-10^{\circ}\text{C}$. Ще більш холодостійкі озимі форми. Більшість рослин першої групи прискорює розвиток при просуванні на північ (рослини довгого дня – $15-17$ годин).

Теплолюбні рослини південних широт, до яких відносяться рис, кукурудза, квасоля, просо, бавовник, кавуни, дині, огірки й ін., більш вимогливі до тепла. Для проростання їхнього насіння потрібна температура $8-15^{\circ}\text{C}$, а для цвітіння $15-20^{\circ}\text{C}$. Ці рослини, що формувалися в умовах тропічного або субтропічного клімату, малостійкі до низької температури. Тільки деякі з них (кукурудза, просо) можуть витримати короткочасні заморозки до $2-3^{\circ}\text{C}$, більшість же практично не переносить негативних температур. У той же час вони відрізняються високою жаростійкістю. Більшість рослин південних широт відноситься до **рослин короткого дня** і прискорюють розвиток при просуванні з півночі на південь (оптимальна довжина дня – $14-12$ годин) (Генкель П.А., 1982).

Оброблювані в нашій країні сільськогосподарські рослини й їхні сорти дуже різноманітні за **довжиною вегетаційного періоду й потребою в теплі**. На півночі культивуються скоростиглі сорти ячменю, вівса, гороху, турнепсу й інших культур, що дозрівають за $60-70$ діб (днів), при сумі активних середньодобових температур за вегетаційний період близько 1000°C . Потреба рослин у теплі, виражена сумою активних температур за вегетаційний період, у залежності від скоростиглості сорту складають $1300-1700^{\circ}\text{C}$ для ярої й озимої пшениці, для кукурудзи $2100-2900^{\circ}\text{C}$, для льону $900-1300^{\circ}\text{C}$, для соняшника $1600-2300^{\circ}\text{C}$, картоплі $1200-1800^{\circ}\text{C}$ (активні температури - сума середньодобових температур вище 10°C) (Біліч Г.Л., Крижанівський В.А., 2004).

У землеробстві насамперед повинні бути створені оптимальні умови для забезпечення рослин земними факторами життя. Крім того, застосовують також спеціальні агротехнічні прийоми: диференційовані норми висіву, напрямок і способи посіву культурних рослин, проміжні й ущільнені посіви й ін.

Вода. Роль води в житті рослин величезна й різноманітна. Насамперед вона необхідна для фотосинтезу. Насичення рослинних тканин водою - неодмінна умова нормальної життєдіяльності рослин. З водою нерозривно зв'язані всі явища росту. Спочиваюче насіння виявляє перші ознаки життя при збільшенні умісту води з $10-14\%$ до $20-25\%$ їхньої маси. Ще більше необхідно вологи для повного набрякання й проростання насіння (для насіння цукрового буряка - 120% їхньої маси). Однак частка води, що йде на **утворення органічної речовини**, невелика й складає менш 1% кількості вологи, спожитої рослинами. Разом із водою в рослини надходять із ґрунту розчинені в ній елементи живлення: азот, фосфор, калій, сірка й ін. Але й для цієї найважливішої функції (засвоєння зольних елементів) необхідна невелика частина води, що складає приблизно 9% спожитої

кількості. Уся інша (частина) маса води (90%) **випаровується** з поверхні рослин для охолодження тканин і підтримки теплових умов, необхідних для життя рослин. Цей процес називається **транспірацією**, а кількість води, що витрачається рослинами на створення одиниці сухої органічної речовини врожаю, - **транспіраційним коефіцієнтом**. Він являє собою відношення маси, витраченої рослинами води, до маси сухої речовини врожаю. Величина транспіраційного коефіцієнта в різних культур неоднакова. Найбільш ощадливо витрачають воду на утворення сухої органічної речовини просо, сорго, кукурудза. Середня величина транспіраційного коефіцієнта в цієї групи рослин дорівнює 200-300. Найбільшу кількість води використовують такі рослини, як рис, бавовник, баштанні й особливо багаторічні трави. Загальна кількість води, що витрачається сільськогосподарськими рослинами за період вегетації, складає 2-4 тис. т і більше на 1 га.

Серед численних і різноманітних сільськогосподарських рослин є види й сорти, що відрізняються великою **стійкістю до посухи**. Ця здатність визначається багатьма ознаками й властивостями рослин. Особливо велике значення їх **могутньої кореневої системи**, що може проникати в ґрунт на велику глибину й краще використовувати ґрунтову вологу. Для посухостійких рослин характерний **розвиток покривних тканин**, що охороняють від зайвого випаровування вологи. До найбільш посухостійких рослин відносяться сорго, просо, частково кукурудза, нут, соняшник, цукровий буряк, баштанні культури, жовта люцерна, житняк і ін.

Елементи живлення. Для формування органічної речовини й здійснення всіх життєвих функцій рослини поглинають із навколишнього середовища необхідні їм елементи живлення.

Соковиті, вегетативні органи рослин (листки, стебла, а також квітки, плоди й молоді корені) містять 80-90% води. На долю сухих речовин приходить в середньому 10-20% їхньої маси. Хімічний склад сухих речовин у різних рослин у різні періоди їхнього розвитку не однаковий. У середньому основна органічна маса має наступний склад (у відсотках сухої речовини): вуглецю - 45, кисню - 42, водню - 6,5 і азоту - 1,5. На частку зольних елементів (залишаються після спалювання) приходить в середньому 5%. До складу золи входять майже всі елементи, що зустрічаються в ґрунті, навіть найбільш рідкі, однак не усі вони необхідні рослинам. Усі необхідні речовини рослини поглинають із навколишнього середовища: повітря й ґрунту.

Повітряне живлення. Повітряним живленням рослин називають поглинання листками й іншими зеленими частинами рослин вуглекислого газу (діоксиду вуглецю) повітря й утворення органічної речовини в процесі фотосинтезу. Середній уміст вуглекислого газу в повітрі близько 0,03% (об'ємних). У приземному шарі його може бути більше. Збільшення різними прийомами (насамперед внесенням органічних добрив) умісту вуглекислого газу в приземному шарі повітря в полі або в теплицях до 0,3...0,5% підсилює фотосинтез рослин і помітно підвищує їхній врожай.

Ґрунтове або кореневе живлення. На відміну від космічних земні фактори життя рослини використовують через ґрунт. Ґрунт може краще або гірше передавати рослинам наявні в ньому або внесені у воду поживні речовини. В екстенсивному землеробстві ґрунт є єдиним джерелом води й поживних речовин. Тривалість і ефективність використання ґрунту визначається природною родючістю. Як тільки ґрунт переставав забезпечувати рослини в достатній кількості земними факторами життя, його виключали з обробітку (перелогова система землеробства).

В інтенсивному землеробстві усе більшого значення набуває трансформаційна функція ґрунту, тобто її здатність передавати рослинам внесені ззовні елементи живлення й воду. Крім того, підвищені вимоги пред'являють до фітосанітарного стану й технологічних властивостей ґрунту. В міру інтенсифікації землеробства трансформаційна функція ґрунту, обумовлена природними факторами ґрунтоутворення, у ряді випадків виявляється недостатньою. Виникає необхідність поліпшення всього комплексу ґрунтових властивостей, розширеного відтворення його родючості. Можливість такого перетворення

грунту закладена в його природі як поновлюваного природного ресурсу. Однак при неправильному використанні він може втратити родючість.

Усі необхідні елементи мінерального живлення рослини поглинають із ґрунту за допомогою кореневої системи.

1.2. Корінь – орган поглинання елементів живлення

Кореневі системи в рослин виконують різні функції. Залежно від умов зовнішнього середовища формується своєрідна структура коренів. Специфічність структури й функції кореня закріпились у процесі еволюції й передаються спадково. Проте поряд з особливостями корневих систем у всіх наземних рослин вони виконують загальні важливі функції — прикріплення рослин до субстрату й поглинання із субстрату й рух до надземних органів води й мінеральних елементів.

Морфолого-анатомічна будова кореня пристосована до поглинання води й поживних речовин із ґрунту. Проте в цьому процесі бере участь тільки та частина кореня, яка має кореневі волоски й називається зоною поглинання. У клітинах цієї зони високий рівень дихання, окислювальна активність білка мітохондрій досягає максимуму, різко підвищується активність ферментів. Крім того, виявлено активність нітрат-редуктази та гідроксиламін-редуктази ферментів початкового й кінцевого відновлення нітратів. У зоні поглинання формуються структурні елементи для руху висхідної течії води та мінеральних речовин — ксилема.

Кореневі волоски, які виконують функцію поглинання речовин, **недовговічні** й через 10—12 діб відмирають, але корінь росте й весь час у цій зоні утворюються нові кореневі волоски. При утворенні нового кореневого волоска на поверхні епідермальної клітини виникає горбик, до якого примикає ядро. Потім ядро переміщується в кореневий волосок і, поки той росте, весь час перебуває безпосередньо близько до кінцевої частини його.

Ріст кореневої системи має ритмічний характер. Ритмічність росту зумовлює й ритмічність поглинання, синтезу й виділення органічних речовин кореневої системи. Іони фосфору й сірки поглинаються кожні 2—3 години, при цьому під час максимального поглинання одного іона - другий виділяється в ґрунт. Якщо поглинається калій, то виділяється кальцій. При нормальній кореневій діяльності поглинання переважає над виділенням. З процесом поглинання тісно пов'язаний синтез органічних речовин, тому вранці й удень у пасоці збільшується кількість амінокислот (аспарагінової, аланіну, лізину, цистину, глютаміну), а увечері зменшується.

Ритмічність фізіологічної активності коренів зумовлена подразнюваністю цитоплазми. Під час збудження поглинання й синтезу у коренях посилюються, а гальмування послаблюється. Подразниками є також одновалентні катіони, під впливом яких амплітуда поглинання й синтезу досягає 10—50 % відповідно до виду рослин. Корені деревних рослин поглинають більше поживних речовин у теплі сонячні дні й менше в похмурі та вночі. Протягом вегетаційного періоду максимум поглинання поживних речовин у рослин спостерігається в літні місяці, а мінімум — восени.

Вуглекислота, яку виділяють, корені й концентрація якої особливо висока у зонах безпосереднього контакту коренів із часточками ґрунту **діє розчинююче на важкодоступні мінеральні речовини**. Деякі рослини (люпин, гречка) виділяють органічні кислоти з великою розчинною дією (яблучну, фумаролову, янтарну, винну, щавлеву та ін.), які навіть у незначних концентраціях вивільняють фосфорну кислоту з нерозчинних сполук. Крім кислот, у корневих виділеннях можуть бути мінеральні речовини (азот, фосфор, калій, кальцій та ін.), вітаміни (біотин, тіамін, піридоксин, рибофлавін, аскорбінова й нікотинова кислоти та ін.), ферменти (амілаза, інвертаза, мальтоза, ліпаза, аспарагіназа, уреаза, тирозиназа, каталаза та ін.), сахари й амінокислоти (аланін, лізин,

лейцин, аспарагінова, глютамінова та ін.). Кореневі виділення виявляються на всіх етапах онтогенезу рослин.

Загальна закономірність — збільшення з віком кількості й складу корневих виділень. Здатність рослин через кореневі виділення повертати в ґрунт поглинуті елементи живлення свідчить про те, що речовина не є пасивним споживачем мінеральної «їжі» із ґрунту, а виконує роль активного регулятора елементів у кругообігу речовин у природі. Під час посухи кількість виділень збільшується в 2—3 рази, а внаслідок зменшення органічних речовин у рослин спостерігаються фізіологічні розлади. Так, кореневі виділення бобових сприяють росту злаків, а виділення помідорів гальмують ріст капусти.

Кореневі виділення є сприятливим середовищем для мікроорганізмів. Такі мікроорганізми утворюють ризосферну мікрофлору, яка живиться за рахунок корневих виділень і є специфічною для кожного виду рослин. **У процесі життєдіяльності мікроорганізми переводять недоступні для рослин сполуки в легкодоступні**, виділяють органічні речовини типу ауксинів, тим самим стимулюючи фізіологічну діяльність коренів.

Бульбочкові бактерії через кореневі волоски проникають у корені бобових рослин, швидко там розмножуються, спричинюючи утворення бульбочок (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Бульбочки на коренях бобових рослин.

Живучи в них, бактерії перетворюють азот повітря в азотовмісні мінеральні сполуки, які засвоюються рослиною. Деякі бобові культури можуть засвоювати з повітря до 300 кг азоту на 1 га за вегетацію. Після того як рослини дозріють, бульбочки розкладаються й бактерії знову потрапляють у ґрунт. Для кожного виду бобових культур характерні певні раси бактерій. Бактерії, що живуть на коренях сої, не можуть утворювати бульбочок на коренях гороху або інших культур.

На відміну від бульбочкових бактерій **азотобактер не проникає в корені**, а живе в ґрунті поблизу коренів. Для його нормальної життєдіяльності потрібний вільний доступ повітря, із якого він засвоює азот. Азотобактер збагачує ґрунт азотним продуктом для рослин, виділяє речовини, які стимулюють ріст рослин, посилює життєдіяльність інших корисних мікроорганізмів.

Перетворення фосфорних сполук у доступну для рослин форму відбувається під дією **фосфоробактерину**. Ці мікроорганізми розкладають фосфорні органічні сполуки, вивільняючи фосфорну кислоту, яку у вигляді розчинних солей поглинають рослини.

Силікатні бактерії не можна вважати специфічними, оскільки вони руйнують ґрунтові мінерали (алюмосилікати) й вивільняють калій та інші елементи живлення. Отже,

в результаті життєдіяльності деяких ґрунтових мікроорганізмів збільшується вміст доступних форм азоту, фосфору й калію.

Крім бактерій, у ризосферній зоні ґрунту поселяються гриби, які відіграють велику роль у надходженні мінеральних і органічних речовин із ґрунту до рослини. Для багатьох рослин, особливо деревних, характерний тісний контакт із ґрунтовими грибами й **утворення мікоризи**. Гіфи гриба постачають рослину водою й азотом, який може засвоюватись грибами з органічних речовин; кислі виділення грибів сприяють розчиненню важкорозчинних сполук; ферменти, виділені грибами, розщеплюють складні органічні сполуки ґрунту й поліпшують живлення рослин. **Від рослини гриб дістає вуглеводи та деякі фізіологічно-активні речовини.**

Рослини невелику частину елементів живлення можуть засвоювати через листя. При цьому поглинання відбувається завдяки обмінній адсорбції, проникненню крізь породи й дифузії через кутикулу. Проте позакореневе живлення рослин не може замінити кореневе й значення його обмежене.

1.3. Фізіологічна характеристика елементів живлення

Майже всі елементи, що є в ґрунті, виявляють у рослинах, їх поділяють на макроелементи (азот, фосфор, калій, сірка, кальцій, магній, натрій, хлор), необхідні для організму у великій кількості, й мікроелементи (бор, цинк, марганець, мідь, молібден, ванадій, кобальт, залізо, кремній, алюміній), яких рослині потрібно дуже мало. Однак **нестача будь-якого з них порушує життєдіяльність рослинного організму, сповільнює або припиняє його ріст і розвиток.**

Азот. Входить до складу білків і нуклеїнових кислот, хлорофілу, вітамінів, ліпоїдів, фосфатидів, глікозиду та інших органічних сполук. Білки в рослині перебувають у вигляді важливих структурних компонентів цитоплазми й ферментів. Нуклеїнові кислоти містяться в ядрі рослинної клітини, цитоплазмі й визначають спадковість організму. В обміні речовин азот постійно поновлюється в складі конституційних і запасних речовин. Азот регулює товщину клітинних стінок, тривалість фаз формування клітин, характер диференціювання та інші процеси. Вміст азоту в рослинах у середньому 3—5, а в білках 16—18 % сухої маси. В онтогенезі кількість азоту збільшується до цвітіння, а після цвітіння зменшується внаслідок споживання його плодами в період дозрівання. **Макимум азоту міститься в зерні**, менше — в листках і **мінімум — у стеблах**. Серед небілкових органічних сполук азоту особливе значення мають амінокислоти, яким належить центральне місце у всьому азотному обміні рослин. Небілкові органічні сполуки бувають переважно у вегетативних органах рослин, вміст їх відносно вищий у ранніх фазах розвитку рослин. Загальний уміст небілкового органічного азоту у вегетативних органах рослин становить не більш як 20—25 % всієї кількості азоту в рослині. За несприятливих умов живлення, при нестачі калію, а також при недостатньому освітленні вміст небілкових азотистих сполук помітно зростає (Альошин Є.П., Пономарьов О.О., 1988)

Крім органічних форм азоту, в рослині є неорганічні сполуки у вигляді нітратів, нітритів та аміаку. Особливо велика кількість нітратів накопичується в деяких диких рослинах (лобода, кропива та ін.). **Серед культурних рослин найбагатші на нітрати листя буряків, стебла картоплі, тютюну, гречки.** Уміст нітратів у рослинах дуже змінюється залежно від рівня азотного живлення й забезпеченості іншими елементами — нестача їх гальмує процес перетворення нітратів в органічну форму й призводить до підвищеного нагромадження їх у рослині. Аміак накопичується, коли різко порушується обмін речовин у рослині внаслідок патологічних процесів, а також при внесенні аміачних добрив на фоні недостатнього калійного живлення. Аміак токсичний для рослинних клітин. Нітроти можна виявити в незначній кількості тільки в рослин, що перебувають в умовах часткового анаеробіозу.

Нестача азоту спричинює затримку росту й дуже слабкий розвиток рослин, особливо листків і генеративних органів.

Посилення азотного живлення при достатній забезпеченості іншими елементами різко поліпшує ріст і розвиток рослин. Проте надлишок азоту при відносно слабкому фосфатному й калійному живленні рослин призводить до негативних наслідків: затримки або нерівномірного досягання, схильності до вилягання злаків, ураження рослин грибовими й бактеріальними захворюваннями, низької опірності несприятливим кліматичним умовам.

Фосфор. Цей елемент входить до складу складних білків, які беруть участь у процесах поділу ядра, необхідний для дихання й фотосинтезу рослин. У насінні рослин фосфору в 3—6 разів більше, ніж у стеблах. *При доброму живленні фосфором підвищується зимостійкість, посухостійкість, прискорюється розвиток і дозрівання рослин, підвищується вміст цукру в буряках і винограді, крохмалю в картоплі, олій у насінні соняшнику.* Фосфор виявлено в таких органічних речовинах, як нуклеїнові кислоти, фосфоліпіди, фосфатиди, ферменти, вітаміни, фітин.

Джерелом фосфорного живлення рослин можуть бути солі орто-, мета- й пірофосфорної кислоти й органічні фосфати (сахарофосфати і фітин). Кращі з них — водорозчинні калієві, натрієві, амонієві, кальцієві й магнієві солі фосфорної кислоти.

У рослинах фосфор, так само як і азот, накопичується в основному в репродуктивних органах і в тих, де відбуваються інтенсивні процеси синтезу органічних речовин і клітини містять багато цитоплазми.

Найбільш поширеними фосфорорганічними сполуками є фосфатиди й нуклеїн-протеїди. Фосфатиди — це конституційні складові цитоплазми, які беруть участь у створенні її структури, у процесах проникнення й обміну речовин у клітинах рослин. Фосфатиди є в усіх клітинах рослин, але накопичуються тільки в насінні, особливо в зародках. Нуклеїн-протеїди — найважливіші в житті рослин фосфорні сполуки, які зберігаються рослиною навіть при фосфорному голодуванні. Тому вміст у рослині нуклеїн-протеїдів досить стійкий. Тільки різка зміна умов фосфорного живлення може змінити вміст їх у молодих рослинах і навіть у зерні. *При посиленні фосфорного живлення помітно прискорюється розвиток льону, люцерни, помідорів, огірків, буряків.*

Поряд із фосфорорганічними речовинами в рослині є й неорганічні фосфати в усіх живих клітинах, навіть у хромосомах. Кількість неорганічного фосфату може досягати в листках 5 % сухої речовини. Нагромадження в стеблах неорганічного фосфату є показником забезпеченості рослин фосфорним живленням. Крім того, неорганічні фосфати беруть участь у створенні буферної системи клітинного соку і в біохімічних реакціях. Тому *під час фосфорного голодування припиняється ріст стебла й листя, не утворюється насіння.*

Калій. Перетворення білків і вуглеводів, стійкість колоїдів цитоплазми клітин зумовлюються наявністю калію. При доброму калійному живленні підвищується посухостійкість, морозостійкість рослин, поліпшується рух поживних, речовин і води. Багато калію в молодих органах. В міру старіння цей елемент переміщується в молоді органи й тканини, які ще ростуть. *Калій позитивно впливає на накопичення в рослині крохмалю, цукру, бере участь в азотному обміні й синтезі білка, підвищує міцність стебел, стійкість проти полягання і зменшує уражуваність грибними хворобами.* Калій поліпшує використання сонячної енергії і відтік асиміляторів, знижує транспірацію і підтримує тургор клітин. Уміст калію в рослинах коливається від 0,2 до 6,7 %. Багато калію в листках тютюну, шпинату, картоплі. Якщо порівняти у насінні вміст калію і білкових речовин, то в більшості рослин спостерігається певна кореляція. Так, насіння зернових містять 12—16 % білка і 0,4—0,6 % калію, а насіння бобових рослин відповідно 25—35 % і 1,0—1,8 %. У коренях калію менше, ніж у надземних органах. У колосках ячменю і в надземних органах калію 1,4 %, а в коренях 0,33 %. *Підвищена чутливість*

щодо нестачі калію характерна для льону, тютюну, картоплі, буряків, соняшнику, конюшини, люцерни, люпину, кукурудзи (Альошин Є.П., Пономарьов О.О., 1988)

Джерелом калію для рослин є калій силікатних мінералів, обмінний, водорозчинний. Калій силікатних мінералів доступний для рослин після вивітрювання, коли під дією вуглекислоти й води мінерали розкладаються до розчинних форм. Легка доступність обмінного калію для рослин зумовлена його здатністю переходити в ґрунтовий розчин. Так, при поглинанні калію нові порції цього катіона переходять із рослин у ґрунтовий розчин. Водорозчинний калій міститься в ґрунті у вигляді різних солей: мінеральних (нітрати, сульфати, хлориди, карбонати, фосфати) і частково органічних (гумати). Усі вони безпосередньо засвоюються рослинами. Проникаючи в клітину, калій локалізується в цитоплазмі й особливо у вакуолях. В ядрі й пластидах його немає. Найбагатші на нього меристемні тканини, мезофіл листка, ситоподібні трубки, камбіальні клітини. У злаковому зерні калій накопичується переважно в алейроновому шарі клітин і в зародку. В ендоспермі його дуже мало. Калій у клітині забезпечує активний стан і високу реакційну здатність синтезуючих систем. Ступінь набухання плазмових колоїдів під впливом калію різко зростає. Це один із найважливіших моментів дії цього елемента на рослину, що визначає нормальний перебіг обміну речовин у ній.

При калійному голодуванні спостерігаються такі явища: рослина в'яне, різко знижуються фотосинтез, хоч уміст хлорофілу не змінюється; монози перестають перетворюватися в більш складні форми вуглеводів — дисахариди й полісахариди; синтез білків затримується, супроводжуючись накопиченням небілкового азоту; підвищується інтенсивність протеолітичного процесу (процесу розпаду білка), що створює особливо сприятливі умови для розвитку в тканинах рослин патогенних організмів — грибів і бактерій (борошниста роса в ячменю й пшениці).

Сірка. Входить до складу білків і ферментів. У процесі розвитку рослин уміст сульфатної сірки збільшується, білкової — зменшується. Це пояснюється тим, що з віком рослини посилюється розпад білкових тіл. Сульфати, нагромаджуючись, зв'язуються у вигляді сольових сполук і випадають із циклу перетворення сірки. Крім білка, сірку містять амінокислоти (цистин, цистеїн, метіонін) та ефірні олії (гірчична, часникова). Більшість сірки в рослині міститься у вигляді солей сірчаної кислоти, від яких змінюється колоїд цитоплазми. Вітаміни, що містять сірку (тіамін та біотин), є активними частинами ряду ферментів.

Сірка, як і фосфор, регулює енергетичний обмін клітин. *Ефірні олії мають бактерицидні властивості й можуть захищати організм від грибних та бактеріальних захворювань.* Середній уміст сірки в рослинах становить 0,1—0,3 % сухої маси. Мінімальний вміст сірки у злаках, максимальний — у бобових і хрестоцвітих рослинах (конюшина 0,5, рапс 0,9 %). Найбільше сірки в хлоропластах (70 % всієї сірки білків листка).

Джерелом сірки для живлення рослин є сульфати кальцію, магнію, калію, а на солончаках і сульфати натрію. Кількість сірки в рослинних білках коливається від 0,3 до 7,2 %. Серед білків злакових культур високим умістом сірки вирізняється авенін вівса. *Відношення вживаної сірки до фосфору становить орієнтовно 1:2 у жита й картоплі, 3:4 у пшениці, ячменю, кукурудзи, конюшини й люцерни, 1:1 у проса, вівса й буряків, 2:1 у турнепсу й капусти.* Середні кількості сірки становлять близько 10 % всієї золи, проте в капусті доходять до 15, у гірчиці — до 14, у реzedи — до 18%. При дозріванні рослин 60—80 % всієї засвоєної сірки переміщується в насіння.

У рослині при нестачі сірки скорочується білковий синтез, накопичуються водорозчинні сірка, нітрати, крохмаль, геміцелюлоза, зменшується кількість гірчичної олії, пригнічується діяльність утворювальних меристем. У злаків більш чутливі щодо нестачі сірки корені, у бобових і хрестоцвітих — зелені частини рослини. Невелика кількість діоксиду сірки (сірчистий газ) у повітрі не шкодить рослинності. При підвищених кількостях шкідливість посилюється після дощів для рослин молодих,

широколистяних і таких, в яких листя розміщене ближче до землі. Якщо атмосфера насичується діоксидом сірки, то 90 % всієї сірки поглинається листям люцерни. Наявність сірки в межах 0,5—1,5 % не впливає на фотосинтез, при 1,5—1,7 % не помітно шкоди для рослин, а при 2 % спостерігається хлороз і листя руйнується на 90—95 %. Коли двоокис сірки з повітря видалити, швидко відростає нове листя і відновлюється фотосинтез.

Кальцій. Елемент, необхідний рослинам для нормального росту і розвитку їхніх корневих систем. У великій кількості елемент є в надземній частині рослини. У молодій рослинній клітині він зосереджений у цитоплазмі, а в старій — у клітинному соку. Кальцій міститься в хромосомах для зв'язування ДНК із білком ядра; у рибосомах, хлоропластах і мітохондріях — для формування й підтримання їхньої структури. Кальцій утворює нерозчинні солі отруйних для рослин щавлевої й пектинової кислот, чим впливає на ріст клітинних оболонок та їхні фізико-механічні властивості. **Кальцій регулює кислотно-лужну рівновагу в клітині, змінює колоїдний стан цитоплазми, збільшуючи в'язкість і, знижуючи обводнення.** Середній уміст кальцію в рослині 1—2 %. Найбільше кальцію накопичують бобові рослини. З віком у всіх рослин кількість кальцію збільшується. В міру відмирання рослин їхній кальцій вивільняється і в умовах сухого клімату накопичується у вигляді карбонатів, сульфатів, хлоридів, нітратів та інших неорганічних солей; в умовах, менш сприятливих для розкладання, у ґрунті накопичуються гумати кальцію. Розчинні солі кальцію (карбонати, нітрати, хлориди) у значній мірі поглинаються коренями рослин. Рослини містять такі кількості кальцію (у процентах щодо сухої речовини): листя берези, вільхи, осики і дуба — 2,4—4,2; хвоя ялини, ялиці, сосни — 2,1—3,0; сіно лучне, степове, із конюшини—1,1—2,9; корені вівса, жита, ячменю — 1,0—2,3. Частина кальцію повертається в ґрунт із рослинним опаданням та з мінеральними добривами, а частину забирають з урожаєм або він вимивається в ґрунтові води, річки, моря, океани.

Нестача кальцію починає відчуватися вже під час проростання насіння. На відміну від магнію й фосфору, що переважають у насінні, **кальцій скупчується в листках і стеблах рослин.** Якщо в поживному розчині помітно переважають одновалентні катіони при відносно низькому вмісті кальцію, то таке середовище мало придатне для нормального росту рослин через його фізіологічну невідповідність. Шкідливий вплив водневого іона також пом'якшується при збільшенні концентрації іона кальцію у розчині. Кальцій у рослину надходить протягом періоду активного росту. Якщо рослини живити нітратами, вміст кальцію в їхніх тканинах різко підвищується.

У рослинах кальцій перебуває у формі солей пектинової кислоти, оксалатів, карбонатів, фосфатів, сульфатів. Пектинова сіль кальцію входить до складу серединної пластинки, цементуючи її. У рослинах, що виростили на засолених ґрунтах або на ґрунтах, заправлених хлористими мінеральними добривами, значна частина кальцію — це хлориди. Від 20 до 65 % усього кальцію, що є в рослині, розчинено у воді.

Магній. Найбільше магнію міститься у квітках рослин. Він входить до складу хлорофілу (2,8 %) й бере участь в окислювально-відновних процесах. Виявлено магній у пектинових речовинах та фітіні. У цитоплазмі магній зв'язаний з білками й підтримує колоїдно-хімічні властивості органоїдів клітини в нормальному стані. Цей елемент активізує ферменти процесів дихання й бродіння, синтезу нуклеїнових кислот і нуклеїн-протеїдів, руху вуглеводів, утворення білків і жирів. Оскільки магній рухається разом із фосфором, то його називають супутником фосфору. Середній уміст магнію в рослинах 0,5—1,0%. Його багато в бобових і картоплі, мало в зернових. **У зернових магній локалізований у зерні, в буряків — у листі, у картоплі — в картоплинці.**

Магній поглинається рослиною у вигляді сульфатів, хлоридів, карбонатів і силікатів, алюмосилікатів (важкодоступних).

При магнієвому голодуванні посилюються окислювальні процеси, різко збільшується вміст води в рослинах, що спричинює ламкість листків. У рослин магній перебуває в трьох станах: у зв'язаній формі в цитоплазмі; в молекулі хлорофілу; у вільному стані або у

формі неорганічних солей у клітинному соку. Передусім рослина використовує магній для побудови цитоплазми, а потім для утворення хлорофілу.

Натрій. Уміст елемента в рослині коливається в широких межах (від 0,001 до 4 % сухої маси рослин). Особливо багаті на натрій приморські і солончакові рослини. *Серед польових культур найбагатші натрієм буряки, кормова морква, цикорій, турнепс.* Багато натрію також у вегетативних частинах вики, рапсу, гірчиці, а серед злаків — у ячмені й вівсі. *Добре реагують на внесений у ґрунт натрій такі рослини, як буряки, люцерна, капуста, ріпа, турнепс.* Якщо вміст натрію у більшості культурних рослин коливається в межах 0,05—0,3 % сухої речовини, то для кормових буряків він становить 4,8 % у листках і 2 % у коренях, а для цукрових буряків — 3 % у листках і 0,4 % у коренях. *Натрій у живленні рослин відіграє ніби подвійну роль: він може виконувати деякі функції калію і є елементом, необхідним для оптимального росту й розвитку.* Така реакція буряків на натрій зумовлена походженням цієї культури від дикого предка галофіту, що ріс на приморських засоленних ґрунтах. В результаті тривалого пристосування до умов середовища буряки не тільки стали менш чутливими до заміщення частини калію натрієм, а цей елемент став необхідним для нормального їх росту й розвитку.

Хлор. *Хлориди, як і сульфати, є основними солями ґрунтових розчинів засоленних ґрунтів.* Надмір хлоридів негативно позначається на якості врожаю багатьох рослин: в тютюну знижується горючість листків, у картоплі — крохмалистість бульб; у прядивних рослин погіршується якість волокна; у винограду, плодів і овочів підвищується кислотність і зменшується цукристість. *Накопичення в рослинах великої кількості хлор-іона призводить до збільшення процентного вмісту вологи в рослинах, розбухання клітин і підвищення кислотності соку, пригнічення активності ферментів, нагромадження органічних кислот, затримки розвитку рослин, зменшення вмісту хлорофілу й фосфору, посилення поглинання кальцію й аміаку.* Льон, картопля, гречка, люпин, тютюн, середела, смородина, щавель хворіють від надміру хлору й кальцію. Цукрові буряки витривалі до хлоридів. Бавовник в умовах карбонатних ґрунтів Середньої Азії порівняно малочутливий щодо хлоридів, чутливі – цитрусові, персики й конюшина.

Бор. Якщо його бракує у рослині, відмирають точки росту внаслідок вуглеводного голодування; порушується діяльність камбію, поділ і диференціація тканин на елементи ксилеми й флоєми: відмирає провідна система; перестає відкладатися лігнін в елементах ксилеми. Бор регулює синтез нуклеїнових кислот, особливо в точках росту, впливає на вміст АТФ та інтенсивність дихання. При нормальному живленні бором краще розвиваються плоди й насіння, збільшуючи врожай.

Бор потрібний рослинам для перетворення білків і вуглеводів. *Найбільш вибагливі щодо бору бобові культури й коренеплоди.* Він необхідний для розвитку бульбочок на коренях бобових. Відсутність бору негативно позначається на формуванні репродуктивних органів. *Бор, необхідний для рослин протягом усього періоду їхнього життя.* При посиленому фосфатному живленні рослин потреба в борі зростає. Надлишок бору отруйний для них. Водорозчинні сполуки бору в ґрунтах становлять від 3 до 10 % загальної його кількості і поступово зростають у напрямі з півночі на південь, досягаючи найбільших величин у солончаках.

Цинк. Входить до складу окислювально-відновних ферментів, бере участь у перетворенні речовин, що містять сульфгідрильну групу, у фосфорному, вуглеводному та білковому обміні. Регулює вміст РНК та ДНК. Підвищує продуктивність фотосинтезу, пом'якшує полудневу і вікову депресію фотосинтезу.

При нестачі цинку рослини не утворюють насіння через стерильність яйцеклітин, у них зменшується вміст хлорофілу та інтенсивність фотосинтезу. Рослини погано розвиваються, перестають рости, хворіють. З посиленням азотного живлення нестача цинку посилюється, через те, що він міститься в коренях у вигляді лабільних металоорганічних комплексів. Тож при щедрому азотному живленні цинк затримується коренями. Середній вміст цинку в рослинах — від десятитисячних до тисячних, а іноді й

до сотих часток відсотка сухої речовини. **Найчастіше страждають від цинкового голодування плодови й цитрусові дерева, а також волоський горіх і тунгове дерево.**

Марганець. *Бере участь у процесі виділення кисню при фотосинтезі.* Він входить до ферменту, що викликає каталіз і утворення яблучної кислоти з піровиноградної й перекису водню; зумовлює фіксацію вуглекислого газу зеленою рослиною; підвищує обмін фосфору, РНК і ДНК та збільшує синтез білкового азоту. **При поглинанні рослиною нітратного азоту марганець стає сильним відновником, а при засвоєнні аміачного — сильним окиснювачем.** В обох випадках синтез органічної речовини в рослині зростає. Марганець бере участь у дуже важливих окислювально-відновних процесах, зокрема, в диханні. **Уміст марганцю зменшується на ґрунтах із нейтральною реакцією й збільшується на кислих і перезволожених.** Марганець бере активну участь у фотолізі води, є агоним ряду ферментів, які сприяють відновленню нітратів у нітрити та утворенню амінокислот. У рослині марганець перебуває в структурно-зв'язаному стані й рухається в основному по флоємі. У клітині марганець зосереджений переважно в цитоплазмі. Максимальна його кількість буває в хлоропластах і мітохондріях. У хлоропластах він в основному буває в іонній або хелатній формі, до 5 % його зв'язано з білковою стромою хлоропластів. Марганець, зв'язаний з білками проламінами у зернах озимої пшениці, кукурудзи, а також входить до складу білків, сумарно виділених із листя цукрових буряків. **У білках насіння гречки, гороху, квасолі, люпину, льону й соняшнику марганцю немає.** На нестачу марганцю особливо помітно реагують плодово-ягідні культури.

Мідь. Бере участь у диханні й фотосинтезі, і як один із факторів асиміляції мінерального азоту й синтезу білка в рослинах. **При живленні аміачним азотом нестача міді гальмує утворення білка, а при живленні нітратним азотом послаблює відновлення аніона азотної кислоти до аміаку.** Мідь збільшує вміст складних фосфорорганічних сполук, позитивно впливає на утворення вітамінів групи В і С, необхідна для синтезу хлорофілу й підвищує його стійкість. Мідь сприяє руху органічних речовин у рослині, прискорює розвиток, підвищує посухо- і солестійкість рослин. Впливає на вуглеводний та білковий обмін в рослинах, збільшує стійкість проти грибкових захворювань. При мідному голодуванні мідь із старих листків дуже повільно рухається до молодих тканин, а тому нові листки розвиваються погано і відмирають. **При сильній нестачі міді злакові культури посилено кущаться, перестають рости, кінчики листків біліють і засихають, а рослини гинуть.** У цукрових буряків і вівса при мідному голодуванні інтенсивність дихання знижується, в кукурудзи знижується вміст РНК, а у бобових — активність ферменту нітрат-редуктази. У рослинах міді міститься від 3 до 15 мг на 1 кг сухої речовини. Багато її у пшеничних висівках.

Молібден. *Дуже поширений у ферментних системах, пов'язаних з азотним обміном і відновленням нітратів.* Він є електронним посередником між білком і субстратом при окислювально-відновних процесах, позитивно впливає на утворення гетероауксину, вітамінів С (аскорбінової кислоти) і групи В, сприяє руху органічних речовин рослиною та утворенню нектару у гречки. Молібден посилює синтез білка й збільшує вміст аскорбінової кислоти в тканинах. **Бере участь у зв'язуванні азоту з повітря бульбочковими бактеріями.** Маса бульбочок у сої після внесення молібдену збільшується в півтора-два рази, внаслідок чого значно поліпшується азотне живлення рослини. Молібден бере участь у фосфорному обміні. Він дуже впливає на утворення хлорофілу. У рослинах містяться тисячні й десятитисячні частки відсотка молібдену щодо сухої маси. Відносно багате на нього насіння рослин, особливо бобових, а також їхні бульби, дрібні корені й листки.

При нестачі молібдену фіксація азоту бульбочковими бактеріями, а також вільними азотобактеріями слабне; відновлення нітратів у рослинах затримується, вони накопичуються в тканинах рослин, і нормальний перебіг білкового обміну порушується, вміст білка зменшується.

Найбільш чутливі щодо нестачі молібдену люцерна, конюшина, капуста цвітня й головкова, салат, шпинат, помідори, горох, середела, люпин, цукрові буряки, бавовник та ін.

Ванадій. Ванадій посилює ріст рослин і підвищує врожайність, бере участь у фотосинтезі, особливо у світлових реакціях, стимулює фіксацію атмосферного азоту бульбочковими бактеріями.

Кобальт. Цей елемент викликає каталіз і фіксацію вільного азоту бобовими рослинами, підвищує посухостійкість рослин і вміст у них АТФ. Кобальт є каталізатором у процесах дихання і фотосинтезу, а також у вуглеводному обміні. Входить до складу ціанокобаламіну (вітаміну В₁₂) й підвищує вміст аскорбінової кислоти (вітаміну С). Впливає на синтез каротину. Бере участь у синтезі білка й відновленні нітратів. Прискорює цвітіння рослин.

Залізо. Елемент входить до складу гемовмісних ферментів. Може виступати в ролі електронного посередника між білком і окиснювачем, брати участь у синтезі вітамінів, хлорофілу, хлоропластів, у відновленні вуглекислого газу при фотосинтезі. Міститься залізо в рослинах у сотих частках відсотка щодо сирової маси. Воно відіграє велику роль в окислювально-відновних процесах у рослинах, в результаті чого переходить із трьохвалентної форми у двохвалентну й навпаки. Залізо малорухливе, оскільки перебуває в комплексі з високомолекулярними сполуками. Є активатором ферментів вуглеводного обміну і необхідним елементом для синтезу ціанокобаламіну (вітаміну В₁₂). **При нестачі заліза гальмується цвітіння рослин.** Найбільш чутливими щодо нестачі заліза є: плодові дерева — яблуня, груша, слива, персики, цитрусові; ягідні рослини — малина, виноград; польові культури — люпин, капуста, картопля, помідори, овес, кукурудза.

В однорічних рослин чутливість щодо нестачі заліза проявляється менше, ніж у багаторічних трав'янистих і деревних.

Кремній. Уміст кремнію в соломі злакових культур коливається від 1,3 до 3,6 %, у насінні злакових і бобових культур — від 0,01 до 0,08 %, піднімаючись у плівках зерен і в ості відповідно до 5 і 8,6 %; в бульбах картоплі і коренеплодах — від 0,01 до 0,03; у попелі соломи й листках злаків — від 30 до 70 %. На відміну від високо рухомих аніонів (хлор, нітрат), які затримують при високій своїй концентрації надходження в рослину аніонів фосфорної кислоти, аніони кремнієвої кислоти, маючи малу здатність проникати крізь рослини мембрани, навпаки, посилюють надходження в рослину аніонів фосфорної кислоти. Позитивне значення солей кремнієвої кислоти зв'язане з їхнім спільним впливом на фізіологічну врівноваженість поживного середовища. Кремнієва кислота має захисну дію проти шкідливого впливу на рослину гідрату окису алюмінію, який утворюється в ґрунті внаслідок утворення фероалюмінієвих силікатів, що швидко випадають в осад.

Кремній є біологічно істотним для всіх живих організмів. Більшості рослин він потрібний як мікроелемент, що міститься в їхніх тканинах у сотих частках відсотка й навіть менше. Велика група рослин є споживачами кремнію. Це деякі бактерії, діатомові водорості, хвощі, осоки й злаки. Кремній, потрібний їм у великих кількостях (як макроелемент). **Однією з найбільш потребуючих кремній рослин є рис.** Сполуки цього елемента у тканинах рису можуть досягати 20 % сухої речовини. Без кремнію рис не проходить повного циклу онтогенезу, не формує генеративних органів. Листки його без кремнію вкриваються бурими плямами, рослини гинуть. Кремній впливає на фотосинтез рису і поглинальну активність його коренів. Кремній конкурує з фосфором у ґрунтових і метаболічних процесах. Він сприяє переходу фосфору в ґрунті у доступні форми і здатний заміщати його в деяких сполуках. Наприклад, у рису кремній є в нуклеїнових кислотах. Кремній сприяє стабілізації рідкокристалічної структури мембран, впливає на окислювально-відновні процеси в клітинах, на активність ряду ферментів. Більшість кремнію відкладається у вигляді кремнезему (кристалічного, аморфного, приховано-кристалічного опалу й т. д.) у стінках клітини й цим підвищує стійкість рису проти полягання, хвороб, шкідників. Кремній також зменшує втрату води на транспірацію,

запобігає інтоксикації залізом, алюмінієм, важкими металами. Використання кремнієвих добрив (мета-силікати натрію, кальцію, магнію, кремнієві шлаки, компости, попіл і т. ін.) є високоефективним заходом у рисівництві, що значно підвищує врожай. У некремнієфільних рослин кремній є в нуклеїнових кислотах (наприклад, у бобових), хоч і в набагато менших кількостях, ніж у рису. Без кремнію у злакових і інших культур порушується формування механічних тканин, а також кальцієвий обмін.

Алюміній. *Пригнічуючи нітрифікацію, солі алюмінію стимулюють діяльність у ґрунті організмів, що сприяють амоніфікації.* Алюміній як тривалентний (легко адсорбується) катіон, проникаючи в рослини, затримується в основному в коренях, що послаблює його шкідливу дію. Аніони фосфорної кислоти зв'язують алюміній у малорухомі сполуки (фосфати алюмінію) не тільки в ґрунтах, а ще більше в коренях рослин. Відносний надмір у рослинах алюмінію негативно впливає на обмін речовин. Він знижує вміст у рослинах сахарози, затримує перетворення моносахаридів у сахарозу і в більш складні органічні сполуки. Затримується перехід азоту в білкові сполуки, і в рослинах накопичуються небілкові форми азоту, уповільнюється утворення фосфатів і нуклеїн-протейдів. Знижується здатність рослин до закладання генеративних органів, до запліднення, наливання зерна, що помітно зменшує їхню продуктивність. *Алюміній підвищує посухо- й солестійкість рослин завдяки збільшенню кількості зв'язаної води, яка посилює в'язкість цитоплазми.*

За ступенем чутливості рослин щодо алюмінію їх поділяють на такі групи: **досить чуйні** — конюшина червона, цукрові й столові буряки, люцерна, гірчиця, ячмінь, морква, капуста, озима пшениця й жито (високочутливі тільки під час зимівлі); **середньо чуйні** — горох, помідори, льон, соняшник, кукурудза, просо, ріпа, квасоля, яра пшениця, турнепс; **мало чуйні** — люпин, чумиза, гречка, картопля, жито, озима пшениця; **високостійкі** — тимофіївка лучна й овес. Чуйні щодо алюмінію культурні рослини відзначаються тим, що більш активно поглинають його у молодому віці. З віком чуйність рослин щодо алюмінію спадає.

Антагонізм іонів. Взаємовідносини елементів проявляються в рослині у вигляді антагонізму іонів як при поглинанні поживних речовин, так і під час руху й перетворення їх безпосередньо в листі.

Антагонізм іонів виражається в тому, що окремі однойменно заряджені іони заважають одне одному під час надходження в клітину. Антагонізм іонів залежить від їхньої валентності: чим вона вища, тим у меншій концентрації проявляється антагоністична дія іона. Тож у поглинанні елементів, крім концентрації у зовнішньому середовищі, велике значення має їхнє співвідношення. **Чим більше різних елементів у зовнішньому середовищі, тим складніша їхня взаємодія.** Вона залежить також від виду рослини. При поглинанні катіонів кукурудзою або шпинатом антагонізм між калієм і кальцієм чітко виражений, вівсом — ледь помітний, коренями цибулі — не виявляється зовсім. Звичайно антагонізм дуже проявляється між близькими за своїми основними параметрами катіонами (кальцієм і магнієм, калієм і натрієм). Те саме можна сказати й про аніони. Аніони NO_3^- , PO_4^{3-} і SO_3^{2-} не можуть конкурувати між собою при поглинанні. Тільки такі аніони, як SO_4^{2-} і SeO_4^{2-} , здатні замінити одне одного при утворенні хімічних сполук різної міцності, є конкурентами.

Антагоністична дія іонів різко проявляється при надмірно широкому відношенні концентрацій конкуруючих іонів, тобто коли концентрація одного іона помітно переважає над концентрацією другого. В цьому разі один іон витісняє другий з адсорбуючих поверхонь клітини відповідно до закону діючих мас. При низьких концентраціях іонів-антагоністів у розчині вони сприяють одне одному при надходженні в рослину. Шкідливий вплив надлишку якогось одного з іонів у певних межах усувається відповідним підвищенням концентрації іона-антагоніста. Наприклад, негативний вплив надмірного умісту кальцієвих солей на льон, гречку й інші культури можна усувати внесенням високих доз калію.

Значення антагонізму іонів охарактеризував Кенуорті, вказавши на те, що співвідношення окремих поживних речовин є важливішим, ніж їхня концентрація. Взаємодія між азотом, фосфором і калієм проявляється незалежно від виду рослин. **Більш сприятливим для уникнення антагоністичної дії вважають співвідношення N:P:K, для деревних це 2:1:3,4, для рису 1:0,7:0,7.** Аналогічно до того, як змінюється вміст фосфору й калію при змінах рівня азоту, відбуваються певні зміни вмісту кальцію і магнію. На противагу фосфору й калію, вміст яких при високих концентраціях азоту здебільшого зменшується, вміст кальцію й магнію в листках із підвищенням рівня азоту зростає, коли посилюється надходження калію, — зменшується. Взаємовідношення між мікроелементами також можуть змінювати рівновагу поживних елементів. При цьому основну роль відіграє залежність концентрації мікроелементів у листках від забезпеченості рослин азотом. **Якщо азотне живлення надмірне, то в рослинах виявляється нестача марганцю, цинку, міді, бору.**

1.4. Поглинання іонів кореневим волоском

Корені рослин поглинають елементи живлення й воду з ґрунтового розчину. Убирання води насінням ґрунтується на гідрофільності біоколоїдів клітини, а іонів — на утворенні цитоплазмою рухомих сполук. Отже, ці процеси не залежать один від одного. А це означає, що немає прямого зв'язку між кількістю спожитої рослинами води й кількістю солей, поглинутих із ґрунтового розчину; що іони солей і води можуть одночасно рухатися через корені в протилежних напрямках; що корені здатні засвоювати іони з колоїдних часточок ґрунту, які несуть їх на собі в адсорбційно-зв'язаному стані.

Надходження елементів живлення залежить од віку рослини. При ослаблених через старіння синтетичних процесах знижується й поглинання поживних речовин. У таких рослин спостерігається навіть виділення калію, магнію та інших елементів у навколишнє середовище. При цьому змінюється кислотність ґрунтового розчину.

При нейтральній і лужній реакціях у клітину швидше надходять катіони, при кислотній реакції — аніони. Це пояснюється впливом реакції середовища на заряд плазмолем (зовнішня оболонка, мембрана, яка оточує протоплазму рослинних і тваринних кліток). На рН середовища рослини різних видів, різновидів і навіть сортів реагують неоднаково. **Оптимум рН для більшості культурних рослин близько 7. Люпин, картопля, овес, жито й льон ростуть на кислих ґрунтах; конюшина, горох і пшениця — на слабо кислих і слабо лужних; буряки й люцерни — на нейтральних і слабо лужних.** При вирощуванні рослин на сильно кислих або лужних ґрунтах затримується їхній ріст, вони можуть навіть загинути.

В лужному середовищі в осад випадає залізо, зменшується доступність для рослини фосфатів, знижується розчинність солей кальцію, магнію, марганцю, міді й цинку. **У кислому середовищі накопичуються токсичні для рослини іони алюмінію.** Шкідливу дію алюмінію нейтралізують внесенням вапна або фосфорнокислих добрив. В лужному середовищі вони більше засвоюють катіони, а тому ґрунтовий розчин підкислюється, й навпаки.

При внесенні в ґрунт сірчано-кислого амонію швидко поглинається катіон, а аніон сірчаної кислоти, що залишився, підкислює розчин. **Азотно-кислий натрій є фізіологічно лужною сіллю,** через те, що аніон азотної кислоти поглинається швидше, ніж натрій. Фізіологічна кислотність або лужність солей визначається видом рослини, онтогенезом і рівнем фізіолого-біохімічних процесів організму.

Поглинання елементів живлення залежить також від їхньої концентрації. Загальна кількість водорозчинних солей у ґрунті має становити близько 0,05 %; якщо їх збільшиться до 0,2 %, то почне проявлятися антагонізм іонів.

1.5. Мінеральне голодування рослин

Період найбільшого поглинання елементів живлення збігається в рослини з періодом максимального приросту листя. Потім поглинання уповільнюється, а повторне використання поживних речовин посилюється. У бобових поглинання елементів живлення триває протягом усього вегетаційного періоду. У *злакових культур, крім кукурудзи, поглинання елементів живлення закінчується до колосіння*, хоч у рослини в цей час лише 50—60 % біомаси остаточного врожаю. Озиме жито за осінній період засвоює 40—50% кінцевого вмісту елементів живлення в урожаї, а суха маса досягає тільки 10 % остаточного врожаю. В *кукурудзи поглинання триває аж до цвітіння*, коли вона накопичує 30—40 % азоту й калію та 15 % фосфору від кінцевого вмісту елементів живлення при дозріванні. В *озимій пшениці* інтенсивне поглинання елементів живлення спостерігається в період від кушення до виходу в трубку. Під час фази колосіння калій уже не надходить у рослину, а тільки перерозподіляється в ній. Тому відсотковий вміст зольних елементів і азоту різко спадає із старінням рослини.

У *цукрових буряків першого року життя* надходження фосфору й калію триває дуже довго. Азот поглинається спочатку швидко, потім повільніше. Суниці за час цвітіння поглинають майже половину фосфору й калію, потрібних для всього вегетаційного періоду.

Інтенсивне *накопичення поживних елементів у льону* буває в період цвітіння, коли вміст зольних елементів подвоюється, а фосфору, азоту й калію зростає в 3—4 рази, при цьому поглинання фосфору триває до певного дозрівання насіння, коли наростання органічної речовини льону взагалі припиняється.

Усі олійні рослини (рапс, соняшник, рицина), для яких характерний високий вміст фосфору в насінні, посилено збагачуються ним під час формування генеративних органів.

В овочевих рослин надходження елементів живлення збігається з наростанням листової маси й триває весь вегетаційний період.

Кількість елементів живлення в рослинах дуже коливається залежно від кліматичних, ґрунтових і агротехнічних умов. В континентальних районах півдня, південного сходу й сходу нашої країни ґрунти багатші на засвоюваний азот, і вміст азоту в зерні злакових культур значно вищий, ніж у західних і північно-західних вологих районах; нестача вологи в посушливих південних і південно-східних районах обмежує накопичення вуглеводів у зерні злаків, а вміст білка підвищується.

Для формування врожаю сільськогосподарські, культури засвоюють різну кількість поживних речовин. Проте немає прямої залежності між виносом мінеральних речовин і врожаєм. При врожайності озимой пшениці 25 ц з 1 га надземні органи містили 90 кг азоту, 30 кг фосфору і 60—70 кг калію, а при врожайності 35 ц з 1 га відповідно 86, 36 і 82 кг. Отже, чим вища врожайність зерна, тим раціональніша витрата поглинутих речовин.

Кількість поживних речовин, які картопля поглинає з ґрунту, залежить від різних факторів. Орієнтовно *засвоєння картоплею елементів живлення* визначається виношенням їх із ґрунту. Ця рослина поглинає калію десь у 4 рази більше, ніж фосфору, і в 2 рази більше, ніж азоту. Отже, картопля — це чітко виражений споживач калію, тож, вносячи добрива, слід враховувати цю особливість.

Плодові рослини, завдяки могутній кореневій системі, *витягують із ґрунту багато води і поживних речовин.* На три частини азоту поглинається одна частина фосфору і три частини калію. Кількість засвоєних елементів живлення зумовлюється природно-сортовим складом, віком, врожайністю, приростом коренів і надземної маси, а також умовами росту.

Персики, яблуна, айва поглинають із ґрунту значно більше азоту, фосфору, калію й магнію, ніж груші й сливи. Біологічне виношення елементів живлення у винограду залежить від сортових особливостей, ґрунтово-кліматичних умов і врожайності. При врожайності винограду 200 ц з 1 га однорічна лоза, листя і ягоди протягом вегетаційного

періоду споживали 102 кг азоту, 46 кг фосфору і 223 кг калію. Із загальної кількості поживних речовин вегетативні органи засвоїли 82 % азоту, 46 % фосфору і 60 % калію.

У роки високого врожаю винесення елементів живлення збільшується в 2 рази. У роки з несприятливими погодними умовами для формування великого врожаю поживні речовини використовуються, в основному, на ріст вегетативних органів.

Діагностика живлення рослин за зовнішніми ознаками не потребує спеціального обладнання. Нестача якогось одного з елементів живлення призводить до порушення обміну речовин і виражається у зовнішніх змінах будови листків і стебла, у зміні розміру й форми листків, їхнього забарвлення, у появі ділянок відмерлої тканини різного забарвлення, у зміщенні строків настання фаз розвитку рослин. Ознаки нестачі окремих елементів живлення можуть маскуватися під зміни від нестач або надлишку вологи, низької температури, хвороб, шкідників, граду. В польових умовах спостерігають ознаки нестачі або надлишку кількох елементів живлення одночасно. **У картоплі**, наприклад, на сильно кислих ґрунтах **проявляються ознаки нестачі магнію на нижніх листках** і надлишку рухомого марганцю на стеблах. Ознаки калійного голодування на фоні азотної нестачі виражені слабше. Ознаки голодування змінюються залежно від погодних умов, проникнення коренів у глиб ґрунту, внаслідок зміни потреб рослини в окремих елементах живлення в міру її росту й розвитку.

Рослини неоднаково реагують на нестачу елементів живлення. Найбільш чутливі до цього рослини індикатори, в яких за зовнішнім виглядом легко визначити нестачу або надлишок якогось елемента. Картопля — добрий індикатор на нестачу азоту, фосфору, калію, магнію, заліза й марганцю; капуста — азоту, марганцю й молібдену; кукурудза — фосфору, цинку; буряки — калію, бору й марганцю; квасоля — калію й цинку; люцерна — калію й молібдену; яблуня — магнію, заліза, бору й цинку; овес — марганцю й міді; цитрусові — цинку й молібдену.

Капуста й люцерна можуть бути індикатором на підвищений уміст у ґрунті марганцю; буряки — алюмінію й марганцю; бавовник, картопля й виноград — бору. При допомозі рослин-індикаторів можна запобігти голодуванню рослин й зниженню урожаю.

Азотне голодування спричинює блідо-зелене забарвлення листків, що переходить в оранжеві й червоні відтінки (капуста, бруква). Листки при нестачі азоту дрібні, стебла та гілочки короткі й тонкі. У плодкових помічено слабке галуження, у злакових — кущення. Спостерігають опадання зав'язі (у плодкових і бавовнику), раннє опадання листя й прискорене дозрівання насіння й плодів. Найбільш чітко ознаки виражені на нижніх листках. Голодування можливе на всіх типах ґрунтів, особливо рано навесні, коли тане сніг і запаси нітратів виснажені вимиванням їх у глибші шари ґрунту.

Фосфорне голодування проявляється темно-зеленим із голубуватим відтінком, фіолетовим (у кукурудзи, сорго, помідорів) і пурпуровим (у капусти, брукви, турнепсу) забарвленням листя. На краях нижніх листків появляються ділянки відмерлої тканини бурого й чорного кольору. Затримується ріст і фази розвитку рослини, особливо цвітіння і дозрівання. Поступово ці ознаки поширюються на верхні листки. Голодування можливе на всіх ґрунтах, але частіше на кислих, багатих на рухому алюміній і залізо. Вапнування збільшує кількість фосфатів кальцію й магнію, більш доступних для рослин. Нестача фосфату частіше буває в рослин, які живляться нітратним азотом, ніж у тих, що живляться аміачним. До посиленого фосфорного голодування призводить зниження вологості й температури ґрунту.

Калійне голодування супроводжується зміною забарвлення листя на темно-зелене з голубуватим і бронзовим (у картоплі, помідорів) відтінками. Краї листків стають бурими й відмирають. Самі листки зморшкуваті, втрачають тургор. Міжвузля вкорочені, дольки у складних листків тісно розміщені. Механічні тканини кволі, що призводить до полягання стебел і пониклих суцвіть. Ознаки голодування поширюються від старих нижніх листків угору до молодих. Калійне голодування часто буває на заплавлених і торфових ґрунтах, багатих на кальцій і магній, які утруднюють поглинання калію. Можливе калійне

голодування також на піщаних і супіщаних ґрунтах, на суглинкових ґрунтах Полісся. Вапнування й суха жарка погода посилюють калійне голодування, а застосування натрієвих добрив послаблює калійне голодування буряків, капусти й люцерни.

Магнієве голодування має такі ознаки: краї листків і тканина між жилками жовті, червоні, фіолетові внаслідок руйнування хлорофілу. Великі жилки й прилегла до них тканина зелені, тому що з них відтікає магній у верхні листки. Може бути ламкість листків через підвищений уміст води. Фази розвитку рослини запізнюються. На магній бідні піщані й супіщані ґрунти, червоноземи і суглинкові ґрунти. Переважання калію й алюмінію в поживному середовищі посилює магнієве голодування внаслідок антагонізму іонів. Підвищена кислотність ґрунту і часті дощі сприяють вимиванню магнію, а вапнування й внесення нітратного азоту послаблюють голодування рослин.

Залізне голодування проявляється у верхніх молодих листків у вигляді хлорозу між жилками. При тривалому голодуванні відмирають тканини на краях листків. Голодування поширюється від молодих листків до старих. Воно спостерігається на лужних ґрунтах, а також на кислих, в яких багато розчинного марганцю. Надлишок фосфору, цинку, міді й нестача калію посилюють голодування. Підкислення ґрунту органічними добривами послаблює голодування. Найбільш чутливі щодо залізного голодування плодові культури (яблуна, груша, слива, персики, виноград, малина). У польових культур (люпину, картоплі, помідорів, вівса й кукурудзи) голодування проявляється менше.

Борне голодування призводить до відмирання твірної меристеми кореня й стебла, до хлорозу верхніх листків, до слабкого живлення й плодоутворення, до виродливої форми плодів з утворенням коркоподібних ділянок тканини в м'якоті. Таке голодування найчастіше спостерігається на карбонатних, темних, заболочених і кислих ґрунтах після вапнування їх. Чутливі щодо нестачі бору буряки, соняшник, льон, капуста, бруква, турнепс.

Мідне голодування спричинює хлороз молодих листків, Втрату тургору, затримку стеблостою (у злаків) і слабе утворення насіння. Чутливі щодо мідного голодування овес, пшениця, ячмінь, салат, шпинат, груша, яблуна, слива, цитрусові культури. Спек, торф'янисті, рідше кислі і піщані ґрунти посилюють голодування. Вирощування люцерни в садах послаблює голодування плодових. Надлишок азоту, наявність закисних форм заліза посилюють голодування внаслідок антагонізму іонів.

Марганцеве голодування супроводжується хлорозом між жилками листка з жовтуватим і палевим забарвленням. При подальшому голодуванні хлорозна тканина відмирає. Чутливі щодо такого голодування овес, буряки, картопля, горох, квасоля, капуста, персики, вишня, слива, абрикоси, яблуна, малина, цитрусові. Голодування найчастіше спостерігається на ґрунтах із нейтральною й лужною реакцією, а також на торфових і карбонатних. Надмір доступного заліза посилює марганцеве голодування.

Цинкове голодування проявляється в пожовтінні й плямистості листків, в їхній асиметричності, коротких міжвузлях, розетковості і дрібних листках. Може появитись бронзове забарвлення у листків. Чутливі щодо нестачі цинку квасоля, соя, кукурудза, льон, рицина, хміль, яблуна, груша, персики, абрикоси, вишня, слива, виноград, цитрусові культури. Голодування може бути на всіх ґрунтах. Вапнування й фосфорні добрива зменшують доступність цинку до рослин. Вирощуванням люцерни в садах можна послабити цинкове голодування.

Молібденове голодування спричинює послаблення зеленого забарвлення листків унаслідок порушення азотного обміну. При сильному голодуванні хлорозні тканини відмирають, листки викривляються. Чутливі щодо голодування конюшина, люцерна, капуста, помідори, цитрусові. Підкислення ґрунтів, надмір марганцю, цинку, міді, нікелю посилюють молібденове голодування, а вапнування й фосфорні добрива послаблюють його.

Отже, поява ознак нестачі в елементах живлення свідчить про різку потребу культури у відповідному добриві. Знати зовнішні ознаки голодування рослин при нестачі того або

іншого елемента живлення необхідно для своєчасного проведення підживлення відповідними добривами, для уточнення систем удобрювання на полі в наступні роки, для виявлення районів ефективної дії нових добрив, визначення забезпеченості ґрунту елементами живлення.

1.6. Основні закони землеробства

Взаємодія факторів життя рослин у процесі їхнього росту й розвитку - надзвичайно складний і різноманітний процес, протягом тривалого часу є предметом вивчення біологічних і агрономічних наук. Результати великої кількості дослідів, їх оброблення й ретельний логічний аналіз дозволили сформулювати ряд закономірностей дії факторів життя рослин на створення врожаю. Ці закономірності в агрономічній науці відомі як *закони землеробства*.

Закон рівної значимості й незамінності факторів життя рослин. Він говорить: «Усі фактори життя рослин абсолютно рівні значимі й незамінні». Відповідно до цього закону для росту й розвитку рослин повинен бути забезпечений притік усіх факторів життя рослин — космічних і земних. Рослина може бідувати як у великих, так і в мізерно малих кількостях факторів, однак відсутність кожного з них веде до різкого зниження врожаю й навіть загибелі рослин. У цьому виявляється *абсолютний характер закону*.

Жоден фактор не можна замінити іншим. Наприклад, недолік фосфору не можна замінити надлишком азоту, а обмежене надходження світла заповнити кращим забезпеченням рослин водою і т.д.

На практиці одержати максимально високий врожай можна тільки при безперебійному постачанні рослин усіма факторами в оптимальній кількості. Однак у конкретних умовах виробництва закон рівної значимості й незамінності факторів життя рослин здобуває *відносне значення* внаслідок неоднакових витрат на забезпечення рослин різними факторами. Це зв'язано як з абсолютною потребою рослин у факторі, так і з його наявністю в даному ґрунті, у даному регіоні, із матеріально-технічними можливостями виробництва і т.д.

Закон рівної значимості й незамінності факторів життя рослин підкреслює матеріальність землеробського виробництва, не залишає місця всіляким надіям на «чудодейні» рецепти одержання врожаю без матеріальних витрат або витрат у «гомеопатичних дозах».

Закон мінімуму (мінімуму, оптимуму, максимуму). «Величина врожаю визначається фактором, що знаходиться в мінімумі. Найбільший врожай отримують при оптимальній наявності фактора. При мінімальній і максимальній наявності фактора врожай неможливий», — говорить він.

Уперше цей закон сформулював Ю. Лібіх. Він вважав, що ріст врожаю прямо пропорційний збільшенню кількості фактора, що знаходиться в мінімумі, тобто

$$Y = AX,$$

де: Y - врожай; X — напруга фактора; A — коефіцієнт пропорційності для даного фактора.

Деякі дослідники показали відносний характер цього закону. А. Майер показав, що закон мінімуму необхідно приймати з урахуванням дії не тільки поживних речовин рослин, але й усієї сукупності факторів життя. Э. Вольні поширив закон мінімуму і на якість врожаю, установивши залежність дії окремого фактора від усієї сукупності інших факторів.

Закон сукупної дії факторів життя рослин. Усі фактори життя рослин діють сукупно, тобто взаємодіють у процесі росту і розвитку рослин. Лібшер і Люндегорд показали, що у зв'язку із законом сукупної дії факторів дія окремого фактора, що знаходиться в мінімумі, тим інтенсивніша, чим більше інших факторів в оптимумі.

Люндегорд установив також «інтерференцію» факторів, що знаходяться в мінімумі,

сполучення їхньої негативної дії на ріст і розвиток рослин. Ряд дослідників, керуючись законом сукупної дії факторів, намагалися в математичній формі установити залежність врожаю від факторів життя рослин. Найбільших успіхів у цьому напрямку досяг Е. Мітчерліх. Закон дії факторів життя рослин, за Е. Мітчерліхом, говорить, що «збільшення врожаю залежить від кожного фактора росту і його інтенсивності, воно пропорційно різниці між можливим максимальним і дійсно отриманим врожаєм». Він спробував математично виразити залежність збільшення врожаю від добрива ґрунту.

Наступними дослідженнями було встановлено, що формула Е. Мітчерліха не універсальна, тому що складні біологічні процеси створення врожаю не описуються математичними формулами. Тренель незабаром показав, що вона, крім того, невірна й математично.

Незважаючи на труднощі математичного вираження закону сукупної дії факторів, закон цей має величезне значення для практики землеробства. У цьому зв'язку В. Р. Вільямс вказував, що прогрес можливий лише в тому випадку, коли наш вплив на умови, у яких протікає це складне виробництво, спрямовано одночасно на весь їхній комплекс. Цей комплекс умов представляє одне органічне ціле, всі елементи якого зв'язані нерозривно. Вплив на один із цих елементів неминуче спричиняє необхідність впливу й на все інше.

Закон повернення. Речовина й енергія, відчужені з ґрунту з врожаєм, повинні бути компенсовані (повернуті в ґрунт) із визначеним ступенем перевищення. Цей закон відкритий К. Лібіхом. К. А. Тімірязєв і Д. Н. Прянішников визнавали цей закон одним із найбільших надбань науки. Землеробство як галузь виробництва матеріальна за своєю природою. Врожай як матеріальна субстанція створюється з матеріальних складових частин, переважна частина його — за рахунок речовин і енергії, одержуваних рослинами з ґрунту. Крім того, ґрунт — посередник рослин у забезпеченні їх факторами життя, середовище їхнього виростання. При систематичному відчуженні врожаю з поля без компенсації використаних врожаєм складових частин ґрунту й енергії ґрунт руйнується, він втрачає родючість. При компенсації виносу речовин і енергії з ґрунту останній зберігає свою родючість, при компенсації речовин і енергії з визначеним ступенем перевищення відбувається поліпшення ґрунту, розширене відтворення його родючості. Закон повернення — наукова основа відтворення родючості ґрунту, окремий випадок прояву загального закону збереження речовин і енергії.

Закон плодозміни. За однакових ґрунтово-кліматичних і технологічних умов вищу врожайність сільськогосподарських культур забезпечує вирощування їх при правильному чергуванні у сівозміні, а не беззмінно на одному полі. При цьому найвищої продуктивності сівозміни можна досягти за умови щорічної зміни в ній культур, найбільш віддалених за біологією та технологією вирощування.

«Закон зниження родючості ґрунту». Відповідно до цього закону кожне наступне збільшення врожаю досягається з витратами більшими, ніж попередні. Іншими словами, ефективність прийомів інтенсифікації землеробства знижується в міру збільшення напруги факторів інтенсифікації. Обґрунтовують «закон зниження родючості ґрунту», як правило, посиланнями на досвід Гельригеля й інші подібні досліді.

«До очевидності ясно, — пише В. Р. Вільямс, — що цей останній «закон» — не закон природи, а ілюстрація неправильного підходу до пояснення складних процесів, функцій багатьох факторів, зв'язаних законами взаємної інтерференції». На соціальну небезпеку «закону зниження родючості ґрунту» неодноразово вказували класики марксизму-ленінізму. Вони дали нищівну критику реакційної «сутності цього закону». В. І. Ленін писав: «Закон зниження родючості ґрунту» зовсім не можна застосовувати до тих випадків, коли техніка прогресує, коли способи виробництва перетворюються; він має лише дуже відносне й умовне застосування до тих випадків, коли техніка залишається незмінною». Ф. Енгельс у цьому зв'язку вказував, що продуктивні сили землі можуть бути безмежно збільшені додатком праці, знань і капіталу.

Різку критику «закону зниження родючості» дали такі видатні вчені, як К. А. Тімірязєв, Д. І. Менделєєв, Д. Н. Прянішніков.

Німецькі вчені Е. Рюбензам і К. Рауе наводять статистичні дані за тривалий період часу в Німеччині про ріст населення й збільшення врожаїв. Згідно з цими даними, середньорічний приріст населення в Німеччині за період з 1880 р. до 1990 р. склав приблизно 1,5 % при рості врожаїв на 2,0—3,0 %.

Таким чином, дані науки, економіки й статистики відкидають існування «закону зниження родючості ґрунту».

У різних ґрунтово-кліматичних умовах, в умовах різної спеціалізації й рівня інтенсифікації виробництва, керуючись законом мінімуму, знаходять і усувають обмежуючі ріст врожайності фактори. Так, інтенсивне застосування мінеральних добрив у ряді районів Нечорноземної зони обумовило підвищену чуйність польових культур на мікродобрива. Одночасно в міру інтенсифікації землеробства велику актуальність здобуває регулювання кислотно-лужних властивостей ґрунту. Ефективність хімізації у вирішальній ступені залежить від стану всього комплексу агрономічних властивостей ґрунту. Особливу актуальність здобуває забезпечення ґрунту органічною речовиною. Приклади застосування закону мінімуму можна продовжити.

Великого значення для одержання максимально високих гарних за якістю й стабільних врожаїв польових культур має строге дотримання вимог закону сукупної дії факторів життя рослин. Не меншого значення набуває закон у практиці відтворення родючості ґрунту.

Закони землеробства визначають взаємодію факторів життя рослин на загальнобіологічному рівні. У землеробстві дія цих законів виявляється в науково обґрунтованих системах землеробства через родючість ґрунту.

Контрольні питання

1. Яке значення води у життєдіяльності рослин? 2. Які фізичні й фізіологічні основи поглинання й пересування води в тілі рослини? 3. У чому суть поглинання поживних речовин? 4. Які особливості структури кореня як органа поглинання елементів живлення? 5. Чи потрібні рослині усі катіони й аніони, що є у ґрунті? 6. Яка роль різних макро- й мікроелементів у житті рослин? 7. Як відбувається живлення рослин азотом? У чому полягає суть процесу нітрифікації й денітрифікації? 8. Що таке антагоністична дія іонів у чому вона полягає? 9. Яка роль кореневих волосків у живленні рослин? 10. Для чого проводиться діагностика мінерального голодування рослин? У чому вона виражається? 11. Які симптоми супроводжують рослину при азотному, фосфорному й калійному голодуванні? 12. Назвіть головні елементи живлення рослин і форми їх добування? 13. Які основні закони землеробства Вам відомі?

Розділ 2

ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ Й ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ЖИТТЯ РОСЛИН

Учення про родючість орних ґрунтів і її відтворення — теоретична основа наукового землеробства. **Родючість** - здатність ґрунту одночасно й у максимально потрібних кількостях задовольняти потреби рослин у воді, елементах живлення, повітрі, біологічному й фізико-хімічному середовищі, теплі і забезпечувати урожай сільськогосподарських культур, а також біологічну продуктивність диких форм рослинності.

2.1. Поняття про родючість і окультурення ґрунту

Розрізняють наступні види родючості: **природну, штучну, ефективну або економічну, потенційну.**

Природна родючість ґрунту визначається складною взаємодією властивостей і режимів, зумовлених розвитком природного ґрунтоутворюючого процесу, який не порушений людиною. У чистому вигляді вона притаманна цілиним ґрунтам і характеризується продуктивністю зростаючих на ґрунті ценозів.

Землеробське освоєння ґрунтів вносить суттєві зміни в природний розвиток ґрунтових процесів і режимів, у властивості ґрунтів. Ці зміни зумовлені обробитком, внесенням добрив, застосуванням різних меліорацій і ін. Якісні й кількісні зміни у властивостях і режимах ґрунтів, які викликані дією людини, характеризують як **штучну родючість**. У чистому вигляді вона виникає при створенні субстратів для вирощування рослин у теплицях, парниках і ін.

Економічна (ефективна) родючість – сукупність природної й штучної родючості ґрунту, яка реалізується у ході його використання у вигляді врожаю. Економічна родючість залежить не стільки від природної родючості, скільки від умов землеробства, рівня розвитку науки й техніки, реалізації їх досягнень. У складі економічної родючості розрізняють ефективну частину – як сукупна можливість природної й штучної родючості, яка реалізується в конкретному урожаї даного року і потенційну частину – як суму складових родючості, яка залишилася для отримання майбутніх врожаїв

Потенційна родючість характеризується загальними запасами елементів живлення рослин, формами їх сполук і складною взаємодією усіх інших властивостей, які визначають спроможність ґрунту у сприятливих умовах забезпечення рослин іншими земними факторами (водою, повітрям, теплом) тривалий час мобілізувати в необхідних для рослин кількостях елементи живлення і підтримувати високій рівень ефективної родючості. Високий потенціал родючості мають чорноземні ґрунти, низький – підзолисті. Високий рівень потенційної родючості мають й болотні низинні торф'яні ґрунти, які мають значні запаси елементів живлення й спроможні після осушення забезпечувати високу ефективну родючість за рахунок часткової витрати запасного фонду.

Ефективна родючість. Рівень ефективної родючості ґрунту при примітивних системах землеробства, як правило, відносно низький і не відповідає рівню потенційної родючості. Це пояснюється тим, що система агротехнічних заходів, яка застосовується в даній системі землеробства, не тільки не задовольняє максимального використання природної родючості ґрунту, а й досить часто, порушує природний хід ґрунтоутворення, сприяє розвитку деяких явищ, несприятливих для родючості. Прикладом може бути тривале розорювання земель, яке супроводжується руйнуванням природної зернисто-грудкуватої структури (розпиленням ґрунтів), зменшенням кількості гумусу у орному шарі, зниженням запасів, доступних для рослин елементів азотного й зольного живлення і т.д. В результаті подібних явищ родючість ґрунтів знижується, а урожайність сільськогосподарських культур систематично знижується.

Родючий ґрунт в умовах інтенсивного використання повинен відповідати насамперед наступним умовам: 1) містити достатню кількість поживних речовин і води й максимально ефективно сприймати, акумулювати й надавати рослинам воду й поживні речовини, внесені ззовні, а також забезпечувати умови оптимального повітряного й теплового режимів; 2) бути придатним для застосування новітніх технологій обробітку й вирощування польових культур, стійких до різного роду факторів руйнування; 3) характеризуватися сильно вираженим фітосанітарним ефектом, тобто здатністю усувати в мінімальний термін явища «ґрунтовтоми» при вирощуванні культур у сівозмінах, бути чистим від насінних зачатків бур'янистих рослин, шкідників і збудників хвороб.

В агрономічній літературі широко використовують термін «*окультурення ґрунту*» - зміну найважливіших природних властивостей ґрунту в сприятливу сторону за допомогою заходів агро меліоративного комплексу. Ряд учених виділяють поняття «*окультурення поля*», тобто культуртехнічний вплив на ріллю (збільшення розмірів поля, вирівнювання, видалення каменів і ін.). Нині поняття «окультурення ґрунту» застосовують до заново освоєваних ґрунтів із дуже низькою природною родючістю (підзолисті, солонці й ін.). У таких випадках доводиться не відтворювати, а створювати родючість. Створення родючості на місцях гірських або торф'яних розробок, де колись були культурні родючі ґрунти, називають *рекультивацією*.

2.2. Фактори родючості ґрунту й заходи їх регулювання

Речовинну й енергетичну основу родючості охоплюють ґрунтові процеси: перетворення, акумуляції й трансформації. Розвиток названих процесів у ґрунті визначається *трьома групами факторів родючості: біологічними, агрофізичними й агрохімічними*.

До *біологічних факторів родючості* відносяться: уміст і склад органічної речовини ґрунту, ґрунтова біота, чистота ґрунту від бур'янів, шкідників і збудників хвороб.

У групу *агрофізичних факторів* відносять гранулометричний склад ґрунту, структуру, будову й потужність орного шару.

Групу *агрохімічних факторів* родючості складають уміст і режим поживних речовин, а також лучно-кислотні й поглинальні властивості ґрунту.

Фактори родючості в більшості випадків *взаємозалежні*. Одні з них можуть бути виділені як *фундаментальні*, із глобальним впливом на всю ґрунтову систему. До *фундаментальних факторів* відносять гранулометричний і мінералогічний склад ґрунту, фітосанітарний стан і органічну речовину. Інші фактори родючості, такі, як біота ґрунту, агрофізичні й агрохімічні властивості, значною мірою є похідними від її фундаментальних властивостей (Бомба М. Я., Періг Г. Т., Рижук С. М., 2003).

Управління родючістю ґрунту в інтенсивному землеробстві будується на нормативно-технологічній основі. При розробці систем землеробства в основу агротехнічного, меліоративного й екологічного блоків закладається *технологічна модель родючості ґрунту*.

Технологічна модель родючості - експериментально встановлений набір найважливіших властивостей ґрунтів, що знаходяться в тісній кореляції з величиною врожаю за інших рівних умов його одержання (клімат, рослина, виробнича діяльність людини).

З *біологічних*, важливих, важко відтворюваних факторів родючості, у технологічну модель включений уміст у ґрунті гумусу, його фітосанітарний стан; з *агрофізичних* - структура, щільність ґрунту, гранулометричний склад; з *агрохімічних* - уміст рухомих форм P_2O_5 і K_2O , а також рН (Танчик С. П., Дмитришак М. Я., Алімов Д. М., 2008).

Найважливіші особливості технологічних моделей родючості ґрунтів наступні:

1) теоретична й експериментальна обґрунтованість агрономічної ефективності (забезпечення заданих врожаїв) і відтворення (простої або розширеної) родючості обраної

моделі; 2) економічна ефективність технологічних моделей родючості (порівняння вартості одержуваного врожаю з витратами на відтворення моделі й одержання врожаю); 3) диференціація моделі родючості в залежності від гранулометричного складу ґрунту; 4) диференціація моделі родючості в залежності від рівня інтенсифікації землеробства в конкретному господарстві й його економічних показниках; від спеціалізації сівозміни (відповідність біологічним особливостям основних культур); 5) екологічна збалансованість технологічних моделей родючості.

2.2.1. Уміст і склад органічної речовини ґрунту

Органічна речовина ґрунту утворюється з відмерлих залишків рослин, мікроорганізмів, ґрунтових тварин і продуктів їхньої життєдіяльності. Первинна органічна речовина, що надійшла в ґрунт, піддається складним перетворенням, що включають процеси розкладання, вторинного синтезу у формі мікробної плазми й гуміфікації. Сполучення названих процесів приводить у біологічно активних ґрунтах до утворення складної суміші органічних речовин, що складається з мало розкладених рослинних і тваринних залишків із збереженою первісною структурою; проміжних продуктів розкладання органічних і тваринних залишків (наприклад, лігніну); гумусових речовин, що утворилися шляхом мікробного синтезу або залишкового походження; розчинних органічних сполук, що більш-менш швидко мінералізуються до простих мінеральних сполук (H_2O , O_2 і ін.) або беруть участь у синтезі гумусових речовин.

Взаємодія органічних речовин із мінеральною частиною ґрунту — істотна риса ґрунтоутворювального процесу. Органічна речовина, що концентрує енергію сонця в хімічно зв'язаній формі, є єдиним джерелом енергії для розвитку ґрунту, формування його родючості.

Основним джерелом первинної органічної речовини, що надходить у ґрунт під природною рослинністю, є кореневі й наземні залишки рослин. В **орних ґрунтах** джерелом органічної речовини є надземні й кореневі залишки рослин, а також внесені в ґрунт органічні добрива.

Агрономічне значення рослинних залишків в інтенсивному землеробстві: 1) вони удобрюють ґрунт щорічно після збирання врожаю, у той час як усі інші види органічних добрив вносять у ґрунт періодично; 2) не потрібно додаткових витрат на їхнє внесення; 3) рослинні залишки розподіляються в ґрунті рівномірно; 4) вони містять всі макро- й мікроелементи, необхідні рослинам і тваринам.

Рослинні залишки розділяють на три групи: 1 — пожнивні залишки рослин; 2 — листостеблові; 3 — кореневі. **Пожнивні** залишки — стерня злаків, частини стебел, листків і інших надземних частин рослин, що залишаються в полі після збирання врожаю. **Листостеблові** частини рослин включають кореневища, столони картоплі, кореневі шейки конюшини, люцерни й інших трав, залишки бульб, коренеплодів, цибулин. **Кореневі** залишки рослин представлені коренями культур, що збереглися живими або відмерли до моменту збирання.

Органічна речовина надходить у ґрунт не тільки після відмирання рослин, але й протягом їхнього життя, тому що безупинний процес відмирання різних частин кореня відбувається протягом усього періоду росту й розвитку рослин, особливо після цвітіння й початку дозрівання.

Маса коренів, за даними Т. І. Макарової, може досягати в озимій пшениці 124—480 кг/га, вівса — 337—620 кг/га сухої речовини. Запаси гумусу за рахунок коренів і кореневих виділень можуть поповнитися на 130—230 кг/га.

За даними автора щорічна біологічна маса органічних залишків, яку залишають культури агроценозів у профілі ґрунту зрошувальної системи така: озимій пшениці - 3,5-

5,0 т/га, кукурудзи - 3,7-5,5-8,5, гороху - 3,0-3,5, ярових (овес, ячмінь) - 2,0-2,5, люцерни - до 18,0, кормового буряка - 3,2 картоплі - 1,2, томатів - 1,0 т/га, багаторічних бобових трав і травосуміші - 6-12 т/га повітряно-сухої маси (Яковлев С.О., 1962, Лозовіцький П.С., 2010). Розподіляється ця маса у профілі ґрунту наступним чином табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Глибина проникнення й маса кореневої системи сільськогосподарських рослин у шарі ґрунту (Лозовіцький П.С., 2010)

| Шар ґрунту, см | Вага сухих коренів різних культур у шарі ґрунту кг/га | | | | | | | |
|----------------|---|------------------|----------------------------------|------------------|-----------------------------|-----------------|------------------------------------|--------------|
| | оз. пшениця при зрошенні | | люцерна при зрошенні в рік життя | | Кормовий буряк при зрошенні | | кукурудза у фазу воскової спілості | |
| | до колосіння | воскова спілість | кінець 1-го року | кінець 2-го року | кінець липня | середина жовтня | без зрошення | при зрошенні |
| 0-20 | 2145 | 1985 | 5282 | 8019 | 671 | 1346 | 849 | 1617 |
| 21-40 | 110 | 345 | 1363 | 4214 | 225 | 655 | 337 | 912 |
| 41-60 | 105 | 240 | 383 | 2056 | 196 | 307 | 214 | 437 |
| 61-80 | 175 | 205 | 43 | 1178 | 126 | 189 | 177 | 303 |
| 81-100 | 250 | 340 | - | 983 | 60 | 99 | 96 | 203 |
| 101-150 | 28 | 65 | - | 886 | 47 | 57 | 41 | 195 |
| 151-200 | 9 | 30 | - | 652 | 3,8 | 19 | 3 | 43 |
| 201-300 | - | 8 | - | 754 | 0 | 6,8 | - | 8,6 |
| 0-300 | 2822 | 3218 | - | 18742 | 1328,8 | 2678,8 | 1717 | 3718,6 |

Використовуючи коефіцієнт гуміфікації для коренів 18 %, у ґрунт разом із кореневими залишками щорічно повертається 630-900 кг/га гумусу після озимої пшениці, 666-1530 - після кукурудзи, 540-630 - після гороху, 360-450 - після ячменю, 950 - після люцерни першого року життя, 3360 - після люцерни другого року життя, 576 - після кормового буряка, 216 - після картоплі, 180 - після томатів і 1080-2160 кг/га після багаторічних бобових трав і травосуміші.

За **кількістю органічної речовини**, що залишається після збирання, основні польові культури можна розділити на три групи.

Першу групу складають багаторічні бобові й злакові трави, що залишають у ґрунті найбільшу кількість органічної речовини. Більш сильна дія бобових багаторічних трав на родючість ґрунту й врожай наступних культур полягає у їхній здатності фіксувати атмосферний азот повітря й накопичувати велику кількість корневих органічних і поживних азотних залишків.

Другу групу складають однолітні зернові й зернобобові культури суцільного висіву. Вони залишають у ґрунті значно менше органічної речовини, ніж багаторічні трави, а зернобобові в меншій мірі фіксують азот повітря.

Третю групу складають просапні культури, що залишають у ґрунті після збирання найменшу кількість органічної речовини.

У ґрунті при вирощуванні рослин відбуваються одночасно два протилежних процеси: **синтез або нагромадження органічної речовини, й її руйнування**. Інтенсивністю обох процесів, їхнім співвідношенням визначаються кінцеві результати, за якими оцінюють вплив культури на ґрунт. Якщо кінцевий результат позитивний, за культурою визнаються властивості поліпшувати родючість ґрунту й навпаки. Тим часом на процес руйнування органічної речовини впливають не стільки самі культури, скільки прийоми обробітку.

На розвиток кореневої системи, й всієї рослини, впливають **вологість ґрунту й рівень мінерального живлення**. Чим менш сприятливі умови зволоження ґрунту, тим краще розвивається коренева система рослин, і використовує більший об'єм ґрунту. Рослини, що зростають у посушливих степах і напівпустелях, мають більш розвинуту кореневу систему.

Про *вплив мінеральних добрив* на розвиток кореневої системи існують різні думки. Н. А. Качинський висловив припущення, що чим сприятливіший для рослин ґрунт, слабкіше розвинута його коренева система». Установлено, що краще забезпечення азотом підсилює ріст надземних частин, ніж ріст коренів.

Поряд із кількістю рослинних залишків важливе значення має їхній *хімічний склад і швидкість розкладання в ґрунті*. Так, рослинні залишки багаторічних трав містять велику кількість елементів живлення. Уміст азоту в кореневих залишках багаторічних бобових трав коливається в межах 2,25—2,60 %, фосфору — 0,34—0,80 %, у після укисних залишках — відповідно 1,82—2,65 і 0,30—0,71%. Кількість азоту й фосфору в коренях бобово-злакових травосумішей залежить від частки кожного компонента і складає 0,91—2,37 % азоту і 0,25—1,06% фосфору, у після укисних залишках — відповідно 1,60—2,18 і 0,17—0,54 %. Злакові трави містять значно меншу кількість азоту в коренях і після укисних залишках (Третьяков Н.Н., Ягодін Б.А., Туліков А.М, 2002).

Хімічний склад коренів багаторічних трав змінюється з віком. Чим старіша рослина, тим менше в коренях азоту і зольних елементів. Поряд із цим на уміст азоту і зольних елементів як у самій рослині в цілому, так і в рослинних залишках значною мірою впливають добрива і ґрунтово-кліматичні умови.

Рослинні залишки однолітніх культур (крім бобових) бідніші поживними елементами в порівнянні з багаторічними травами. За літературними даними у кореневих залишках гороху містилося 1,20—1,92 % азоту, 0,21—0,79 % фосфору, 0,27—1,84% калію, а в поживних залишках — відповідно 0,69—1,57 %, 0,28—0,54 і 0,52—1,10 %. Рослинні залишки зернових культур містять поживних речовин менше, ніж залишки бобових.

За кількістю окремих хімічних елементів (кремнію, фосфору, сірки, калію, кальцію, магнію, заліза, алюмінію, цинку, молібдену й інших) склад попелу рослин агроценозів може бути різним. Для культурних сільськогосподарських рослин, вирощених в умовах зрошувальної системи, він приведений у табл. 2.2.

Виходячи з маси кореневих залишків (табл. 2.1) і їхнього хімічного складу (табл. 2.2) щорічно після пшениці озимої в ґрунті залишається до 306 кг/га мінеральних речовин. З них від 31 до 87 кг/га калію, до 24,8 - кальцію, до 17,5 - магнію, до 15,5 - заліза, до 15,45 - кремнію, до 10,92 - сірки, до 3,43 - хлору, до 1,87 - марганцю, до 1,5 - натрію, до 1,38 - алюмінію, до 0,47 - цинку, до 0,177 - барію, до 0,138 - міді, до 0,058 - титана, до 0,037 - телуру, до 0,018 - нікелю, до 0,017 - хрому, до 0,0097 - ванадію, до 0,0076 - кобальту, а також до 32,8 - азоту і до 9,5 кг/га – фосфору (Лозовіцький П.С., 2010).

Після ярого ячменя кореневі залишки залишають у ґрунті до 226,5 кг/га мінеральних речовин, із них до 66,88 - калію, до 11,8 - кальцію, до 11,55 - магнію, до 11,49 - заліза, до 11,39 - алюмінію, до 11,23 - кремнію, до 7,25 - фосфору, до 6,97 - сірки, до 1,88 - хлору, до 0,69 - натрію, до 0,321 - титана, до 0,25 кг/га цинку, а також до 18,5 кг/га азоту.

Після кукурудзи в ґрунті залишається до 214,2 кг/га мінеральних речовин, із них до 52,37 - калію, до 11,08 - кремнію, до 10,97 - алюмінію, до 10,92 - кальцію, до 10,81 - магнію, до 10,75 - заліза, до 8,97 - фосфору, до 8,76 - сірки, до 2,31 - хлору, до 1,35 - натрію, до 0,23 - цинку, до 0,158 - телуру, до 0,130 - барію, до 0,049 - міді, до 0,008 - марганцю, до 0,069 - нікелю, до 0,0068 - хрому, до 0,006 - цирконію, до 0,0032 - ванадію, до 0,003 - літію, до 0,0024 кг/га – свинцю (Лозовіцький П.С., 2010).

Сума мінеральних речовин, що залишаються в ґрунті в кореневих залишках люцерни складає близько 937 кг/га, із них калію - до 195,8, кремнію - 53,3, кальцію - 50,4, магнію - 47,2, алюмінію - 46,1, фосфору - 29,3, сірки, хлору - 28,86, натрію - 9,0, заліза - 8,66, телуру - 1,855, титана, марганцю - 0,937, барію - 0,246, цинку - 0,200, нікелю - 0,187, цирконію - 0,117, міді - 0,105, хрому - 0,047, ванадію, літію - 0,012, свинцю - 0,009, молібдену - 0,0046, кобальту, ніобію, гафнію - 0,003, срібла - 0,0018, а також азоту - до 493 кг/га (Лозовіцький П.С., 2010).

Корені й стерньові залишки рослин після відмирання розкладаються в результаті діяльності мікроорганізмів і фауни ґрунту. Мікрофлора використовує органічний матеріал

як джерело їжі й енергії. **На хід і швидкість розкладання впливають** зовнішні умови середовища (вологість, температура, рН ґрунту, уміст у ньому кисню і поживних речовин) і хімічний склад рослинних залишків.

Таблиця 2.2. Хімічний склад попелу сільськогосподарських культур, вирощених на темно-каштанових ґрунтах

| Хімічний елемент | Уміст у % по відношенню до маси попелу | | | |
|------------------|--|-----------------|-----------------|----------------|
| | Озима пшениця | Ячмінь | Кукурудза | Люцерна |
| Si | 2,995-5,05 | 3-4,96 | 3,035-5,175 | 5,05-5,69 |
| Al | 0,29-0,45 | 4,03-5,03 | 3,038-5,125 | 2,76-4,925 |
| Mg | 5,05- 5,07 | 5,075-5,1 | 5,03- 5,05 | 2,26-5,038 |
| P | 3,125-3,275 | 3,075 3,2 | 3,43-4,19 | 3,08-3,125 |
| K | 26,24-31,08 | 27,12-29,53 | 19,34-24,45 | 18,52-20,91 |
| Ca | 0,998-1,5 | 1,04-5,2 | 0,08-5,1 | 2,92-5,375 |
| Cl | 0,64-1,12 | 0,59-0,83 | 0,68-1,06 | 2,48-3,08 |
| S | 2,86-3,57 | 2,04-3,22 | 2,64-4,09 | 1,78-3,08 |
| Fe | 0,510-5,125 | 0,98-5,075 | 1,23-5,02 | 0,72-0,925 |
| Mn | 0,325-0,61 | 0,0015-0,0035 | 0,0013-0,0038 | 0,09-0,1 |
| Na | 0,3-0,5 | 0,0975-0,3 | 0,2-0,63 | 0,91-0,96 |
| Ti | 0,001-0,019 | 0,005-0,142 | 0,0041-0,079 | 0,07-0,228 |
| Mg | 0,001-0,006 | 0,0015-0,0035 | 0,0013-0,0038 | 0,005-0,02 |
| Co | 0-0,0025 | 0,001-0,0011 | 0,0012-0,00031 | 0,0003 |
| Te | 0,001-0,0123 | 0,0053-0,11 | 0,0041-0,074 | 0,005-0,198 |
| V | 0,00025-0,0032 | 0,0013-0,0015 | 0,0014-0,0015 | 0,001-0,00125 |
| Cr | 0,0013-0,00563 | 0,0013-0,003 | 0,0023-0,0032 | 0,003-0,005 |
| Mo | 0,000513-0,00061 | 0,00061-0,0013 | 0,00062-0,00083 | 0,0005 |
| Zr | 0-0,002 | 0,006-0,0013 | 0,0077-0,0028 | 0,0019-0,0125 |
| Nb | 0,0001-0,0003 | 0,00025-0,0003 | 0,00031-0,00032 | 0,00005-0,0003 |
| Cu | 0,01-0,045 | 0,012-0,011 | 0,01-0,023 | 0,00525-0,0113 |
| Pb | 0,0006-0,002 | 0-0,0012 | 0,0006-0,0011 | 0,0008-0,001 |
| Ag | 0,0001 | 0,00011-0,00013 | 0,00009-0,0001 | 0,0001-0,0002 |
| Zn | 0,125-0,15 | 0,053-0,11 | 0,033-0,108 | 0,0125-0,0213 |
| Sn | 0 | 0-0,0005 | 0-0,00032 | 0 |
| Ga | 0- 0,0005 | 0,00015-0,0006 | 0,00022-0,00061 | 0,0002-0,0003 |
| Be | 0 | 0-0,0005 | 0-0,0001 | 0 |
| Sc | 0 | 0-0,00011 | 0-0,00012 | 0,0001 |
| Y | 0,0028 | 0,00031-0,0011 | 0,00031-0,0014 | 0,0001-0,0035 |
| Li | 0 | 0-0,0014 | 0-0,0014 | 0,001-0,00125 |
| Ba | 0-0,058 | 0-0,061 | 0-0,061 | 0,0222-0,0263 |

Перетворення первинної органічної речовини в ґрунті проходить у кілька етапів. На **першому етапі** відбувається хімічна взаємодія між окремими хімічними речовинами відмерлої рослини, яку можна значно прискорити за рахунок біологічних і мінеральних каталізаторів, на **другому** - механічне перемішування з ґрунтом рослинних залишків за допомогою ґрунтової фауни. На **третьому етапі** перетворення органічної речовини в ґрунті відбувається мінералізація за допомогою мікроорганізмів. Спочатку мінералізуються водорозчинні органічні сполуки, крохмаль, пектин і білкові речовини, значно повільніше - целюлоза, при розкладанні якої звільняється лігнін, дуже стійкий до мікробіологічного розщеплення.

Кінцевими продуктами *гуміфікації* первинної органічної речовини є мінеральні продукти (CO₂, H₂O, нітрати, фосфати, в анаеробних умовах H₂S і CH₄). Крім того, у ґрунті накопичуються як продукти метаболізму мікроорганізмів низькомолекулярні органічні кислоти (мурашина, оцтова, щавлева й ін.). Процеси мінералізації органічної речовини в ґрунті мають екзотермічний характер; при розкладанні 1 г сухої речовини звільняється 4—5 калорій енергії, що й надалі беруть участь в обміні речовини й енергії у ґрунті.

Утворення специфічних гумусових речовин у більшості випадків починається на стадії біологічного розпаду рослинних і тваринних залишків, коли вуглеводи гідролізуються до моносахаридів, білкові речовини — до пептидів і амінокислот, ароматичні сполуки — до простих фенолів. Крім цих сполук, в утворенні гумусових речовин беруть участь і більш прості продукти розпаду (триазин, аміак і ін.).

Механізм утворення в ґрунті специфічних гумусових речовин такий (М. М. Кононова): усі компоненти рослинних тканин (продукти розпаду, продукти метаболізму мікроорганізмів, продукти розпаду й ресинтезу) можуть служити структурними одиницями (мономерами) для утворення молекул специфічних гумусових речовин; конденсації структурних одиниць шляхом окислювання фенолів за допомогою феноксидаз через самохінони до хінонів, що взаємодіють з амінокислотами й пептидами; поліконденсація (полімеризація) — хімічний процес — заключна ланка в утворенні гумусових речовин.

За М. М. Коновою, весь складний комплекс органічних речовин у ґрунті може бути розділений на дві групи: **сполуки індивідуальної природи і специфічні гумусові сполуки**. Сполуки індивідуальної природи, що складають 10—15 % загальної кількості в ґрунті, представлені речовинами, що входять у сполуки рослинних і тваринних залишків: білками, вуглеводами, жирами, спиртами, ефірами, смолами, органічними кислотами й ін.

Специфічні високомолекулярні гумусові сполуки (85—90 % органічної речовини ґрунту) характеризуються як системи високомолекулярних полімерів, що мають гетерогенність, варіювання основних властивостей, можливість поділу на ряд фракцій. Отже, найважливіша біогеохімічна функція органічної речовини в ґрунті - нагромадження поживних речовин і елементів у земній корі.

2.2.2. Ґрунтова біота

Живі організми — обов'язковий компонент ґрунту. Кількість їх у добре окультуреному ґрунті може досягати декількох мільярдів у 1 г ґрунту, а загальна маса — до 10 т/га.

Основна їхня частина — мікроорганізми. Домінуюче значення належить рослинним мікроорганізмам (бактерії, гриби, водорості, актиноміцети). Тваринні організми, представлені найпростішими (джгутикові, корененіжки, інфузорії), а також хробаками. Досить широко поширені в ґрунті молюски й комахи.

Ґрунтові **організми руйнують відмерлі залишки рослин і тварин**, що надходять у ґрунті. Одна частина органічної речовини мінералізується цілком, а продукти мінералізації засвоюються рослинами, інша ж переходить у форму гумусових речовин і живих тіл ґрунтових організмів.

Деякі мікроорганізми (бульбочкові азотобактерії) засвоюють азот атмосфери і збагачують ним ґрунт.

Ґрунтові організми сприяють переміщенню речовин у профілі ґрунту, перемішуванню органічної й мінеральної частини ґрунту.

Найважливіша функція ґрунтових організмів — створення міцної грудкуватої структури ґрунту орного шару. Останнє у значній мірі визначає водно-повітряний режим ґрунту, створює умови високої родючості ґрунту. Нарешті, ґрунтові організми

виділяють у процесі життєдіяльності різні фізіологічно активні сполуки, сприяють переходу одних елементів у рухому форму і, навпаки, закріпленню інших у недоступній для рослин формі.

У ґрунті функції ґрунтових організмів зводяться до **підтримки оптимального поживного режиму**, структуруванню ґрунту, усуненню несприятливих екологічних умов.

В **інтенсивному землеробстві** екологічні умови часто визначають ефективну родючість ґрунту. У ній існують тісні різноманітні зв'язки між усіма ґрунтовими організмами. Одні групи мікроорганізмів висувають прості вимоги до їжі, інші — складні. Між одними групами **існують симбіотичні** (взаємно корисні) **зв'язки**, між іншими — **антибіотичні** (одні мікроорганізми виділяють у ґрунт речовини, що придушують розвиток інших).

Практичне значення має здатність деяких мікроорганізмів **згубно діяти на представників фітопатогенної мікрофлори**. Підсилити активність бажаних мікроорганізмів можна шляхом внесення в ґрунт органічної речовини. У цьому випадку відзначається спалах у розвитку ґрунтових сапрофітів, що, у свою чергу, стимулюють розвиток мікроорганізмів, які гнітять фітопатогенні види.

Для оцінки діяльності ґрунтової біоти використовують показник **«біологічна активність ґрунту»**. В одних випадках під біологічною активністю розуміють загальну біогенність ґрунту, обумовлену підрахунком загальної кількості ґрунтових мікроорганізмів. Якщо мати на увазі недосконалість методик, застосовуваних у цьому випадку, і малу кратність визначень у часі, то результати аналізу дають зразкову картину біологічної активності ґрунту.

Одним із біохімічних способів визначення біологічної активності ґрунту є універсальний показник діяльності ґрунтових організмів — продукування ними вуглекислого газу.

2.2.3. Фітосанітарний стан ґрунту

Родючість ґрунту в значній мірі визначається фітосанітарним станом ґрунту, тобто чистотою ґрунту від бур'янів, шкідників, хвороботворних залишків, а також токсичних речовин, виділених рослинами, ризосферною мікрофлорою й продуктами розкладання.

Фітотоксичність ґрунту обумовлена нагромадженням фізіологічно активних речовин, серед яких присутні фенольні сполуки, органічні кислоти, альдегіди, спирти й ін.

При низьких концентраціях фітотоксичних речовин у ґрунті проявляється стимулюючий ефект, але при збільшенні їхнього умісту настає сильне гноблення росту рослин або проростання насіння. Установлено, що водна витяжка з ґрунту беззмінних посівів озимої пшениці і ячменю, узятя на початку весняної вегетації, знижувала схожість насіння культур більш ніж на 20 % і гнітила ріст кореневої системи та була однією з причин зріджених беззмінних посівів.

Джерело утворення й надходження токсичних речовин у ґрунті — кореневі виділення рослин, післязбиральні рослинні залишки й продукти метаболізму мікроорганізмів. Найбільш інтенсивно фітотоксичні речовини накопичуються при вирощуванні на одному місці однорідних або близьких за біологією культур і при створенні в ґрунті анаеробних умов. Коли в структурі посівних площ переважають культури з подібними біологічними особливостями (наприклад, зернові) у ґрунт щорічно надходить приблизно однакова за кількістю і якістю органічна маса у вигляді корневих виділень і рослинних залишків. Це приводить до зміни співвідношення основних угруповань мікробіоценозу, появи фітотоксичних форм, що поставляють у ґрунт шкідливі для культурних рослин речовини. Так, при розкладанні рослинних залишків зернових культур у ґрунті виявлено підвищений уміст фенольних сполук, які, знаходячись у зоні насіння рослин, інгібують їхнє проростання.

Внесення мінеральних і особливо органічних добрив веде до зменшення в ґрунті чисельності фітотоксичних мікроорганізмів.

Фітотоксичні ґрунтові мікроорганізми викликають істотні зміни в хімічному складі рослин: порушують обмін речовин, впливають на азотний обмін рослин. Фітотоксичні речовини мікроорганізмів можуть впливати на інтенсивність дихання рослин і значно знижують фотосинтетичну активність рослин.

2.2.4. Агрофізичні фактори родючості ґрунту і їх регулювання

Розвинутий ґрунт являє собою **суміш механічних елементів** трьох видів: мінеральні, органічні й орґано-мінеральні частки. У мінеральних ґрунтах превалюють мінеральні механічні частки різної форми й розміру, різного хімічного й мінералогічного складу.

У залежності від умісту фізичного піску й фізичної глини ґрунти можуть бути піщаними, супіщаними, суглинковими, глинистими.

Гранулометричний склад визначає водно-поглинальні властивості ґрунту. Тонкодисперсні частки мають високу ємність поглинання. Зі здрібнюванням часток зростають їх гігроскопічність, вологоємність, пластичність і інші технологічні властивості. Частки, менші 0,001 мм володіють чітко вираженою коагуляцією. Ця здатність механічних тонкодисперсних часток винятково важлива при структуроутворенні. Вони унаслідок високої поглинальної здатності містять найбільшу кількість гумусу. Щільність ґрунту зменшується в міру збільшення в його складі дрібнозернистих фракцій.

Валовий хімічний склад різних механічних фракцій ґрунту закономірно змінюється незалежно від ґрунтового типу. Так, у міру збільшення дисперсності часток у них різко зменшується уміст кисню й зростає кількість заліза, алюмінію, кальцію, магнію, калію й натрію. Частки менше 0,001 мм — найбільш цінна частина ґрунтів, бо в них містяться основні запаси зольних поживних елементів.

У **мінералогічному складі** більш великих фракцій механічних часток містяться переважно мінерали типу кварцу і польових шпатів. У дисперсній частині ґрунту знаходяться мусковіт і інші слюди. У мулистій фракції переважають мінерали: монтморилоніт, нонтроніт, галуазит, вторинні слюди. Вторинні мінерали, що мають складні кристалічні решітки й багаті кальцієм, позитивно впливають на сорбційні властивості ґрунту, а також на його поживний режим.

Технологічні й фізико-механічні властивості ґрунту (фізична спілість) залежать від умісту гумусу, структури, вологості й інших характеристик, але вирішальне значення за інших рівних умов має гранулометричний склад ґрунту.

Пластичність ґрунту зростає зі збільшенням умісту фізичної глини. Аналогічно зростає й твердість ґрунту. **Висока твердість ґрунту** перешкоджає росту проростків і коренів рослин, а нерідко є причиною загибелі рослин. Тверді ґрунти чинять великий опір робочим органам ґрунтообробних машин.

Набрякання ґрунту відбувається за рахунок оболонки зв'язаної води, що формуються навколо колоїдних і глинистих часток. Ці оболонки зменшують сили зчеплення між частками, розсовують їх і сприяють збільшенню обсягу ґрунту. Величина набрякання ґрунту залежать від мінералогічного складу, від умісту вторинних мінералів типу монтморилоніту, що мають рухому кристалічну решітку.

Серед технологічних властивостей ґрунтів важливу роль у створенні фізичної спілості має **липкість**: при зайвій липкості збільшується опір ґрунтообробних знарядь і різко погіршується якість обробітку ґрунту. За В. В. Охотіним, **липкість ґрунту прямо пропорційна умісту фізичної глини**. Однак при умісті в ґрунті цієї фракції 60 % і більше липкість не збільшується.

Гранулометричний склад як фактор родючості орних ґрунтів впливає на їх бонітет. У більшості випадків найбільш сприятливе сполучення агрофізичних,

біологічних і агрохімічних факторів родючості є в ґрунтах середнього гранулометричного складу. Але, висока родючість чорноземів відповідає, як правило, важкому гранулометричному складові. Для дерново-підзолистих ґрунтів, що сформувалися в зоні достатнього й надлишкового зволоження, найбільш сприятливий більш легкий гранулометричний склад. На *піщаних ґрунтах* без внесення добрив врожай складає приблизно половину того, що забезпечують суглинки. При внесенні добрив середня різниця у врожаєх зменшується до 30 %.

Структура ґрунту — сукупність агрегатів, які мають різну величину, форму, певні фізичні й хімічні властивості (у тому числі механічну стійкість, водостійкість й ін.). Структурність ґрунту — здатність ґрунту розпадатися на структурні агрегати, розмір і форма яких відрізняються у різних типів ґрунтів.

За ступенем вираження структури розрізняють такі ґрунти: *безструктурні, слабоструктурні і структурні*; за формою й величиною окремоостей: *брилисті, грудкуваті, горіхоподібні, зернисті, плитоподібні, призматичні* й ін. Чорноземи характеризуються чітко вираженою зернистою структурою, сірі лісові ґрунти — горіхоподібною. Добре окультурені дерново-підзолисті ґрунти набувають грудкувату структуру, тоді як не окультурені підзоли відрізняються плитчастою й листовидною. Структура ґрунту - важливий показник фізичного стану родючого ґрунту. Вона визначає сприятливу будову орного шару ґрунту, її водні, фізико-механічні, технологічні властивості і водно-гідрологічні константи.

За розмірами агрегати поділяють на макроструктурні (понад 0,25 мм у діаметрі) і мікроструктурні (до 0,25 мм у діаметрі).

Макроструктурні агрегати за розмірами поділяють на такі групи: 1 – брилисті (діаметром понад 10 мм): великі брили більше 10 см, середні – 3-10 см, малі – 1-3 см; 2 – грудкуваті (діаметром 0,25-10 мм): грудочки великі – 3-10 мм, середні – 1-3 мм, малі – 0,5-1 мм, зернисті елементи – 0,25-0,5 мм.

З агрономічної точки зору особливий інтерес представляє *мілкогрудкувата й зерниста структура* з розміром часток приблизно 0,25—10 мм (*агрономічно цінні агрегати*). Одночасно ця структура повинна бути пористою, механічно пружно-міцною й водостійкою, а також повинна вбирати воду та утримувати її у капілярах. Особливе значення здобуває *оптимальна пористість* структурних агрегатів. Наприклад, у чорноземному ґрунті пористість агрегатів на рівні 50 % їхнього об'єму. Зустрічається тип водостійкої структури, із низьким ступенем пористості, наприклад, в ілювіальному шарі дерново-підзолистих ґрунтів, а також у злитих чорноземах. Така структура, несприятлива й нехарактерна для родючого ґрунту.

Макроструктура має велике значення для послаблення дії водної та вітрової ерозії. Так, при переважанні у ґрунті структурних часточок розміром до 1 мм у діаметрі починається їх видування вітром за швидкості 6-7 м/с, а часточки розміром понад 1 мм видуваються при швидкості понад 11 м/с. Тому ерозійностійким є ґрунт, який містить більше 50 % часток розміром понад 1 мм.

Якщо в ґрунті міститься не менше 80 % агрономічно цінних структурних агрегатів, у тому числі 70 % водостійких, то така структура є *оптимальною*, за вмісту відповідно 60-80 і 55-70 % - структура *добра*, 40-60 і 40-55 % - *задовільна*, 20-40 і 20-40 % - *незадовільна* і до 20 % - *дуже незадовільна*.

Нині для поліпшення структури ґрунту використовуються синтетичні структуроутворювачі – кріліуми: К-4, К-6, ГПАН, ПАА, а також лінійні колоїди, поверхнево-активні речовини, органічні дисперсії, синтетичні смоли, неорганічні гелі, пінисті речовини. Їх вносять в орний або поверхневий шар ґрунту в нормах від 0,3 до 6 т/га і забезпечують збільшення кількості водостійких структурних агрегатів на 18-60 % і більше, а їх післядія триває 3-6 років.

Щільність ґрунту. Щільністю скелету ґрунту називають масу одиниці об'єму сухого ґрунту, взятого у природному стані.

Щільність ґрунту розраховують за формулою:

$$d_v = P/V, \quad (2.1)$$

де: d_v - щільність скелету ґрунту, $\text{г}/\text{см}^3$; P - маса сухого ґрунту непорушеної структури у визначеному об'ємі, г ; V - об'єм ґрунту, см^3 .

При визначенні щільності скелету ґрунту вимірюється маса ґрунту в одиниці об'єму з усіма порами, тому величина щільності ґрунту завжди менша за щільність твердої фази. У мінеральних ґрунтах і материнській породі щільність змінюється у широких межах від 0,9 до 1,8 $\text{г}/\text{см}^3$, а у торфових ґрунтах від 0,15 до 0,4 $\text{г}/\text{см}^3$. На щільність ґрунту впливає мінералогічний, механічний склад, а також уміст органічних речовин, структурність, будова і механічна обробка, яка суттєво змінює щільність ґрунту у орному шарі.

З щільністю ґрунту тісно пов'язаний водний, повітряний і тепловий режим ґрунту. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальною щільністю на суглинкових і глинистих ґрунтах є 1,00-1,25 $\text{г}/\text{см}^3$.

Щільністю твердої фази ґрунту називають відношення твердої частини до маси води у тому ж об'ємі при 4 °С.

Залежить щільність твердої фази ґрунту від хімічного, мінералогічного складу і визначається середньою щільністю речовин, які складають даний тип ґрунту. У склад мінеральної частини ґрунту у якості основних мінералів входять кварц, польові шпати, глинисті мінерали, які мають щільність у межах 2,40-2,80. Рідше зустрічаються залізисті мінерали з щільністю до 4. Значення щільності твердої фази ґрунтів і материнської породи - 2,6-2,8, щільність гумусу - 1,20-1,40. Чим багатший ґрунт або його прошарок на гумус, тим менша щільність твердої фази (2,40-2,50).

Фактичні дані щільності й твердої фази ґрунту застосовують у ґрунтознавстві, землеробстві й сільськогосподарській меліорації для розрахунку запасів солей, гумусу, води, поживних речовин.

Пористість - це сумарний об'єм пор між частинками твердої фази ґрунту, які утворилися між ними внаслідок нещільного їх прилягання.

Кількість, величина та форма порожнин, які при певних умовах можуть бути заповнені водою, визначають продуктивність ґрунту й здатність пропускати крізь себе воду.

Пористість виражають у відсотках загального об'єму ґрунту. Для мінеральних ґрунтів інтервал показників пористості складає 25-80 %.

Загальну пористість ґрунту (P) визначають за показником щільності ґрунту й її твердої фази за формулою (2.2):

$$P, \% = (1 - d_v/d) 100, \quad (2.2),$$

де: 1 - загальний об'єм пор ґрунту; d_v - щільність ґрунту; d - щільність твердої фази ґрунту.

Відношення d_v/d складає об'єм твердої фази ґрунту.

Величина пористості залежить від структурності, щільності, механічного складу ґрунту. Чим більш структурний ґрунт, тим більша його пористість. Погіршення структури призводить до зменшення пористості. Розпушування ґрунту збільшує загальну пористість. Між пористістю та щільністю є зворотна залежність: чим щільніший ґрунт, тим менша його пористість.

Пористість у верхніх горизонтах більшості ґрунтів становить 55-65 %. У торфі, багатому на перегній, пористість значно вища - 85,2 %, у піщаному - тільки 30,4, в суглинковому - 45,1, глинистому - 52,7 %. З глибиною ґрунтового профілю пористість зменшується.

2.2.5. Значення товщини орного шару

Потужність оброблюваного шару ґрунту - об'єм ґрунту, у якому розвивається коренева система рослин. **Глибокий орний шар** забезпечує більш сприятливі водно-повітряний і тепловий режими ґрунту. Опади, поливна вода швидко поглинаються таким ґрунтом, акумулюються, а потім споживаються рослинами в міру росту й розвитку.

Глибокий орний шар — своєрідний регулятор вологості ґрунту як при недоліку, так і при надлишку опадів, що випадають. Глибокий орний шар забезпечує сприятливу мінералізацію органічної речовини при одночасній ефективній його гуміфікації й при сприятливому якісному стані.

При *обробітку ґрунту на 20—22 см* у підорному шарі не знайти таких агрономічно-цінних груп мікроорганізмів, як нітробактерії та бактерій, що виробляють целюлази, які спроможні руйнувати целюлозу (Н. В. Мешков і Р. Н. Ходакова). При обробітку ґрунту на 30—40 см ці мікроорганізми широко представлені. Загальна кількість мікроорганізмів у ґрунті й продукування ґрунтом CO_2 при глибокому обробітку зростало в 1,5—2 рази.

Інший показник продуктивності ґрунтових мікроорганізмів — *перетворення азотистих сполук*. У глибокому орному шарі кількість мікроорганізмів, що нітрифікують, а також ґрунтової фауни значно більша.

У тривалому досліді, проведеному у ФРН К. Опітцем, показано, що двадцятилітнє застосування мілкої обробітку в порівнянні з глибоким знизило уміст у ґрунті рухомого P_2O_5 на 3,9 мг на 100 г ґрунту і K_2O — на 8,9 мг на 100 г ґрунту. На 9-й рік досліді уміст у ґрунті СаО при мілкому обробітку зменшився в 2,5 рази в порівнянні з умістом кальцію *в глибоко оброблюваному ґрунті*. Сприятливий комплекс ґрунтових умов, що створюється у глибокому орному шарі, сильно впливає на розвиток корневих систем рослин, а отже, й на врожай. У середньому для різних культур глибина розміщення в ґрунті основної маси коренів збільшується з 27 до 48 см, а довжина їх — з 54 до 75 см. При глибокому орному шарі значно зростає врожай вирощуваних культур.

2.2.6. Водний режим ґрунту і його регулювання

2.2.6.1. Види води у ґрунті.

Усі ґрунти в тій або іншій кількості містять у собі воду, яка буває в різних станах: пароподібному, рідкому та твердому.

Схема видів води у ґрунтах і породах має таку класифікацію: I - вода у вигляді пари; II фізично зв'язана вода: 1) міцно зв'язана вода, або адсорбційна, 2) пухкозв'язана вода; III - вільна вода: 1) капілярна вода: а) вода кутів пор або капілярнонерухома вода, б) підвішена вода або капілярнорухома вода, в) власне капілярна вода або вода капілярно-легкорухома; 2) гравітаційна вода: а) вода, яка просочується униз або інфільтраційна вода; б) вода підземного водоносного шару; IV вода в твердому стані; V - кристалізаційна і хімічно зв'язана вода.

Пароподібною називається волога, абсорбована поверхнею ґрунтових часток. Величина її досить мінлива і залежить від пружності пари води у ґрунтовому повітрі. Водяних парів у ґрунтовому повітрі небагато (не більше 0,001 %), але роль їх важлива, бо - це єдина форма води, яка може пересуватися у ґрунті навіть при малій вологості. Рух водяних парів відбувається в напрямку від горизонту з більшою пружністю до горизонту з меншою пружністю. При повному насиченні ґрунтового повітря паровою водою, пересування цієї вологи залежить від різниці температур ґрунту і відбувається у напрямку від більш високої до нижчої температури. Уночі спостерігається *рух* пари з глибин ґрунту ввєрх, вдень, навпаки, цей рух приймає зворотній напрямок.

Фізично зв'язана вода включає два види води: міцно зв'язану воду або гігроскопічну та пухкозв'язану або плівкову воду,

Гігроскопічна або міцно зв'язана вода - це вода, яка суцільним або переривчастим шаром товщиною в одну молекулу обволікає частинку ґрунту. Утримується така вода за рахунок утримання молекул води на поверхні часток ґрунту. Будь-який ґрунт має здатність вбирати з повітря пароподібну воду, яку називають гігроскопічною. Навіть зовсім висушений ґрунт може містити у собі певну кількість гігроскопічної вологи.

Звільнити ґрунт від гігроскопічної води, що тримається на поверхні його часток, можна при його висушуванні протягом 3-5 годин у сушильній шафі з температурою 105° С. Чим більше повітря, насичене вологою, а ґрунт важчого механічного складу, тим більше він може ввібрати у себе гігроскопічної вологи.

Найбільшу кількість вологи, яку може увібрати з повітря ґрунт, називають максимальною гігроскопічністю. Кількість такої вологи для окремого ґрунту є величиною постійною. Але в умовах тривалого зрошення максимальна гігроскопічність, як правило, знижується. Гігроскопічна волога має підвищену щільність (до 1,4), низьку електропровідність, не розчиняє речовини скелета ґрунту, замерзає при низькій температурі (від - 4 до - 78° С). Величина максимальної гігроскопічності ґрунтів змінюється в межах від 2-3 до 12-15 %.

Кількість вологи на поверхні часток ґрунту більшу за гігроскопічну, тобто коли молекули води обволікають кожен диспергований частку кількома шарами, називають плівковою.

Плівкова вода, як і гігроскопічна, утримується на поверхні часток ґрунту. Плівкова вода обволікає зерна ґрунту суцільним шаром товщиною в декілька шарів молекул. Товщина плівки може бути різною, але вона не виходить за межі кількох долів мікрона.

Гігроскопічна й плівкова вода не підпадає під дію сили тяжіння. Вона не заповнює цілком пори ґрунту або породи й тому не передає гідростатичного тиску. Рухається плівчаста вода дуже повільно й на відміну від гігроскопічної, перемішується від більш вологих шарів до менш вологих. При збільшенні її кількості зона поступово переходить у вільну воду, яка може бути використана рослиною.

Капілярна - це вода, яка затримується й пересувається у найтонших пористих трубочках ґрунту — капілярах. Вода заповнює тільки найтонші капіляри між механічними елементами та мікроструктурними агрегатами ґрунту й рухається під впливом меніскових сил у різних напрямках. В окремих видах ґрунтів капілярні сили настільки великі, що переважають сили власної ваги води. При цьому перебування вільної води у ґрунті визначається сукупним впливом власної ваги й ваги капілярної.

Капілярна вода може утворюватися в ґрунтах, складених частками діаметром менше 2-2,5 мм.

Швидкість руху води у ґрунтових капілярах тим вища, чим більший діаметр капілярних пор. Висота капілярного підняття тим більша, чим менший діаметр пор ґрунту, але до відомих меж.

Висоту капілярного підняття води (Н) у ґрунтах вираховують за формулою Жюрена:

$$H = 0,3 / d,$$

де: d - діаметр капіляра, см.

Висота капілярного підняття для піску (кварцовий) - 18-22 см, супіску - 100-150, суглинку - 150-300, важкого суглинку - 300-400, лесу - 250-350, торфу - 50-80, важких глин - 0 см (через малий діаметр пор і велике тертя). У піщаних ґрунтах найбільша висота капілярного підняття спостерігається через декілька годин, у суглинкових і глинистих ґрунтах — через декілька місяців і років.

Капілярна вода легко засвоюється рослинами.

Гравітаційна вода заповнює усі пори й порожнини ґрунту або породи і передає гідростатичний тиск. Вона, підпорядкована виключно силам земного тяжіння й у своєму розповсюдженні зовсім не залежить від сил поверхневого натягання або молекулярних. **Це запаси води у ґрунтах більші ніж ті, що утримуються капілярами і які під силою тяжіння стікають вниз.** Така вода вільно рухається під дією власної ваги зверху вниз ґрунтового профілю, досягає рівня ґрунтової води або водонепроникного горизонту, нагромаджується у породі й може переходити у річковий стік. Гравітаційна вода доступна для рослин. Гравітаційна або вільна вода може бути у рідкому стані при плюсовій температурі, або твердому (лід) - при мінусовій температурі. Кількість гравітаційної вологи визначається як різниця між водомісткістю і загальною вологоємністю ґрунту.

Хімічно зв'язана й кристалізаційна вода. В цій групі виділяють цеолітну, кристалізаційну та конституційну або хімічно зв'язану воду.

Цеолітна вода - це вода, яка зв'язана з мінералами, але порівняно не міцно, в основному, фізичними силами, її важко відрізнити від гігроскопічної. Цеолітна вода виділяється з гірських порід при низьких температурах, кількість її обумовлена вологістю підземної атмосфери.

Конституційна або хімічна зв'язана вода - це вода у складі вторинних глинистих мінералів. У таких мінералах вода не зберігає своєї молекули, а розпадається на іони – H^+ і OH^- . Найбільш поширеною сполукою у природі з такою водою є каолініт ($H_2Al_2Si_2O_8H_2O$) та ін. Розрізняють конституційну воду, яка є частиною мінералу й може бути виділена тільки при нагріванні до $400^\circ C$ і більше, При цьому решітка мінералу руйнується й перебудовується.

Кристалізаційна вода - вода у вигляді молекул води, яка є складовою частиною кристалічної решітки деяких мінералів (наприклад, гіпс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$), яку можна відділити від мінералу і при нижчій температурі ($150-200^\circ C$), ніж кристалізаційну. При цьому, мінерал, втрачаючи кристалізаційну воду, не руйнується, але змінює деякі свої властивості, а іноді перетворюється в інший мінерал.

Вода підземного водоносного шару – товщина геологічних порід, насичених водою. Розрізняють напірні й безнапірні водоносні горизонти, а також верховодку.

Вода у твердому стані, тобто у вигляді льоду знаходиться у ґрунтах при температурі $0^\circ C$ і нижче. Вода в такому стані відіграє роль цементу ґрунту або породи. Але слід пам'ятати, що при замерзанні не вся вода ґрунту переходить у твердий стан. Частина води, тобто гігроскопічна та плівкова, залишаються у рідкому стані, тому що температура замерзання цих видів води значно нижча за $0^\circ C$. На всій території України замерзання верхнього шару ґрунту є явищем сезонним, або тимчасовим.

2.2.6.2. Вологість ґрунту.

Вологість — це кількісний уміст води у ґрунті, виражений у відсотках або частках одиниці щодо маси або об'єму висушеного при температурі $105^\circ C$ ґрунту .

Вода у ґрунті є важливим його компонентом і одним із головних факторів родючості та вивітрювання мінералів, що сприяє протіканню біологічних та біохімічних процесів.

Уміст вагової вологи від маси абсолютно сухого ґрунту вираховують у відсотках за формулою:

$$W, \% = (a/p_c) \cdot 100,$$

де: $W, \%$ - відсотковий уміст вологи; a - кількість води у зразку, г; p_c - маса абсолютно сухого ґрунту, г.

Вологість ґрунту змінюється як у часі, так і у профілі ґрунту.

Загальний уміст вологи у ґрунті називають абсолютною вологістю. Розрахунок маси абсолютно сухого ґрунту (P_c) при відомій вологості ($W, \%$) виконують за формулою:

$$P_c = 100 \cdot p_b / (100 + W),$$

де: p_b - наважка вологого ґрунту

Уміст об'ємної вологи (W_v) у ґрунті визначають за формулою:

$$W_v = W \cdot d_v$$

де: W_v - вологість у відсотках від об'єму ґрунту; d_v - щільність скелета ґрунту, $г/см^3$; W - вагова вологість ґрунту, %

Запаси вологи у шарі ґрунту визначають у міліметрах водного стовпа за наступною формулою:

$$W_{mm} = (W \cdot h \cdot d_r) / 100,$$

де: $W, мм$ - вологість у мм у шарі ґрунту товщиною $h, см$; d_v - щільність скелета ґрунту, $г/см^3$; h - товщина шару ґрунту, см; 10 - коефіцієнт переводу см у мм. 1 мм вологи рівняється $10 м^3$.

Вологість в'янення рослин – ступінь зволоження ґрунту, при якій починається стійке

засихання рослин. На основі даних вологості в'янення рослин і загального умісту вологи у ґрунті вираховують запаси продуктивної вологи. Вологість в'янення рослин (вагова) змінюється в значних межах від 1-2 % для піщаних ґрунтів до 20-22 % для глинистих (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Вологість в'янення рослин для деяких типів ґрунтів України.

1 – дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт на водно-льодовикових відкладах Шосткінський р-н, Сумська обл.; 2 – сірий опідзолений середньо-важкосуглинковий ґрунт на лесі Вінницька сільськогосподарська дослідна станція; 3 – темно-сірий важкосуглинковий опідзолений ґрунт на лесі, біля Харкова; 4 – чорнозем опідзолений, важкосуглинковий на лесах, Миргородський р-н Полтавська обл.; 5 – чорнозем типовий крупнопилюватий важкосуглинковий мало гумусний на лесових суглинках, поблизу Тернополя; 6 – чорнозем звичайний міцелярно-карбонатний передгірський на древньому глинистому делювії, поблизу Сімферополя; 7 – дерновий поверхнево-глейовий осолоділий ґрунт на глейових лесах, заповідник Асканія-Нова Чаплинського району Херсонської області.

Різницю між вологістю засихання рослин і найменшою вологоємністю ґрунту називають активною вологою.

Продуктивною вологою називають всю наявну у ґрунті кількість води, яка перевищує вологість в'янення рослин. Тільки при наявності її рослини можуть рости. Продуктивну вологість визначають у мм або відсотках та в м³/га за формулою:

$$W_{\text{пр.}} = d \cdot h \cdot (W - W_{\text{зас}}),$$

де: $W_{\text{зас}}$ - вологість засихання рослин, % сухої маси. Інші позначення такі ж як у попередніх формулах.

Оцінка запасів продуктивної вологи в основних типах ґрунтів України свідчить про задовільні та дуже добрі запаси. За вмістом продуктивної вологи (у мм) ґрунти оцінюються за наступною шкалою, мм: **для шару 0-0,2 м:** запаси добрі > 40; задовільні - 20-40; незадовільні - < 20; **для шару 0-1 м:** запаси дуже добрі - > 160; добрі - 160-130; задовільні - 130-90; погані - 90-60; дуже погані - < 60.

2.2.6.3. Вологоємність ґрунту

Вологоємність - це здатність ґрунту поглинати, вміщувати й утримувати у собі певну кількість води, яка відповідає в кожний момент часу впливові на її зовнішніх сил. Розрізняють найменшу, максимально-гігроскопічну, капілярну, повну, загальну, польову вологоємність.

Максимально-гігроскопічна вологоємність - це найбільша кількість вологи, яку може увібрати ґрунт при умові повного насичення повітря парами (при відносній вологості 94 %).

Капілярна вологоємність — це кількість вологи у ґрунті, яка заповнює капіляри й утримує в них вологу при неглибокому заляганні рівня ґрунтових вод. Уміст капілярної вологи у ґрунті рівний загальній вологоємності мінус волога засихання рослин.

Польова вологоємність — це кількість води, яку може увібрати та утримувати ґрунт після стікання гравітаційної води при зволоженні ґрунту зверху за умови відсутності випаровування та глибокого залягання рівня ґрунтової води.

На величину вологоємності кожного ґрунту впливає механічний, мінералогічний та структурний склад, збагачення органічною речовиною. При цьому конкретний ґрунт може утримувати певну та сталу кількість води. Як правило з глибиною ґрунтового профілю вологоємність ґрунту знижується.

Загальна (за Качинським) або найменша (за Роде), або гранична польова (за Розовим), або польова вологоємність (за Долговим) - це кількість води, яку ґрунт утримує після зволоження при вільному відтоку гравітаційної води. Різні назви однієї й тієї ж дуже важливої гідрологічної константи вносять багато плутанини.

Константу, яка характеризує загальну вологоємність, широко застосовують у меліоративній практиці. За цим показником визначають поливну норму та запаси води у будь-якому прошарку ґрунту. Для піщаних і супіщаних ґрунтів найменша вологоємність складає 5-20 %, для суглинкових і глинистих – 20-45 % (рис. 2.2).

Повна вологоємність – заповнення усіх пор ґрунту водою, визначається за формулою:

$$W, \% = P/d_v$$

де: $W, \%$ - повна вологоємність у відсотках; P - загальна пористість ґрунту, %; d_v - щільність скелета ґрунту, $г/см^3$.

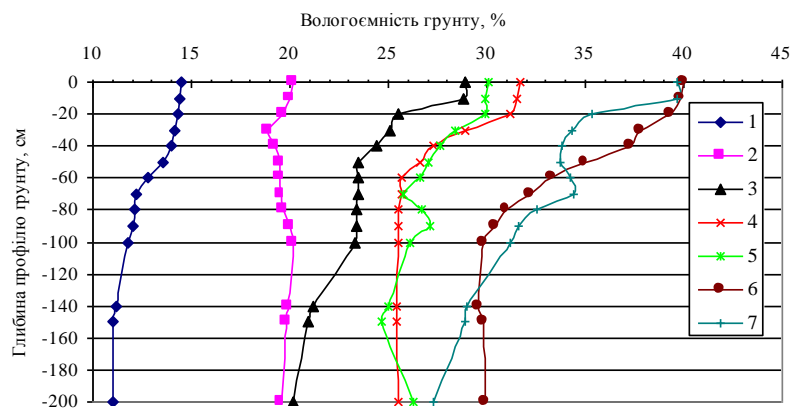


Рис. 2.2. Найменша вологоємність профілю різних типів ґрунтів України:

1 – дерново-слабопідзолистий піщаний ґрунт на водно-льодовикових відкладах Шосткінський р-н, Сумської обл.; 2 – світло-сірий опідзолений легкосуглинковий ґрунт на лесі Лохвицький р-н Полтавської обл.; 3 – темно-сірий важкосуглинковий опідзолений ґрунт на лесі, біля Харкова; 4 – чорнозем опідзолений, важкосуглинковий на лесах, Миргородський р-н Полтавської обл.; 5 – чорнозем типовий крупно пилуватий важкосуглинковий мало гумусний на лесових суглинках, поблизу Тернополя; 6 – дерновий поверхнево глейовий осолоділий ґрунт на глейових лесах, заповідник Асканія-Нова Чаплинського району Херсонської обл.; 7 – чорнозем південний важко-суглинковий міцелярно-карбонатний Татарбунарський р-н Одеської обл.

2.2.6.4. Водопроникність ґрунтів і порід

Водопроникність ґрунту - це здатність вбирати й пропускати через прошарки профілю атмосферні або поливні води у глибші горизонти або на рівень ґрунтової води. Цей процес складається з поглинання ґрунтом води, проходженням її від шару до шару вглиб горизонту з одночасним поповненням вологозапасів і фільтрації води через усю ґрунтову товщу, якщо вона насичена водою.

На початковій стадії надходження води на поверхню ненасиченого ґрунту, вона усмоктується й пересовується у вертикальному й горизонтальному напрямках під впливом градієнтів сорбційних і меніскових сил та гідростатичного напору. Чим важчий ґрунт за гранулометричним складом, тим більше в ньому тонко капілярних пор, чим він сухіший, тим більше води поглинається. Цей процес характеризується коефіцієнтом поглинання.

Проходження води через водонасичені шари ґрунту або породи під впливом сил гравітації й градієнту напору називають фільтрацією й характеризують коефіцієнтом фільтрації.

Після припинення надходження води зверху відбувається перерозподіл її у ґрунтовому профілі стікання у нижні шари. Процес характеризується коефіцієнтом водовіддачі. Ці коефіцієнти стосовно всього ґрунтового профілю, так і окремих його шарів необхідно знати при вирішенні меліоративних задач (визначення методу й норми поливу, відстані між дренами, глибини промочування і т.д.).

На величину й характер водопроникності у значній мірі впливає пористість ґрунту й породи - величина, форма й напрямок пор, що у свою чергу, пов'язано з гранулометричним складом і структурністю. Водопроникність зменшується з часом, так при насиченні ґрунту водою відбувається руйнування структури, поступове ущільнення за рахунок замулювання порового простору.

Переміщення вільної води у ґрунтах і породах зверху вниз обумовлено різницею напору (тиску) зверху й унизу фільтруючого шару. Швидкість руху води зростає зі збільшенням різниці напору й зменшенням довжини фільтраційного шляху, тому що з останнім пов'язана протидія, яку випробовує вода при пересуванні. **Залежність швидкості фільтрації від величини напору була виявлена Дарсі у 1856 р., він же виразив її математичною формулою, яка отримала назву закону Дарсі - витрати води на фільтрацію за одиницю часу прямо пропорційні різниці напору на обумовленій довжині ґрунтової колони й площі поперечного розрізу потоку і зворотно пропорційні довжині шляху фільтрації:**

$$Q = K \cdot S \cdot T \cdot (H/l),$$

де: Q - витрати води, м³, см³, мм; K - коефіцієнт фільтрації, мм/с, см/с, м/с; S - площа поперечного розрізу потоку води, см², м²; T - час фільтрації, с, хв., г., доба; H - різниця гідростатичного тиску між верхнім і нижнім кільцями фільтруючої колонки - утрати тиску, см; l - довжина шляху фільтрації, см.

Відношення втрати тиску H до довжини шляху фільтрації (l) носить назву гідравлічного градієнта або п'езометричного похилу (I):

$$I = H/l,$$

Підставляючи це значення, отримуємо:

$$Q = K \cdot S \cdot T \cdot I,$$

З останньої формули виводять коефіцієнт фільтрації або витрату води на одиницю площі S за одиницю часу T на одиницю ухилу I при даній температурі t:

$$K_t = Q/S \cdot T \cdot I,$$

Закон Дарсі виражають і рівнянням швидкості фільтрації:

$$v = K I,$$

де: v - швидкість фільтрації, мм/хв., см/с, м/добу.

Для оцінки водопроникності ґрунту використовують шкалу Н.А. Качинського (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Оцінка водопроникності ґрунту
(за Н.А. Качинським, напір води H = 5 см при температурі 10° С)

| Водопроникність, мм за першу годину | Оцінка |
|-------------------------------------|--------------|
| Більше 1000 | Провальна |
| 1000-500 | Зайве висока |
| 500-100 | Найкраща |
| 100-70 | Добра |
| 70-30 | Задовільна |
| <30 | Незадовільна |

2.2.6.5. Водний режим ґрунту і його типи

Водний режим ґрунту — сукупність процесів надходження вологи в ґрунт, її переміщення, акумуляції й витрати. Умови водного режиму в орному ґрунті постійно змінюються, регулювання й підтримка водного режиму в оптимальних параметрах — постійна задача агрономічного комплексу.

Основа водного режиму ґрунту — баланс у ньому вологи. **Прибуткова частина балансу**: атмосферні опади, ґрунтові води, поливна вода. **Видаткова частина балансу**: витрата на транспірацію, випаровування з поверхні ґрунту, горизонтальний і вертикальний стік.

Оцінку природної забезпеченості території України вологою дано за допомогою коефіцієнта зволоження (K_3) уведеного у практику Інститутом гідротехніки й меліорації УААН. Цей коефіцієнт являє собою відношення суми опадів за вегетаційний період (ΣP) та активних запасів вологи в метровому шарі ґрунту на початок вегетаційного сезону (W_0) до випаровуваності з водної поверхні (ΣE_0) за той самий період (усі величини у мм):

$$K_3 = (\Sigma P + W_0) / \Sigma E_0$$

Районування території України за усередненим коефіцієнтом зволоження відображено на рис. 2.3. Карта-схема свідчить, що коефіцієнт зволоження змінюється від 1,0-1,1 у Карпатах до 0,6-0,8 у лісостеповій зоні і до 0,4-0,5 у південних областях і Криму.

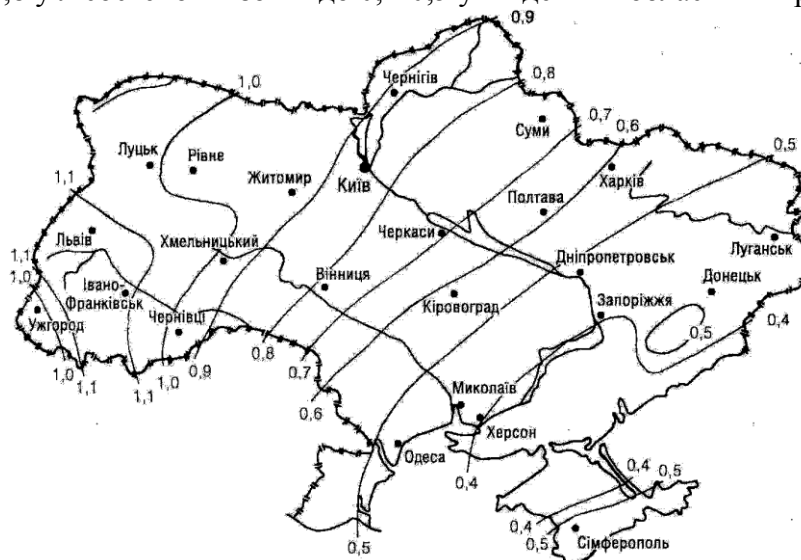


Рис. 2.3. Районування території України за середнім багаторічним коефіцієнтом зволоження

Необхідно відмітити, що найбільша кількість опадів випадає у зоні Полісся (понад 600 мм за рік), дещо менше — у зоні Лісостепу (400-600 мм), найменше у Сухому Степу — до 350 мм за рік. При цьому не вся кількість опадів, що потрапляє на поверхню ґрунту поповнює його запаси. Значна частина води зливових дощів, води утвореної при таненні снігу, може стікати поверхнею ґрунту у понижені місця, балки, річки та озера.

Та частина води, що затримується ґрунтом створює запаси ґрунтової вологи, яка використовується рослинами. Величина запасів вологи у ґрунтах залежить від їх водно-фізичних властивостей — водопроникності й вологемності, які у свою чергу зумовлюються гранулометричним складом, умістом гумусу, щільністю, структурністю. Так, наприклад, піщані ґрунти мають найбільшу водопроникність, але утримують води лише 6-15 % від об'єму, супіщані утримують — 15-25 %, легко- й середньосуглинкові — 25-35 %, важкосуглинкові й глинисті — 35-45 %.

Найбільші запаси доступної рослинам вологи в метровому шарі піщаного ґрунту Полісся не перевищують 68-105 мм, у мулуватих-супіщаних та легкосуглинкових ґрунтах вони досягають 200-220 мм. У ґрунтах Лісостепу України запаси вологи в метровому шарі

грунту становлять 180-200 мм, у північних районах Степу – 150-175 мм, у південному степу - не перевищують 120-150 мм

Вільна вода, яка поступає у ґрунт, змінює свій енергетичний рівень під впливом водоутримуючих сил ґрунту менісково-плівкових, осмотичних і адсорбційних. Енергія утримання (усмоктування) води ґрунтом вимірюється потенціалом вологи.

Потенціалом ґрунтової вологи називають роботу, затрачену на подолання водоутримуючих сил при добуванні з ґрунту одиниці маси води. В міру зневоднювання потенціал ґрунтової вологи падає, а мінусові його значення зростають, досягаючи максимуму при мінімальному вмісті води у ґрунті, Наступне обводнення ґрунту підвищує потенціал. Значення його величини переходять через нуль і при подальшому збільшенні вологості здобувають позитивний знак.

Загальний потенціал вологи ґрунту (P_{Π}) або його тиск визначають за формулою:

$$P_{\Pi} = P_K + P_{Ad} + P_{Osm} + P_{Gr},$$

де: P_K - тиск капілярної вологи; P_{Ad} - тиск адсорбційний; P_{Osm} - тиск осмотичний; P_{Gr} - тиск гравітаційний.

Величина P_K лежить у межах від 0 до 196 кПа (Воронін і ін., 1974), при зменшенні вологості від вологоємності в'янення тиск знижується до 1470-1568 кПа, при максимальній гігроскопічній вологості, в залежності від товщини адсорбованої водної плівки, від $98 \cdot 10^2$ до $98 \cdot 10^3$ кПа.

У засолених ґрунтах на енергетичний стан вологи впливає концентрація солей - осмотичний потенціал (P_{Osm}), від'ємна величина якого при концентрації до 3 % пропорційна вмісту солей.

Переміщення вологи у ґрунтах і в рослинах визначається різницею потенціалів між двома точками, віднесеною до відстані між ними і рівній градієнту потенціалу.

Щоб вода із ґрунту поступила у рослину, потенціал у корінні має бути нижчим, ніж у ґрунті. У листках він нижчий у порівнянні з корінням приблизно на 98 кПа і, навпаки, є вищим ніж у повітрі.

За кривою залежності всмоктуючого тиску від функції вологості ґрунту $P = f(W)$ можна визначати рухливість і доступність вологи для рослин, намітити термін поливу. Але при цьому для кожного конкретного ґрунту і його генетичних горизонтів необхідно складати свою залежність $P = f(W)$.

Крім вологості й солей, потенціал (P) ґрунтового розчину залежить від гранулометричного складу й щільності (d_v). При однаковій вологості у ґрунтах важкого гранулометричного складу P нижчий, ніж у легких ґрунтах унаслідок високої питомої поверхні, що сприяє різкому зростанню адсорбційного потенціалу, особливо у мулистих ґрунтах.

Збільшення щільності скелета ґрунту знижує його пористість, збільшує об'ємну вологість і потенціал ґрунтової вологи.

На практиці потенціал ґрунтової вологи часто називають тиском (P) і вимірюють в атм. У літературі його позначають ψ або μ і вимірюють у системі СІ у атм. (1 атм - 98,039 кПа), мм ртутного стовпа (1 атм = 760 мм рт. ст. = 1033 см вод. ст.).

Водопідіймальна здатність ґрунту - спроможність ґрунту викликати підняття вологи у капілярах. Капілярний підйом ґрунтових вод у породу й ґрунти має різні значення для рослин. У посушливих умовах при недостатній кількості вологи незасолені ґрунтові води є джерелом, яке поповнює запаси продуктивної вологи, підвищує родючість ґрунту, В інших умовах високе стояння ґрунтових вод (менше 1 м) може викликати заболочення ґрунту, особливо в умовах достатнього зволоження. Мінералізовані ґрунтові води при інтенсивному випаровуванні з поверхні ґрунту сприяють засоленню ґрунту.

У структурних ґрунтах капілярні явища виражені слабше, ніж у безструктурних. В іригаційній практиці глибину залягання ґрунтових вод на 6 м рахують критичною для ґрунтів і порід із високою підйомною спроможністю; для ґрунтів легкого механічного складу критичний рівень залягання ґрунтових вод менший. Але кожний ґрунтовий профіль має свою висоту капілярного підйому води R .

Верхню межу капілярного насичення ґрунту за рахунок ґрунтових вод називають

капілярною каймою. Товщина насиченого шару ґрунту відповідає висоті капілярного підняття.

Випаровування - процес переходу води з рідкого у пароподібний стан унаслідок теплового руху молекул води. Швидкість цього руху зростає із збільшенням температури, разом із цим збільшується і випаровування.

Значення випаровування залежить від кількості опадів і геоморфологічних умов суші, від об'єму водойми, температури повітря, вітру, мінералізації води (чим вона більша, тим менше випаровування) від відносної вологості повітря (дефіциту насичення атмосфери водяними парами), виду вирощуваної культури і змінюється не тільки за роками, але й окремими місяцями.

Розрізняють: сумарне випаровування (із поверхні ґрунту + транспірація рослинами); фізичне (випаровування тільки з поверхні ґрунту); біологічне (транспіраційне) та випаровування вологи з водних басейнів. Утворення пари в поверхневих шарах і пересовування його у атмосферу сприяє висушуванню з водного дзеркала та ґрунтового нашарування. На випаровування 1 г води витрачається 0,6 ккал тепла.

Для вимірювання величини випаровування використовують розрахункові методи, в основі яких лежить зв'язок гідрометеорологічних характеристик із сумарною величиною випаровування, і прилади різної конструкції.

Найбільш відомим є польовий метод водного балансу. Баланс ґрунтової вологи складається з її накопичення, а також витрат. Рівняння водного балансу має вигляд:

$$(Q + П + K) - E \pm (A - B) - (C + C_1 + \Phi_{ин}) = 0,$$

де: Q - накопичення вологи за рахунок опадів; П - конденсація вологи у вигляді пару; K - капілярний підтік (підживлення); E - витрата вологи на випаровування; A - початковий і B - кінцевий запас вологи у досліджуваному шарі ґрунту; C - стік поверхневий; C₁ - стік усередині ґрунту; $\Phi_{ин}$ - інфільтрація води за межі розрахункового шару.

З рівняння водного балансу випливає:

$$E = (Q + П + K) - (C + C_1 + \Phi_{ин}) + (A - B),$$

У степових умовах при глибокому заляганні ґрунтової води у відсутності капілярного підживлення й стоку у літній період, нехтуючи незначною величиною П, величина випаровування буде рівна:

$$E = [(Q + (A - B) - \Phi_{ин}) / T],$$

де: T - час, кількість днів.

При наявності стоку весною випаровування за цією формулою не розраховують. Величину $\Phi_{ин}$ легко визначити за зміною запасів вологи у шарах, що залягають нижче.

Водоспоживанням називається витрата води на транспірацію й випаровування з 1 га вирощуваної культури (м³/га). **Коефіцієнтом водоспоживання** називається об'єм води в кубічних метрах, що витрачається за вегетаційний період на 1 тону продукції при природній її вологості.

Випаровування розглядається як із поверхні води або водонасиченого ґрунту. Розрізняють транспірацію, випаровуваність із водної поверхні, випаровування з поверхні ґрунту (фізичне випаровування) і сумарне випаровування або евапотранспірацію.

Транспірація - це фізіологічний процес випаровування води живими рослинами. Основними органами транспірації є листки, у деяких рослин - видозмінені стебла.

Споживання рослинами вологи з ґрунту залежить від величини запасів вологи (W_r), тиску (P_r) і вологопровідності її (K_r). Відповідним чином позначаються такі ж показники й у рослини (W_p , P_p , K_p). Чим вищі названі величини, тим легше поступає вода в рослину. Надходження води в рослину обумовлено перепадом тиску вологи у ґрунті й рослині та різними їх коефіцієнтами вологопровідності. Потік води із ґрунту в корінь рослини (Q) підпорядковується рівнянню:

$$Q = K_r (P_r - P_p) / \Delta l,$$

де: Δl - довжина шляху.

Усмоктувача сила рослин залежить від маси й довжини кореневої системи в одиниці

об'єму ґрунту, фази розвитку рослини і її фізіологічних особливостей.

Інтенсивність транспірації залежить від виду рослин, дефіциту вологості повітря, його температури, швидкості вітру, вологості й температури ґрунту, експозиції, глибини залягання ґрунтових вод і ін. Величина транспірації оцінюється транспіраційним коефіцієнтом - кількістю кілограмів води, необхідних для синтезу 1 кг сухої органічної речовини в тканинах рослини. Для створення однієї вагової частини сухої речовини врожаю рослини споживають 200—1000 частин води, причому тільки мала її частина йде на створення врожаю, вся інша кількість випаровується.

Волога необхідна для проростання насіння, без неї неможливі наступний ріст і розвиток рослини. З водою в рослину з ґрунту надходять поживні речовини, випаровування води листками забезпечує нормальні температурні умови життєдіяльності.

Для визначення потреби рослин у воді застосовують показник — **транспіраційний коефіцієнт** — кількість вагових частин води, витраченої на одну вагову частину врожаю. Транспіраційний коефіцієнт залежить від виду рослин, стадії їхнього розвитку, ґрунтових і погодних умов, умов живлення рослин і т.д. У різних регіонах транспіраційні коефіцієнти для різних культур коливаються від 200 до 1000 (табл. 2.4).

Таблиця 2.4. Транспіраційний коефіцієнт різних сільськогосподарських культур

| Сільськогосподарська культура | Транспіраційний коефіцієнт | Сільськогосподарська культура | Транспіраційний коефіцієнт |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Озима пшениця | 450-600 | Буряки цукрові | 340-450 |
| Озиме жито | 500-800 | Буряки кормові | 735 |
| Овес | 375-800 | Соняшник | 500-600 |
| Ячмінь | 310-535 | Конюшина | 310-900 |
| Кукурудза | 250-400 | Картопля | 300-635 |

Період найбільшої потреби рослин у воді називають **критичним**. Так, для більшості зернових культур критичним періодом є стадія вихід у трубку — колосіння, для кукурудзи — цвітіння — молочна сплість, картоплі — цвітіння — бульбоутворення. Як правило, рослини різко знижують продуктивність при нестачі води в період утворення репродуктивних органів.

Близько 98 % витрат води на транспірацію витрачається на охолодження рослин. Безпосередньо на процес фотосинтезу йде лише близько 0,15-0,20 % від загальної кількості води, що забирається рослиною з ґрунту, але саме цей процес посідає ключове місце у землеробстві (Собко О.О., 2001). При фотосинтезі відбувається пряма трансформація енергії Сонця в хімічну енергію новостворюваної первинної органічної речовини, яка є основою всього органічного продукту на Землі. Усі інші статті витрат води так або інакше обслуговують саме цей процес.

Залежно від прибутку й витрати вологи та стосовно до різних природних умов Г.М. Висоцький установив чотири типи водного режиму — *промивний, періодично промивний, не промивний і випотнілий*. А.А. Роде розвиваючи вчення Г.М. Висоцького, виділив 6 типів водного режиму, які розділені на ряд підтипів (табл. 2.5).

1. Мерзлотний тип. Має місце у районах розповсюдження багаторічної мерзлоти. Мерзлий шар ґрунту і материнської породи є водотривом, який обумовлює наявність надмерзлотної верховодки. Тому верхня частина ґрунту, який розмерзається протягом вегетації, насичена водою.

2. Промивний тип водного режиму буває у тих широтах, де опадів випадає більше, ніж витрачається, тобто вода промиває профіль ґрунту. При цьому у верхньому горизонті розчиняються деякі сполуки і вимиваються вглиб або й зовсім виносяться у річки та водоймища. Таке явище спостерігається у північних широтах, покритих підзолистими й дерново-підзолистими ґрунтами. У цих умовах 30 % вологи затримується кроною

дерев. 5 % - витрачається на поверхневий стік, 10 % - на фізичне випаровування й використання трав'янистою рослинністю, 10 % - внутрішній ґрунтовий стік, 30 % - використовується корінням дерев, 15 % - інфільтрація на рівень ґрунтової води.

Таблиця 2.5. Класифікація типів водного режиму ґрунтів

| Тип | Підтип | Клас |
|---|---|---|
| Мерзлотний | | Не розроблена |
| Промивний | Атмосферного живлення | Повного насичення (болотний) |
| | | Капілярного насичення (напівболотний) |
| | | Періодичного капілярного насичення (тайговий) |
| | | Наскрізного найменшого насичення (південно-тайговий) |
| | Ґрунтово-атмосферного живлення (з близькими до поверхні водами) | Повного насичення (ґрунтово-болотний) |
| | | Капілярного насичення (ґрунтово-напівболотний) |
| | | Періодичного капілярного насичення (ґрунтово-тайговий) |
| | Ґрунтово-атмосферного живлення з додатковим паводковим (з близькими до поверхні водами) | Повного насичення (заплавно-болотний) |
| | | Капілярного насичення (заплавно-напівболотний) |
| Періодичного капілярного насичення (заплавно-тайговий) | | |
| Періодичного капілярного насичення (лучно-лісостеповий) | | |
| Періодично промивний | Атмосферного живлення | Чергування наскрізного найменшого насичення (лісостеповий) |
| | Атмосферного живлення з додатковим поверхневим | Періодичного капілярного насичення (лучно-потускулярний) |
| | | Чергування наскрізного й не наскрізного найменшого насичення (степовий потускулярний) |
| Непромивний | Атмосферного живлення | Не наскрізного найменшого насичення (степовий) |
| Десуктивно-випотнілий | Ґрунтово-атмосферного живлення (з близькими до поверхні водами) | Періодичного капілярного насичення (лучно-степовий) |
| | | Капілярного насичення (лучний) |
| Випотнілий | Атмосферно-ґрунтового живлення (з близькими до поверхні водами) | Повного насичення(болотно-солончаковий) |
| | | Капілярного насичення (солончаковий) |

В подібних умовах формуються червоноземи та жовтоземи. Болотний підтип водного режиму формується при близькому до поверхні заляганні ґрунтових вод, слабкій водопроникності ґрунту й материнських порід. Характерний для підзолу-болотних і болотних ґрунтів. Необхідно відмітити, що промивний тип водного режиму спостерігається і на зрошуваних ґрунтах півдня України.

3. Періодично промивний тип, характерний для природних зон із коефіцієнтом зволоження 0,8-1,2, коли середня багаторічна сума опадів рівна випаровуванню. Для цього водного режиму характерне чергування обмеженого промочування ґрунтового профілю в сухі роки, а також наскрізного промочування у вологі. Промивання ґрунтів надлишком опадів створюється 1-2 рази у декілька літ. Такий водний режим, характерний сірим лісовим ґрунтам, чорноземам опідзоленим і вилугуваним.

4. Не промивний тип водного режиму характерний для зон, де коефіцієнт зволоження менший одиниці, коли випаровування рівне інфільтрації води у ґрунт. Вода атмосферних опадів у цих широтах не промиває зверху суцільний шар ґрунту. Між верхнім зволеним шаром ґрунту (до 70 см) і ґрунтовими водами залишається не зволений горизонт. Обмін вологою відбувається шляхом переміщення води у формі пару. Такий водний режим розвивається у степових ґрунтах - чорноземах та каштанових, бурих напівпустинних, сіро-бурий пустельних ґрунтах. При цьому 15 % вологи затримується кроною рослинності 25 % використовується на фізичне випаровування і 60 % - волога, яка використовується рослинним покривом. У цих зонах знижується кількість опадів і зростає випаровування, а коефіцієнт зволоження знижується до 0,6-0,4. Річним

вологообміном охоплюється товща ґрунту від 4 м (степові чорноземи) до 1 м (пустельно-степові, пустельні ґрунти).

Запаси вологи, накопичені в степових ґрунтах за рахунок опадів в осінньо-зимовий період і танення снігу, використовуються на транспірацію і фізичне випаровування з весни до осені, коли вони стають незначними. У верхніх шарах ґрунтів спадні токи вологи переважають над висхідними.

5. Випотільний тип водного режиму - це коли випаровування більше інфільтрації води у ґрунт.. Уся волога, яка поступає у ґрунти з опадами використовується на випаровування. Крім того, на випаровування використовується і ґрунтова вода. Цей тип водного режиму характерний для пустельних зон із близьким заляганням ґрунтових вод, де розвиваються солончаки. Для водного режиму характерне переважання висхідних потоків вологи у ґрунтах за рахунок підживлення з рівня ґрунтових вод капілярами. При високій мінералізації ґрунтових вод у ґрунти поступають легкорозчинні солі й ґрунт засолюється.

6. Тригаційний тип. Створюється при додатковому зволоженні ґрунту зрошувальними водами. При зрошенні в різні періоди проявляються різні типи водного режиму. В період поливу формується промивний тип, який змінюється пізніше не промивним і навіть випотільним, внаслідок чого у ґрунтах періодично створюється східні й висхідні токи вологи.

2.2.6.6. Регулювання водного режиму

Радикальний метод регулювання водного режиму ґрунтів — меліорація. Гідротехнічні меліорації забезпечують можливість двостороннього регулювання водного режиму: зрошення зі скиданням зайвої води й осушення в комплексі з дозованим зрошенням.

Визначене значення в регулюванні водного режиму ріллі належить **агролісомеліорації** — впливу в цілому на посушливий клімат окремих регіонів системою лісових насаджень при одночасному створенні мережі штучних водойм. Агролісомеліоративна ґрунтово-водоохоронна організація території включає створення полезахисних, водоохоронних і інших насаджень. Лісові насадження в колись безлісному степу сприяють більш рівномірному розподілу й таненню снігу, меншому розливу рік, зменшенню поверхневого стоку, швидкості утворення ярів. Полезахисні насадження збільшують вологість повітря в міжсмужних просторах, зменшують силу вітру, сприяють більш рівномірному розподілу снігу. У результаті створюються більш сприятливі умови для підвищення вологості ґрунту й повітря в приземному шарі атмосфери.

В умовах **недостатнього й хиткого зволоження** при не промивному водному режимі ґрунтів особливого значення набуває повне збереження і раціональне використання всіх опадів. Ця задача зважається, з одного боку, шляхом корінного поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту, поліпшення його водних властивостей, а, з іншого боку — повним збором і збереженням вологи опадів шляхом **снігозатримання** і повного припинення поверхневого стоку.

Сніжні вали висотою 40—70 см розміщують поперек напрямку пануючих вітрів, або перехресно на відстані 5—9 м один від іншого. Умова для ефективного нарізання сніжних валів — достатня потужність сніжного покриву (не менше 15 см).

Зі способів снігозатримання особливе значення має **залишення на полі куліс** із високо-стеблових культур (кукурудза, соняшник, гірчиця). Ці рослини висівають стрічками або окремими рядками на відстані 10—20 м. Залишені під зиму куліси сприяють рівномірному розподілу снігу на полі і його збереженню протягом усього зимового періоду. За даними А. І. Бараєва, снігозатримання за допомогою куліс забезпечує збільшення врожаю ярої пшениці від 0,2 до 1 т/га.

Для снігозатримання знайшли застосування **стерньові смуги**, що створюють під час збирання зернових шляхом зміни висоти зрізу хлібів. Сприятливі умови для

нагромадження снігу створюються при залишенні на полі всієї стерні, а також при ґрунтозахисному плоскорізному обробітку із залишенням стерні на поверхні ґрунту.

З інших прийомів, що зменшують непродуктивні втрати води з ґрунту, є *мульчування* поверхні поля, що широко застосовується в овочівництві. Для мульчування застосовують різноманітні матеріали: торф, соломку, гній й ін. Мульчування сприяє поліпшенню температурного режиму ґрунту, а також боротьбі з бур'янами.

При тимчасовому або постійному *перезволоженні ґрунтів Полісся, Передкарпаття* розвиваються умови анаеробіозу, порушується нормальна діяльність ґрунтової мікрофлори й фауни, біохімічні процеси перетворення поживних речовин, ґрунт ущільнюється, у ньому накопичуються шкідливі для рослин закисні сполуки. У результаті родючість ґрунту різко знижується. У таких районах із промивним водним режимом ґрунту створюють осушувальні системи для відведення надлишкової вологи.

2.2.7. Повітряний режим і його регулювання

ґрунтовим повітрям називають суміш газів і летких органічних сполук, які заповнюють вільні від води пори ґрунту. Наявність достатньої кількості повітря, його сприятливий склад не менш важливі в житті системи ґрунт-рослина, ніж забезпеченість водою та поживними речовинами для формування високих врожаїв.

Склад *атмосферного повітря* досить постійний і вміст його основних компонентів змінюється незначно. В атмосферному повітрі вміст компонентів в об'ємних відсотках такий: 78,08 азоту (N_2), 20,95 кисню (O_2), 0,93 аргону (Ar), 0,03 вуглекислого газу (CO_2).

ґрунтове повітря характеризується значною динамічністю O_2 та CO_2 . Їх, уміст у ґрунтах дуже коливається у відповідності з інтенсивністю поглинання кисню й виділенням вуглекислого газу, а також швидкістю газообміну між ґрунтом і атмосферою. У ґрунтовому повітрі вміст CO_2 може бути в десятки й сотні раз вищим ніж в атмосферному, а концентрація кисню може знижуватись з 20,9 % до 15-10 % і нижче.

В орних добре аерованих ґрунтах із сприятливими фізичними властивостями вміст CO_2 у ґрунтовому повітрі протягом вегетації рослин не перевищує 1-2 %, а вміст O_2 не буває нижчим 18 %. При перезволоженні в орному шарі важкого за механічним складом ґрунту вміст CO_2 може досягати 4-6 % і більше, а O_2 падати до 17-15 % і нижче. У заболочених ґрунтах спостерігається ще більш висока концентрація CO_2 й нижча кисню.

Азот ґрунтового повітря мало відрізняється від атмосферного. Деякі зміни у вмісті азоту відбуваються в результаті зв'язування його бульбочковими бактеріями, проявом денітрифікації. У ґрунтовому повітрі є й продукт денітрифікації – оксид азоту (N_2O).

У ґрунтовому повітрі постійно наявні в незначних кількостях ($1 \cdot 10^{-9}$ - $1 \cdot 10^{-12}$ %) леткі органічні сполуки різної природи (етилен, метан і ін.). З погіршенням аерації ґрунту у ґрунтовому повітрі накопичується етилен у концентраціях, які перевищують рівень токсичності для коріння рослин (0,001 %). У ґрунтовому повітрі заболочених і болотних ґрунтів можуть знаходитись в помітних кількостях аміак, водень, метан.

ґрунтове повітря відрізняється від атмосферного тим, що в його складі значно більше вуглекислого газу і менше кисню. Разом із тим варто підкреслити великі коливання в складі ґрунтового повітря в залежності від ґрунту, типу культури, системи добрив і обробки ґрунту. Коли в ґрунті вміст вуглекислого газу вищий 3—5%, а кисню — нижче 10 %, то настає пригнічення рослин.

За фізичним станом ґрунтове повітря ділять на *вільне, адсорбоване та розчинене*. *Вільне* повітря знаходиться в ґрунтових крупних капілярних і некапілярних порах, має рухомість, спроможне вільно переміщатися у ґрунті й обмінюватися з атмосферою. Найбільшого значення для життя рослин і ґрунтових процесів набуває повітря, яке знаходиться в крупних некапілярних порах, практично завжди вільних від води. Крупні некапілярні пори зумовлюють постійну аерацію ґрунту при вологості, яка відповідає

польовій вологоємності. При надлишковій вологості такі пори містять воду. При підсиханні ґрунту від перезволоженого до абсолютно сухого стану кількість повітря безперервно зростає і в кінці цього процесу ґрунт із трьохфазної системи (тверде тіло + вода + повітря) перетворюється у двохфазну (тверде тіло + повітря).

Защемлене повітря – частина вільного повітря, яке знаходиться у замкнутих водою порах, які не сполучені з атмосферою. Таке повітря використовується рослинами. Його вміст близько 8 % об'єму ґрунту, а в глинистих породах може сягати більше 12 %.

Повітря сорбоване ґрунтом. Сухі ґрунти, спроможні поглинати значну кількість газів, які знаходяться у ньому. При цьому відбувається декілька процесів: адсорбція – згущення газу на поверхні ґрунтових часток; абсорбція – фізико-хімічне поглинання газів твердою й рідкою фазами ґрунту з утворенням розчинів; хемосорбція – поглинання за рахунок хімічної взаємодії між ґрунтом і газом. Наприклад, при взаємодії $H_2O + CO_2$ на $CaCO_3$ утворюється $Ca(HCO_3)_2$.

Адсорбція газів ґрунтом спостерігається при вологості меншій максимальної гігроскопічної, а найбільшою – в абсолютно сухих ґрунтах. Гази суттєво міняють властивості ґрунтового розчину. Так, збільшення вмісту CO_2 у ґрунтовому повітрі веде до його збільшення у розчині й цим самим сприяє підвищенню розчинності карбонатів, фосфатів, гіпсу й інших мінеральних складових частин ґрунту.

В залежності від температури ґрунту й активності в ній біохімічних процесів вміст кисню у ґрунтових розчинах змінюється в межах від 0 до 14 мг/л. Висока насиченість киснем (6-14 мг/л) ґрунтового розчину відмічається ранньою весною, коли ґрунти перезволожені талою водою збагаченою киснем, а витрата останнього у ґрунтах ще невелика внаслідок низької біологічної активності.

Кількісний і якісний склад ґрунтового повітря визначають повітроємність, повітропроникність і аерацію ґрунту.

Повітроємність – спроможність ґрунту утримувати при визначеному фізичному стані ту або іншу кількість повітря. Вміст повітря при цьому виражають у відсотках від об'єму ґрунту. Повітроємність – величина динамічна. При повному насиченні всіх пор у ґрунті водою присутнє тільки розчинене повітря. В міру підсихання ґрунту кількість повітря в ньому зростає.

Якщо об'єм, зайнятих повітрям пор при загальній вологоємності, є меншим 10-15 % від об'єму ґрунту, а аерація ґрунту недостатня, то це вимагає здійснення меліоративних або агротехнічних заходів для поліпшення його властивостей. Максимальну повітроємність мають абсолютно сухі ґрунти, коли величина її складається з адсорбованого повітря і вільного, який заповнює усі пори. Оптимальні умови для газообміну створюються при вмісті повітря у мінеральних ґрунтах 20-25 %, а в торф'яних – 30-40 %.

Кількість повітря або газу поглинутого сухим ґрунтом, виражене в мг або мг на 100 г адсорбенту, називають **адсорбційною ємністю ґрунту**. Ця величина має велике практичне значення. Поглинуте повітря в сухому ґрунті витісняється водою при швидкому його зволоженні (зрошення, сильні зливи). Стискаючись, поглинуте повітря розвиває велику динамічну силу, спричиняє руйнування структури ґрунту.

Швидкість проникнення повітря або газу у товщу ґрунтів називають повітропроникністю. У природних умовах це відбувається під впливом атмосферного тиску або води, яка затоплює поверхню ґрунту під час танення снігів, зливових дощів і т.д. За міру повітропроникності ґрунту приймається кількість повітря в мг, яке проходить під визначеним тиском за одиницю часу через площу перерізу ґрунту 1 см^2 при товщині шару в 1 см.

Газообмін між ґрунтом і атмосферою (аерація) здійснюється за допомогою таких факторів, як дифузія, зміна барометричного тиску, температури ґрунту й повітря, надходження в ґрунт води, а також за допомогою вітру. За даними А.Г. Дояренко при середній пористості ґрунту і звичайному добовому коливанні температури за рахунок “дихання” замінюється атмосферним повітрям 10-12 % ґрунтового, що задовольняє добову потребу рослин у кисні.

Нині під терміном “дихання” розуміють виділення ґрунтом CO_2 .

Виділення CO_2 ґрунтом посилюється при окультуренні земель у зв'язку з активізацією біологічних процесів і поліпшенням умов аерації. За літературними даними торф'янисто-глейові ґрунти тундри виділяють CO_2 у кількості 0,3 т/га в рік, підзолисті хвойних лісів – від 3,5 до 30, бурі і сірі лісові – від 20 до 60, степові чорноземи – 40-70 т/га в рік.

Дифузія газів відбувається завдяки різниці в парціальному тиску окремих газів. Вона міняється у великих межах і залежить від пористості ґрунту. При гарній аерації ґрунту дифузія цілком забезпечує видалення надлишку вуглекислого газу з ґрунту. При зміні атмосферного тиску повітря надходить у ґрунт, або видаляється з нього. Постійні **коливання атмосферного тиску** — фактор газообміну між атмосферою й ґрунтом.

Інтенсивність газообміну залежить від температури ґрунту. Збільшуючи обсяг при нагріванні ґрунту, повітря частково виходить назовні, при охолодженні ґрунту ґрунтові пори одержують нову порцію повітря з атмосфери. При надходженні води в ґрунт старе повітря з ґрунтових пір витісняється і вони заповнюються новим повітрям після відтоку з них вологи.

Певний вплив на газообмін ґрунту й атмосфери здійснює вітер. **Оптимальний уміст повітря** в орному шарі ґрунту для окремих культур наступний: для зернових — 15—20 % загальної пористості, просапних — 20—30, багаторічних трав — 17—21 %.

Важливий **захід регулювання повітряного режиму** ґрунту — **механічний обробіток**, що дозволяє створювати необхідну будову орного шару і забезпечувати умови нормального газообміну в ґрунті. Значення обробітку ґрунту в регулюванні повітряного режиму зростає при надлишковому зволоженні ґрунтів і їх важкому гранулометричному складі. **При близькому заляганні ґрунтових вод** радикальне рішення проблеми - **меліорація ґрунтів** (осушення) шляхом закритого дренажу.

2.2.8. Температурний режим і його регулювання

Основне джерело тепла в ґрунті — **сонячна енергія**. Середня кількісна величина цієї енергії становить 1,946 калорії за хвилину на кожний квадратний сантиметр поверхні, розміщеної перпендикулярно до променів. Але ґрунтом вбирається не вся ця енергія – лише частина її. Інше, але менш значне **тепло, виділяється в ґрунт у результаті біологічних і хімічних перетворень, а також надходить із глибинних шарів землі**. Сонячна радіація є основним джерелом енергії майже всіх природних процесів і явищ, що відбуваються на земній поверхні, у ґрунтовому покриві, в атмосфері, гідросфері і верхніх шарах літосфери, а також одним із головних кліматоутворюючих факторів.

Спектр прямої і розсіяної сонячної радіації складається з короткохвильової (0,28-4 мкм) і довгохвильової (4-40 мкм), при цьому відрізок від 0,38 до 0,71 мкм містить і фотосинтетичну активну радіацію (ФАР). ФАР зростає з $4 \cdot 10^8$ Дж/м² за сезон на широті > 60° до $25 \cdot 10^8$ Дж/м² на широті 50-40° північної широти, збільшуючись зі сходу на захід. Радіаційний баланс може бути позитивним і від'ємним. Цим визначається нагрівання або охолодження поверхні ґрунту. Для радіаційного балансу характерна добова й річна періодичність. Після полудня він має максимальні значення, а вночі – мінімальні (від'ємні); у річному циклі максимальні показники фіксуються літом, а мінімальні – зимою. Сонячна радіація, яка досягла поверхні ґрунту, перетворюється у теплову. Потенційний господарський цінний урожай сільськогосподарських культур збільшується із зростанням ФАР.

Теплопоглинальна здатність ґрунту характеризується **величиною альbedo (А)**. **Потік відбитої радіації, виражений у % від тієї, що поступила на поверхню Землі, називають альbedo (А)**. Чим воно вище, тим менше нагрівається поверхня землі. Альbedo ґрунту залежить від його кольору, шорсткості поверхні, вологості і рослинного покриву. Вимірюють його альбедометрами різних конструкцій. При ґрунтових дослідженнях для

швидкого й масового визначення можна використовувати похідний прилад Янишевського. Альbedo для чорнозему вологого складає 8, чорнозему сухого – 14, снігу – 80, піску білого – 40 % (табл. 2.6).

Таблиця 2.6. Альbedo різних ґрунтів, порід і рослинного покриву
(за А.Ф. Чудновським, 1959)

| Об'єкт досліджень | А, % | Об'єкт досліджень | А, % |
|-----------------------|-------|-------------------|-------|
| Чорнозем, сухий | 14 | Пшениця, яра | 10-25 |
| Чорнозем, вологий | 8 | Пшениця озима | 16-23 |
| Сірозем, сухий | 25-30 | Трави зелені | 26 |
| Сірозем, вологий | 10-12 | Трави висушені | 19 |
| Глина, суха | 23 | Бавовник | 20-22 |
| Глина волога | 16 | Рис | 12 |
| Пісок, білий і жовтий | 34-40 | Картопля | 19 |

Температура повітря впливає на швидкість хімічних реакцій. Згідно з правилом Вант-Гоффа, при підвищенні температури на 10° С швидкість хімічних реакцій зростає у 2-3 рази. Тому у областях із високою середньорічною температурою геохімічні процеси відбуваються значно швидше, ніж в областях із холодним кліматом. Температурний режим повітря впливає на швидкість вивітрювання, формування кір вивітрювання, й хімічний склад ґрунтів.

Сонячна енергія, увібрана ґрунтом, витрачається на нагрівання, випаровування, транспірацію, фотосинтез, синтез гумусу. Випаровування зумовлює підвищення концентрації ґрунтового розчину й випадання солей в осад, що призводить до засолення ґрунтів, утворення вторинних мінералів.

Теплопровідність ґрунту — кількість тепла, що протікає через шар ґрунту площею 1 см² і товщиною 1 см у перпендикулярному до неї напрямку при різниці на обох сторонах шару в 1 °С. Теплопровідність, теплоємність, залежать від гранулометричного й хімічного складів ґрунту, його вологості. Сухі, добре насичені гумусом ґрунти погано проводять тепло, сирі, важкі ґрунти відрізняються підвищеною теплопровідністю. При ущільненні ґрунту теплопровідність різко зростає. Вплив вологості на теплопровідність ґрунту визначається тим, що теплопровідність води в 3 рази менша, ніж теплопровідність мінеральної частини ґрунту. З підвищенням температури теплопровідність ґрунту збільшується.

Під **тепловим режимом ґрунту** розуміють сукупність явищ надходження, акумуляції й переносу тепла в ґрунті.

Тепловий баланс Землі – співвідношення між надходженням і витратами енергії на земній поверхні та в атмосфері. Основне джерело енергії – сонячна радіація. Сонячна радіація, яка залишилася на поверхні Землі в результаті трансформації (радіаційний баланс), витрачається на випаровування вологи із ґрунту, турбулентний обмін з атмосферою та на нагрівання ґрунту.

У всіх ґрунтово-кліматичних зонах найбільша кількість радіаційного тепла витрачається на випаровування (до 70-80 % радіаційного балансу) і це особливо відчутно у південних районах при наявності вологи у ґрунтах.

На тепловий баланс можуть також впливати тимчасові явища – випадання дощів із температурою вищою або нижчою температури поверхні ґрунту, танення снігу й ін. Тепловий баланс залежить від географічного положення, рельєфу, часу року та доби, властивостей ґрунту, рослинності, метеорологічних умов і ін.

Теплообмін – процес передачі тепла у просторі, зумовлений різницею температур об'єктів, між якими він відбувається. Поблизу земної поверхні рух повітря носить неупорядкований вихровий характер. З потоком повітря переноситься тепло від ґрунту у атмосферу і зворотно (уночі). Теплообмін виникає внаслідок різниці температур поверхні

грунту і навколишнього шару атмосфери. У місцях, які захищені від вітру (на полях між лісовими смугами, лісових галявинах, в балках і т.д.) порівняно з відкритою місцевістю величина теплообміну менша. Надходження сонячної енергії на поверхню землі характеризується *сезонним і добовим ритмом*. Загальна кількість сонячної енергії, що надходить на поверхню землі, у вирішальному ступені залежить від широти місцевості (теплового поясу). У цьому зв'язку кожен ґрунтовий тип, що відповідає визначеному тепловому поясу, характеризується своїм температурним режимом.

На поглинання ґрунтом сонячної енергії впливає *експозиція схилу*. Південні схили ґрунтів значно тепліші від північних.

Теплоємність – відношення кількості тепла, поглинутого або виділеного речовиною до зміни температури внаслідок цього процесу. Кількість тепла в джоулях необхідна для нагрівання 1 г абсолютно сухого ґрунту на 1 °С називають питомою теплоємністю маси (C_B Дж/г·°С). Кількість тепла, необхідного для нагрівання 1 м³ сухого ґрунту на 1°С, називають об'ємною питомою теплоємністю (C_V , Дж/м³·°С). Об'ємна теплоємність ґрунту природного нашарування залежить від теплоємності твердої фази ґрунту, вологості ґрунту й умісту повітря у ньому (табл. 2.7).

Теплопровідність – спроможність ґрунту поглинати та передавати тепло від одного шару до іншого в напрямку, який протилежний термічному градієнту, тобто від гарячих шарів до холодних. Кількість переданої через шар ґрунту теплової енергії пропорційна градієнту температури й коефіцієнта теплопровідності. Коефіцієнт теплопровідності (λ) рівний кількості тепла в Дж, яке проходить через розріз ґрунту 1 см² (10⁻⁴ м²) при товщині шару 1 см (10⁻²) і температурному градієнту на кінцях шару в 1 °С. Розмірність коефіцієнта теплопровідності в системі СІ – Дж/(м · с · °С). Величина теплопровідності ґрунту залежить від теплопровідності основних його компонентів (твердої й рідкої фази). Коефіцієнт теплопровідності твердої фази ґрунту змінюється в межах 2,43-0,38, для води цей коефіцієнт рівний 0,52, для повітря – 0,15 Дж/(м · с · °С).

Таблиця 2.7. Теплоємність часток ґрунту й окремих мінералів

| Речовини | Теплоємність, Дж/м ³ | |
|-----------------|---------------------------------|---------|
| | Вагова | об'ємна |
| Пісок кварцовий | 0,196 | 0,517 |
| Глина | 0,233 | 0,577 |
| Торф | 0,477 | 0,611 |
| Вода | 1,000 | 1,000 |
| Кварц | 0,198 | - |
| Каолін | 0,233 | - |

Прогрівання глибоких шарів ґрунту прямо пропорційне його теплопровідності й зворотно пропорційне теплоємності.

Температуропровідність – спроможність ґрунту вирівнювати свою температуру при наявності різниці нагріву в даній і сусідній точках. Це дуже важлива властивість ґрунту, від якої залежить швидкість передачі тепла від одного шару до іншого. Вимірюється кількістю тепла в калоріях, яке проходить в 1 с через 1 см² шару ґрунту товщиною 1 см. У ґрунті поруч із твердою фазою – органічною й мінеральною – міститься в порах повітря й вода. Саме із-за цього передача тепла може на окремих ділянках відбуватися через мінеральні й органічні часточки та воду й повітря, які їх розділяють. Кожна з цих складових часток ґрунту має свою теплопровідність (табл. 2.8).

Теплопровідність мінеральної частини ґрунту в середньому в 100 разів більша, ніж повітря, а води – в 28 раз. Тому, чим вологіший ґрунт, тим більша його теплопровідність, а чим пухкіший – тим менша. Улітку при висиханні верхнього шару ґрунту його теплопровідність зменшується, і як наслідок, зменшується й передача тепла з верхніх

шарів униз. При накопиченні вологи в осінній період у ній зберігаються запаси тепла, які охороняють сходи озимих культур від вимерзання при ранніх заморозках.

Таблиця 2.8. Теплопровідність складових часток ґрунту, кал/с/см²

| Речовина | Теплопровідність | Речовина | Теплопровідність |
|----------|------------------|----------|------------------|
| Повітря | 0,00006 | Кварц | 0,0024 |
| Вода | 0,00136 | Граніт | 0,0082 |
| Торф | 0,00027 | Базальт | 0,0052 |

Коефіцієнт теплосасвоєння – кількість тепла, яке проникає в ґрунт за відповідний період часу і характеризує спроможність ґрунту акумулювати його. Теплосасвоєння ґрунту за даними Л.Ф. Чудновського (1959), залежить від вологості ґрунту:

| | |
|----------------|------|
| сухий ґрунт | 0,03 |
| слабо вологий | 0,04 |
| вологий | 0,05 |
| добре вологий | 0,06 |
| перезволожений | 0,07 |

Слід відмітити, що коефіцієнт теплосасвоєння у пухких ґрунтах менший, ніж у щільних, і тому його можна використовувати для оцінки способів обробітку ґрунту.

Витрата тепла ґрунтом відбувається за наступними статтями: випромінювання тепла в атмосферу, передача тепла прилягаючому шару повітря (конвекція), утрати на випаровування води.

У **випромінюванні** переважає довгохвильова частина спектра. Висока вологість повітря, підвищений уміст у ньому вуглекислого газу, сніжний і рослинний покриви зменшують випромінювання земної поверхні.

Передача тепла приземному шару повітря залежить від різниці температур повітря й ґрунту, а також ступеня зіткнення ґрунту і приземного шару повітря.

Регулювання температурного режиму ґрунту — задача в більшому ступені перспективна, ніж реальна в умовах сучасного землеробства. Однак і сьогодні за допомогою агротехнічного комплексу можна впливати на температурний режим ґрунту.

У північних районах краще використання ресурсів тепла досягається насамперед усуненням надлишкової вологості ґрунту, створенням гребеневої культури, розміщенням більш теплолюбних культур на схилах південної експозиції, мульчуванням і відповідним обробітком ґрунту. **Поліпшенню температурного режиму ґрунту** сприяє внесення органічних добрив, створення структури ґрунту й у цілому підвищення її родючості.

У південних районах часто постає питання захисту ґрунтів від перегріву. Ця задача вирішується за допомогою поливів, особливо шляхом дощування, мульчування поверхні ґрунту, що відповідає напрямку рядків рослин і способів їхнього розміщення.

Температура ґрунту. Температура ґрунту визначається припливом сонячної радіації й тепловими властивостями самого ґрунту. Крім кліматичних показників, температура ґрунту залежить також від рельєфу, рослинного й снігового покриву.

Вплив рельєфу проявляється в нерівномірному надходженні радіації на вирівняні ділянки і схили різної крутизни й експозиції. Найтепліші південні схили, потім західні, східні й найбільш холодні – північні. Чим крутіші схили, тим більша різниця в температурі ґрунту на схилах різної експозиції. Крім того, ґрунти різних умов рельєфу мають різну вологість і неоднаковий сніговий покрив. Сніговий покрив охороняє ґрунт від втрат тепла й впливу низьких температур повітря.

Рослинний покрив зменшує притік сонячної радіації до поверхні ґрунту і тим самим знижує температуру її поверхневого шару у літній період. В зимовий період він сприяє накопиченню снігового покриву й зберігає тепло. Під снігом зниження температури ґрунту нижче 0 °С починається пізніше і на меншу глибину.

Вплив механічного складу на температуру ґрунту наступний. Весною глинисті ґрунти, які мають великі запаси вологи і витрачають її на випаровування, нагріваються повільніше ніж легкі. Восени легкі ґрунти холодніші за важкі. Найбільш холодні торф'яно-болотні ґрунти, як більш вологі і які мають високу теплоємність. Різниця в температурі торф'яно-болотних і мінеральних ґрунтів складає 2,5-4,2 °С. Великий вплив на температуру ґрунту має її колір: темні ґрунти (дерново-карбонатні, чорноземи) мають більш високу температуру і швидше нагріваються, ніж світлі (дерново-підзолисті).

Добовий хід температури. Максимальна температура поверхні ґрунту спостерігається біля 13 години, мінімальна – перед сходом сонця. Удень поверхня ґрунту нагрівається, а її температура з глибиною зменшується; уночі поверхня ґрунту охолоджується найбільше, з глибиною охолодження зменшується. Найбільші коливання температури ґрунту відбуваються на поверхні; із глибини 3-5 см вони різко скорочуються. На глибині 35-100 см добові коливання повністю затухають (рис. 2.4).

Річний хід температури. Річний хід температури ґрунту характеризується проявами двох періодів: літнього з потоком тепла від верхніх горизонтів до нижніх (період нагрівання ґрунту) і зимового – із потоком тепла від нижніх шарів до верхніх (період охолодження ґрунту). У помірних широтах максимум середньодобової температури ґрунту спостерігається в червні-серпні, а мінімум – у, січні-лютому. Літом найвища температура буває у верхніх горизонтах, із глибиною вона знижується.

Зимом верхні горизонти мають найменшу температуру, а з глибиною вона підвищується. Найбільш різкі річні коливання температури відбуваються на поверхні ґрунту, із глибиною вони затухають. Різні типи ґрунту мають свої особливості річної зміни температури на різних глибинах. Середньорічна температура ґрунту на глибині 20 см вища середньорічної температури повітря від десятих до п'ятих відсотка до 5 °С і більше.

В районах із холодними зимами важливе значення для формування температурного режиму має промерзання, відтавання ґрунту, товщина й тривалість зберігання снігового покриву. Ґрунт починає замерзати при температурі дещо нижчій 0 °С, оскільки в ґрунтового розчині завжди є розчинні солі, які понижують температуру замерзання. На температуру замерзання ґрунту впливає стан ґрунтової вологи: вільна вода замерзає при температурі мінус 0,1-1,5 °С, зв'язана – мінус 1,5-4 °С і нижче.

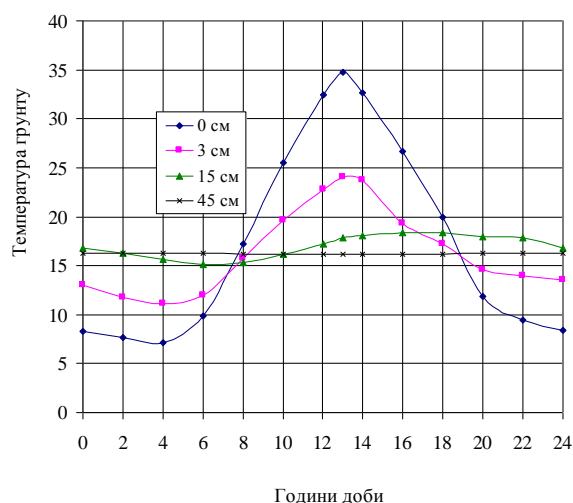


Рис. 2.4. Коливання температури лучно-чорноземного ґрунту степового Криму на різних глибинах протягом доби (19 серпня, 1996 р.)

Сніговий покрив охороняє ґрунт від промерзання й чим він товстіший, пухкіший і чим більш тривалий час зберігається, тим більше утеплює ґрунт і знижує глибину його промерзання. Рослинний покрив, затримуючи й накопичуючи сніг, різко послаблює промерзання ґрунту.

Найбільша глибина промерзання ґрунту спостерігається на випуклих формах рельєфу з боку відкритого вітру, де здувається сніг.

В понижених місцях (лощинах, западинах) глибина промерзання ґрунту найменша. Ґрунти північних схилів промерзають найглибше, південні – найменше. Чим вологіший ґрунт, тим менше він промерзає. При замерзанні ґрунту спостерігається процес переміщення вологи в рідкому й пароподібному стані до найбільш охолодженого шару поверхні (переважно 0-5 см).

Знищення рослинності, вирубування лісу зменшує накопичення снігу й сприяє збільшенню глибини промерзання ґрунту. Так само проявляється дія осушення ґрунту.

Для характеристики температурного режиму особливе значення має тривалість періоду активних температур ($> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$) у ґрунті на глибині 20 см. Сума активних температур ґрунту на цій глибині – основний показник забезпечення теплом ґрунту (табл. 2.9).

Таблиця 2.9. Оцінка забезпечення теплом ґрунтів (за В.Н. Дімо)

| Сума активних $^{\circ}\text{C}$ температур ґрунту на глибині 20 см | Забезпечення теплом ґрунту | Сума активних $^{\circ}\text{C}$ температур ґрунту на глибині 20 см | Забезпечення теплом ґрунту |
|---|----------------------------|---|----------------------------|
| 0-400 | Низьке | 2100-2700 | Вище середньої |
| 400-800 | Досить слабке | 2700-3400 | Добре |
| 800-1200 | Слабке | 3400-4400 | Дуже добре |
| 1200-1600 | Нижче середньої | 4400-5600 | Високе |
| 1600-2100 | Середнє | 5600-7200 | Дуже високе |

Забезпеченість теплом ґрунтів основних ґрунтово-кліматичних зон України підвищується з півночі на південь і південний схід із вище середньої на Поліссі до дуже доброї у південних районах.

Регулювання теплового режиму. Поліпшення теплового режиму ґрунтів ґрунтується на здійсненні засобів регулювання притоку сонячної радіації й заходів послаблення або посилення її втрат за рахунок тепловіддачі в атмосферу.

До заходів регулювання притоку сонячного тепла на поверхню ґрунту відноситься затінення ґрунту рослинністю, мульчування, деякі прийоми обробітку ґрунту (розпушення й ущільнення поверхні), гребеневі і грядкові посіви.

Рослинний покрив затінює поверхню ґрунту, послаблює притік сонячного тепла й сприяє пониженню температури. У південних районах ряд культур (тютюн, кава) вирощують у затінених деревами місцях, створюють куліси з високорентабельних культур і влаштовують легкі навіси. У літній період лісові смуги понижують температуру ґрунту не тільки в самій смузі, але й у міжсмужному просторі, що збільшує стійкість проти суховіїв.

Мульчування поверхні ґрунту торфом, соломкою й іншими матеріалами широко застосовують для регулювання температури ґрунту, особливо у овочівництві. Мульчування матеріалами світлого кольору збільшує альбедо і послаблює нагрівання, а мульчування матеріалами темного кольору – сприяє більшому притоку тепла. Мульчування будь-якими матеріалами знижує випаровування, а відтак і витрати тепла. Крім того, при мульчуванні згладжуються добові коливання температури.

Обробіток ґрунту й розпушення поверхневого шару сприяє більш швидкому обміну тепла в ґрунті. Шорсткувата поверхня обробленого ґрунту вдень сильніше поглинає сонячну енергію, але вночі більше її випромінює порівняно з щільною поверхнею.

Полив - ефективний засіб регулювання температури ґрунту. При зрошенні помітно знижується температура поверхневих шарів ґрунту. Осушення болотних торф'яних ґрунтів веде влітку до підвищення температури верхніх горизонтів у денні години і дещо знижує її вночі у порівнянні з недосушеними ґрунтами.

Одним із заходів підвищення температури ґрунту у холодний період є снігозатримання. Його проводять із допомогою лісових смуг, куліс, високої стерні, оранки

снігу, встановленням щитів і іншими заходами. Накопичення снігу знижує мінусові температури у ґрунтах та глибину їх, проникнення.

Для обігрівання теплиць застосовують електричний, паровий, водяний нагрів ґрунту через труби, прокладені на глибині 40-70 см. Крім цього, траншеї у теплицях на глибині 20-25 см наповнюють перегноєм, компостами, при розкладанні яких температура піднімається до 70° С і обігрівається активна частина ґрунту.

Питання для контролю

1. Обґрунтуйте поняття «родючість» із погляду «ґрунт як природно-історичне тіло». 2. Дайте природне й організаційно-економічне обґрунтування розширеного відтворення родючості ґрунту в інтенсивному землеробстві. 3. Як застосовувати на практиці принцип нормативності й технологічності родючості ґрунту? 4. Як залежать інтенсивні технології обробітку сільськогосподарських культур від рівня родючості ґрунту? 5. Обґрунтуйте природну, агрономічну й економічну необхідність створення технологічних моделей родючості. 6. Як оцінюються запаси продуктивної вологи у ґрунті? 7. Назвіть форми води у ґрунтах. Яка їх доступність рослинам? 8. Перерахуйте водні властивості ґрунту. Який їх зв'язок із механічним складом ґрунту? 9. Охарактеризуйте водні властивості ґрунту. Який їх зв'язок із фізичними властивостями ґрунту? 10. Який зв'язок між потенціалом ґрунтової вологи й вологістю ґрунту та між потенціалом ґрунтової вологи і вологопровідністю? 11. З якими фізичними властивостями ґрунтів пов'язана об'ємна й поверхнева вологопровідність? 12. Охарактеризуйте водоутримуючу здатність різних типів ґрунтів? Від яких властивостей ґрунту вона залежить? 13. Яка існує залежність між глибиною залягання рівня ґрунтової води, її мінералізацією, типом ґрунту та швидкістю й висотою капілярного підйому води, вторинним засоленням ґрунтів? 14. Охарактеризуйте терміни: критичний рівень залягання ґрунтових вод; зона аерації. Який між ними зв'язок? 15. За якими формулами визначається водний баланс в умовах глибокого й близького залягання рівня ґрунтових вод. 16. Які властивості ґрунтів впливають на величину й характер водопроникності? 17. Охарактеризуйте типи водного режиму ґрунту. 18. Як клімат впливає на процеси ґрунтоутворення? 19. Охарактеризуйте джерела тепла у ґрунтах. 20. Охарактеризуйте радіаційний і тепловий баланс ґрунту. 21. Що таке температурні коефіцієнти ґрунту і, де вони застосовуються? 22. Дайте визначення теплоємності ґрунту, як вона визначається? 23. Дайте визначення теплопровідності ґрунту, від яких параметрів вона залежить і як визначається? 24. Від яких параметрів ґрунту залежить коефіцієнт теплозасвоєння, як його визначають? 25. Дайте характеристику типам теплового режиму ґрунту. 26. Якими заходами регулюється тепловий режим ґрунтів?

Розділ 3 БУР'ЯНИСТІ РОСЛИНИ Й ЗАХОДИ ЇХ КОНТРОЛЮВАННЯ

Бур'яни – рослини, які не культивуються у даній місцевості, але ростуть на оброблюваних полях разом із культурними і тому борються з ними за світло, вологу й елементи живлення і в наслідок цього знижують урожай.

Поява бур'янистих рослин еволюційна й зв'язана із зародженням землеробства. Людина відбирала найбільш продуктивні й цінні в харчовому відношенні рослини й вирощувала їх на оброблюваних землях. При цьому в посівах з'явилися небажані рослини, насіння й органи вегетативного розмноження яких знаходилися в ґрунті або попадали в нього з прилеглої території. *Такі бур'яни, що переходять на ріллю з місцевих навколишніх полів рослинних співтовариств, називають апофітами.* До них відносяться: фіалка польова, підмаренник чіпкий, шавель кінський, кульбаба лікарська, подорожник великий, хвощ польовий, пирій повзучий і ін.

Деякі бур'янисті рослини настільки пристосувалися до умов оброблюваного ґрунту, що поза посівами не зустрічаються. Це кукуля звичайний, редька дика, вівсюг, стоколос житній, лобода біла, грицики звичайні, гірчиця польова, волошка синя, живокіст польовий й ін. Такі бур'яни одержали назву *антропохори*.

Бур'янисті рослини поселяються біля господарських будівель і гноєсховищ, на межах і узбіччях доріг, на берегах водойм і на бровках схилів зрошувальних каналів і звідси розселяються на навколишні сільськогосподарські угіддя.

Часто в посівах однієї культури зустрічаються рослини інших культурних видів. Так, у посівах озимої пшениці іноді зустрічаються рослини озимого жита, в посівах гороху - сходи соняшника й т.п. Культурні рослини, що за якимись причинами з'являються в посівах іншої культури, *називаються засмічувачами.*

3.1. Шкода, якоїносять бур'янисті рослини

Рослини, що виростають у посівах поза волею людини, які знижують врожай вирощуваних культур і погіршують якість одержуваної продукції, називають бур'янистими рослинами, або бур'янами.

У світі на майже 20 тис. культурних рослин припадає біля 30 тис. бур'янів. Тому, в полі де вирощують одну культуру, часто зустрічаємо 20-30 і більше бур'янів.

Прямий несприятливий вплив бур'янів на посіви виражається тим, що, вони перехоплюючи світло, вологу, елементи мінерального живлення, погіршують умови життя культур у ґрунтах. Такі бур'яни, як редька дика, лобода біла, ромашка непахуча, будяк польовий, розвиваючи могутню вегетативну масу і, піднімаючись над посівом, затінюють культурні рослини. Багато бур'янів (гірчиця польова, жабрій польовий, вівсюг, волошка синя, амброзія полинова) витрачають вологу в окремі періоди вегетації в 1,5-2 рази більше, ніж посіви культурних, і підсилюють ґрунтову посуху. *На засмічених полях вологість ґрунту в кореневмісному шарі під посівом знижується на 2—5 %.*

У ряду бур'янів коренева система розвивається швидше й глибше проникає в ґрунт, ніж у культурних рослин. Наприклад, корені вівсюга досягають глибини 2 м, буркуну жовтого — 5,5, корені будяка польового на третій - рік життя — 7 м. Тому бур'яни беруть воду з кореневмісного шару раніше коренів культурних рослин. У більшості рослин транспіраційний коефіцієнт становить 250-1000, тоді як у культурних рослин 200-500.

Разом із тим, амброзія полинова, осот польовий, в'юнок польовий, будяк щетинистий, коренева система яких нерідко проникає у ґрунт на глибину 2-3 метрів, виносять із ґрунту в 2-3 рази більше фосфору й калію, ніж із врожаєм зерна 2,5-3,0 т/га озима пшениця або ячмінь. Бур'яни виносять із ґрунту до 1/3 основних елементів живлення загального виносу

посівами озимої пшениці до кінця фази кушіння. Так, хвощ польовий з масою 84,2 ц виносить із ґрунту 282 кг/га азоту, 279 калію, 92,5 кг/га фосфору, чого вистачило б для формування близько 75 ц/га зерна (М.Я. Палієнко)

Багато бур'янів при сприятливих умовах бур'яно розвивають вегетативні органи, випереджають у рості культурні рослини й затіняють їх. При наявності бур'янів у середньому ярусі освітленість ячменю й картоплі знижувалася відповідно на 17,7 і 23,6 % у порівнянні з чистими посівами. Це приводить до ослаблення фотосинтезу й зниження врожаю сільськогосподарських культур. Культурні рослини сильніше страждають від затінення в ранньому віці, особливо просо, кукурудза, льон, суданська трава й ін.

При затіненні зернових культур подовжуються нижні міжвузля, знижується міцність нижньої частини стебла, відбувається полягання хлібів. Небезпека полягання збільшується при засміченні посівів такими бур'янами, що обвивають стебла, рослин і своєю вагою збільшують полягання. Це ускладнює, а при сильному засміченні робить навіть неможливим збирання посівів.

Затіняючи посіви й ґрунт, бур'яни знижують температуру ґрунту на 1—4 °С. При цьому активність мікробіологічних процесів у ґрунті і біохімічних у рослинах знижується, умови життєдіяльності культурних рослин погіршуються.

Деякі бур'яни (повитиця конюшинова, заразиха соняшникова) паразитують на культурних рослинах, витягаючи з них за допомогою присосків (гаусторій) вологу, пластичні мінеральні речовини.

Дуже різноманітна й непрямая шкода бур'янів. Вони сприяють масовому розмноженню й поширенню шкідників і хвороб, що сильно уражають посіви культур.

Бур'яни із родини капустяних (хрестоцвітних) служать вогнищами розмноження метелика-капустниці, попільниці, земляних блішок, рапсового клопа й ін. (Іващенко О.О., 2001). Так, пирій повзучий, є розплідником шкідливої черепашки, листовертки, лобода біла - бурякового довгоносика, озимої совки, лугового метелика й інших шкідників, що після розмноження мігрують на посіви.

Стеблова нематода зберігається протягом декількох років на підмареннику чіпкому й може уражати культурні рослини при чергуванні культур. Бурякова нематода переходить на буряк із лободи білої й інших бур'янів. Колорадський жук тимчасово живе на бур'янистих видах пасльону.

На бур'янах сімейства складноцвітних (айстрові), розвиваються горохова совка (вважає горох, боби, конюшину, картоплю), совок-гама (ушкоджує горох, конюшину, картоплю, льон), горобиний листоїд (нападає на ріпу, конюшину, картоплю, лучні злаки). Буряковий клоп, лучний метелик відкладають яєчка на рослини лободи білої, вівсюга й щиріці.

Багато збудників хвороб (коренева гнилизна, мозаїка, іржа й головня злакових, грибкові захворювання зернових) культурних рослин розвиваються на пирії повзучому, свинорію, вівсюгу, щетиннику сизому. Головня вівсюга уражає овес. Картопляний рак переходить на культурні рослини з пасльону чорного. Збудник капустяної кили живе на дикій редьці й інших бур'янах сімейства капустяні, а збудник несправжньої борошністої роси — на осоті городньому. Багато вірусних хвороб переносяться комахами з бур'янів на культурні рослини.

Багато бур'янів мають отруйні властивості, неприємний смак або запах. Наявність у борошні навіть незначної кількості розмеленого насіння куколю звичайного, блекоти чорної, гірчака повзучого роблять її непридатною для людини й тварин. Пилок амброзії полинової й полину гіркою викликає алергійні захворювання. На пасовищі або в сіні домішки рослин гірчаку повзучого, жовтцю їдкою, хвоща польового і деяких інших можуть викликати отруєння тварин. При згодовуванні худобі буркуну лікарського, полину гіркою молоко й масло здобувають неприємний смак.

Чимало бур'янистих рослин (кукіль звичайний, гірчиця польова, гірчак кучерявий, повитиця європейська, сокирки польові, чемериця Лобелія, болиголов плямистий,

чистотіл великий, чистець однолітній, жабрій звичайний, віх отрутний, блекота чорна й ін.) при згодовуванні тваринам можуть викликати отруєння, іноді падіж.

Деякі з бур'янів (жабрій польовий, будяк кучерявий, якірці наземні, вівсюг) **ранять слизову оболонку, травмують копита і шкірні покриви домашніх тварин, викликаючи захворювання.** Такі бур'яни, як лопух повстятий (реп'ях), липучка їжакувата, череда тридольна, засмічують і псують вовну овець і кіз.

На засмічених полях збирання врожаю ускладнюється. Сира хлібна маса погано обмолочується, збільшуються втрати зерна. Бункерна маса, що надходить із засмічених полів на токи, містить близько 30-40% вологих частин бур'янів, що вимагає багаторазового очищення й наступного сушіння зерна.

Поля, засмічені пириєм повзучим, хвощем польовим, будяком польовим, збільшують опір при обробці ґрунту на 20-30%.

Продукція, одержана із засмічених полів, має низьку якість. Зерно містить протеїну на 0,6-2%, а бульби картоплі мають крохмалю на 0,2-1,2% менше, ніж відповідна продукція з чистих від бур'янів полів (Н.Н. Третьяков, Б.А. Ягодін, А.М. Туліков, 2002)

У насінні соняшника, вирощеного на засмічених полях, зменшується уміст жиру. Бур'яни знижують якість і вихід довгого волокна льону-довгунця.

Найістотніша шкода від бур'янів - зниження врожайності вирощуваних культур. Якщо в цілому утрата врожаю зернових від бур'янів оцінюється в 13-17%, то при сильному засміченні вони зростають до 25-30%. Сильний розвиток бур'янів на полях картоплі, цукрового буряка, кукурудзи знижує врожай їхньої основної продукції на 60-90% (С.А. Воробйов, 1979). В Україні зниження валових зборів сільськогосподарських культур унаслідок забур'яненості становить 25-30 %, а в окремих випадках перевищує 50 % (Ю.П. Манько).

За даними Міжнародної організації з продовольства (ФАО), середньорічні втрати від бур'янів у світовому сільському господарстві перевищують 20 млрд. дол. США, що становить близько 5 % вартості фактично зібраного урожаю. Щорічно через бур'яни у світі недобирається 34,5 млн. т пшениці, 46,5 млн. т рису, 44,3 млн. т кукурудзи, понад 185 млн. т цукрових буряків і багато іншої продукції.

3.2. Біологічні властивості бур'янистих рослин

Бур'яни мають біологічні властивості, що дають їм можливість утримуватися на полях, незважаючи на різноманітні заходи їх контролювання. **До таких властивостей відносяться: 1) висока насінна продуктивність; 2) різноманітні способи поширення; 3) (спокій, довговічність, різна плодотворність насіння; 4) висока здатність до вегетативного розмноження** (Хржановский В.Г., 1982).

Висока насіннева продуктивність. Одна з причин швидкого поширення бур'янистих рослин — їх, висока насінна продуктивність. Якщо одна рослина льону-довгунця здатна утворити в посівах 60—100 насінин, озимої пшениці - 100-150, озимого жита - 120—200 зерен, то одна рослина стоколосу житнього може дати 1420 насінин, волошки синьої - 6820, осоту польового — 19 тис., ромашки не пахучої — 54 тис., лободи білої - 100 тисяч, щиріці звичайної - 500 тис., а щиріці білої — до 2 млн. Таким чином, навіть кілька десятків бур'янів на гектарі, здатні утворювати таку кількість насіння, що викликає на наступний рік масове засмічення посівів. Тому до даного часу в орному шарі полів міститься в розрахунку на 1 гектар від 150 до 1200 млн. насінин і плодів бур'янів, що в десятки і сотні разів перевищує норму висіву схожих насінин багатьох культур (наприклад, у зернових вона складає від 3,5 до 6,5 млн. штук на 1 гектар). Такий запас насіння бур'янів у ґрунті визначає високу засміченість посівів на багато років уперед.

За насіннєвою продуктивністю всі малолітні бур'яни розділено на 3 групи. До першої групи віднесені такі рослини, що дають у середньому на одну рослину 50—600 насінин, а найбільша їхня кількість не перевищує 15 тис. До цієї групи відносять вівсюг, гірчак кучерявий і шорсткуватий (рис. 3.1.2), кукіль звичайний, щетинник сизий, плоскуху півняче просо (рис. 3.1.1), редьку дику й ін. Ці бур'яни за висотою відносяться до середнього ярусу, тобто близькі до культурних рослин. При збиранні останніх значна частина насінних зачатків бур'янів попадає в зерно, разом із яким при недостатньо



ретельному очищенні заноситься в ґрунт.

Рис. 3.1. Бур'янисті рослини 1 групи:
1 - плоскуха; 2 – гірчак шорсткуватий.

Другу групу (рис. 3.2) складають бур'яни із середньою продуктивністю від 600 до 1500 насінин і з максимальною 20—100 тис. на одну рослину (жовтозілля звичайне, талабан польовий, гірчиця польова, гикавка сива, грицики звичайні й ін.). Ці бур'яни знаходяться у верхньому або нижньому ярусі, тобто перевищують за висотою культурні рослини, що засмічуються, або трохи нижчі їх.



Рис. 3.2. Бур'янисті рослини 2 групи:
1 – гикавка сива; 2 – гірчиця польова; 3 – талабан польовий; 4 – жовтозілля звичайне

Третю групу складають бур'янисті рослини із середньою продуктивністю від 1500 до 5 тис. насінин і з максимальною від 100 тис. до 1 млн. Сюди відносяться переважно сміттєві й високо-стеблові бур'яни (злінка канадська, лобода біла, блекота чорна, кучерявець Софії, щиріця закинута, рис. 3.3).

Велика кількість насіння бур'янів попадає на поверхню ґрунту в несприятливі умови й гине, не давши пагонів. Однак велика насінна продуктивність допомагає їм у боротьбі за збереження виду.

Спокій насіння й плодів. Свіже насіння і плоди бур'янистих рослин, що обсіпалися,

проростають не відразу. Це обумовлено природним або змушеним спокоєм.

Природний (глибокий або фізіологічний) спокій насіння, що обсіпалося, викликаний незавершеністю в них фізіолого-біохімічних процесів (підмаренник чіпкий, грицики звичайні й ін.), наявністю непроникних для води й повітря покривних тканин (буркун білий, гірчак шорсткуватий, жабрій звичайний, редька дика, чистець однолітній і ін.), умістом у покривних тканинах насіння інгібіторів, що затримують їхнє проростання (гірчиця польова, фіалка польова, вівсюг, білена чорна, подорожник великий і ін.).



Рис. 7.3. Бур'янисті рослини 3 групи:
1 – блекота чорна; 2 – злинка канадська; 3 – лобода біла.

Змушений (вторинний) спокій у насіння й плодів, викликаний відсутністю сприятливого сполучення зовнішніх екологічних факторів, що визначають здатність до проростання (нестача вологи, надлишок тепла, відсутність світла, наявність рослинних інгібіторів, продукованих іншими видами й т.д.). **У зв'язку з цим насіння бур'янів має дуже розтягнутий період проростання.**

У лабораторних умовах продовжувало давати сходи насіння кучерявця Софії й сухоребрика лікарського на четвертий рік, зірочника лісового й гірчиці польової — на шостий, талабану польового й мальви звичайної - на восьмий-дев'ятий роки.

Розтягнутість періоду проростання насіння бур'янів, що знаходяться в ґрунті для підмаренника чіпкого, щиріці закинутої, будяка польового, осоту польового продовжується близько 2 років, у гірчака шорсткуватого і шпергелю польового — 5—6 років, у редьки дикої, гірчака кучерявого, жабрію звичайного, лободи білої, талабану польового й ін. — більше 10 років (Примак І.Д., Манько Ю.П., Танчик С.П., 2005).

Довговічність. Насіння культурних рослин зберігає життєздатність тільки протягом декількох років, тоді як насіння багатьох бур'янів - роками і десятиліттями, перебуваючи в ґрунті. Так, насіння вівсюга, гірчака кучерявого, лободи білої, шпергелю звичайного, подорожника великого, цикорію звичайного, талабану польового зберігають життєздатність 5-7 років, насіння зірочника середнього (мокриці), гірчиці польової, щиріці закинутої, буркуну лікарського, грициків звичайних - 30 років, насіння купини звичайної, шавлю кучерявого, ехінацеї пурпурової, портулаку, березки польової - понад 40 років, а насіння в'юнка польового, шавлю кучерявого, гірчиці чорної не втрачало життєздатності навіть через 50 років. **Отже, насіння бур'янів, що обсіпалося в ґрунт, служать джерелом засмічення посівів протягом багатьох наступних років.**

Глибина проростання. Насіння бур'янів, що знаходяться в орному шарі, найкраще проростає й утворює сходи з глибини 4-5 см, цьому сприяє швидке прогрівання ґрунту й наявність у ньому великої кількості кисню й вологи. Крупне насіння окремих видів бур'янів (берізка польова, вівсюг) здатне сходити з глибини 10-15 см. Проростання відбувається й у більш глибоких шарах, але через малий запас у насінні пластичних речовин проросток не досягає поверхні ґрунту й відмирає. Так відбувається «самоочищення», що підсилюється при помірній обробці ґрунту й збереженні в ній вологи

(вирівняний зяб, пари, міжрядний обробіток і т.п.).

Здатність до поширення. *Насіння й плоди бур'янів можуть переноситися з ґрунтом, що налипає на копита тварин і колеса знарядь, із погано очищеною мішкотарою й автотранспортом, із соломою, кормами й іншими шляхами та проростати на значних відстанях від місця походження.* Насіння кульбаби лікарської, осоту польового переносяться вітром на багато кілометрів, насіння липучки їжакуватої, череди тридольної, лопуха звичайного чіпляються за вовну тварин, а насіння волошки синьої, ситника, жаб'ячого переносяться поверхневими потоками вод.

Поліморфізм насіння бур'янів. У бур'янів утворюються плоди й насіння, несхожі за морфологічними ознаками. Це розширює можливості виду як у закріпленні на освоєній території, так і в підвищенні його домінантної ролі в польових співтовариствах. Так, у лободи білої утворюється насіння трьох видів: великі, плоскі, зеленувато-коричневі світлих тонів — проростають восени в рік утворення; середні за розміром, опукло-випуклі з тонкою оболонкою, зеленувато-чорні — проростають на другий рік; дуже дрібні, опукло-овальні, густо чорні — проростають на третій рік і пізніше.

У мітелці вівсюга формуються різнотипні зернівки за біологічними ознаками. У верхній її частині утворюються темно забарвлені дрібні зернівки, що легко обсіпаються, їхній період спокою до 22 місяців. Вони дають сходи з глибини не більш 10—12 см і формують рослини, за ритмом розвитку подібним із пізніми яровими й пізньостиглими. Зернівки з нижньої частини мітелки найбільш великі, світло забарвлені, обсіпаються пізніше і засмічують посівний матеріал культури. Період спокою цих зернівок близько 2—3 місяців. Після цього насіння в сприятливих умовах проростає. Сходи досягають поверхні ґрунту з глибини 18—25 см, і рослини розвиваються як ранньостиглі. В середній частині мітелки формуються зернівки проміжні за морфологічними й біологічними ознаками.

У бур'янів із сімейства айстрові (жовтозілля весняне, козельці великі й ін.) насіння, що формується в центрі суцвіття (кошика), має менш короткий період спокою, ніж розташоване на краю.

Узагальнення опублікованих матеріалів, показує, що в орному шарі ґрунту на кожному полі містяться насіння і плоди 10—25 видів бур'янів при загальній їхній чисельності від 120 до 1760 млн. на 1 га. Найбільш засмічені староорні ґрунти північних і центральних районів країни. З посиленням аридності запас насіння бур'янів у ґрунті убуває з 1500—1200 до 350—150 млн. на 1 га в шарі 0—20 см (Туліков А.М., 1982).

Температура проростання. За температурою проростання насіння бур'янів умовно поділяють на чотири групи: **1) дуже холодостійкі**, насіння починає проростати за температури 2-5° С (буркун польовий, буркун лікарський, вівсюг, грицики, кульбаба лікарська, лобода біла, мокрець, підмаренник чіпкий, ромашка не пахуча); **2) холодостійкі**, насіння проростає за температури 6-9° С (злінка канадська, льонок звичайний, осот жовтий, повитиця польова, подорожник великий, рутка лікарська, чистець однорічний, щиріця); **3) теплолюбні**, для проростання насіння потрібна температура 10-13° С (паслін чорний, портулак городній, синяк звичайний, сорго алепське); **4) дуже теплолюбні**, насіння проростає за температури 14° С і вище (гусятник малий, нетреба звичайна, паслін рогатий, Коренев Г.В., Підгорний П.І., Щербак С.Н., 1990).

Деякі бур'яни зберігають свої сходи за дуже низьких температур (біля -22° С) — грицики, кучерявець Софії, талабан.

Насіння бур'янів, так званих геліофілітів, проростає лише при світлі (галінсога дрібноквіткова, грицики, жовтець їдкий, мак-самосійка, метлюг), а **насіння геліофобних бур'янів проростає лише в темряві** (дурман, підмаренник чіпкий, щиріця). Насіння більшості бур'янів під час проростання не реагує на освітлення.

Реакція середовища. Окремі види бур'янів краще ростуть в умовах кислого ґрунтового розчину (метлюг, триреберник непахучий, хвощ польовий, інші — в умовах нейтрального й лужного середовища (вівсюг, лобода, льонок звичайний, молочай, осот

жовтий польовий і рожевий, рутка лікарська, талабан польовий). Багато видів бур'янів байдужі до реакції ґрунтового розчину (грицики звичайні, жабрій, кукуль, злинка канадська, череда).

Вегетативне розмноження. Поряд із насінням в ґрунті знаходяться органи вегетативного розмноження багаторічних бур'янів (кореневища, цибулини, бульби і т.п.), корені розмноження. Розміщення коренів розмноження багатолітників не обмежується орним шаром. У багатьох рослин значна частина коренів проникає на глибину до 1—2 м і більше. Унаслідок цього велика частина кореневої системи є недосяжною для ґрунтообробних знарядь.

У коренях розмноження відкладаються пластичні речовини у формі вуглеводів. На них утворюється велика кількість адвентивних (придаткових) бруньок. Вони пробуджуються при ушкодженні коренів і з них формуються нові рослини (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. Характеристика коренів розмноження багаторічних бур'янів, розміщених на 1 м² орного шару ґрунту (за даними С.А. Воробйова, 1991)

| Рослина | Маса, г | Довжина, м | Число адвентивних бруньок |
|------------------|---------|------------|---------------------------|
| Будяк польовий | 144,2 | 80,5 | 410 |
| В'юнок польовий | 53,2 | 10,0 | 268 |
| Гірчак повзучий | 592,0 | 65,8 | 250 |
| Латук татарський | 301,5 | 32,5 | 130 |
| Осот польовий | 102,3 | 24,6 | 831 |
| Пирій повзучий | 1520,0 | 126,5 | 5550 |
| Хвощ польовий | 162,5 | 2625,0 | 45 |
| Чистець болотний | 1079,0 | 528,0 | 7009 |

При обробі ґрунту корені розмноження орного шару розриваються й розрізаються. У сприятливих умовах вони здатні приживатися й утворювати самостійні рослини. Сильною приживлюваністю характеризуються відрізки осоту польового, пирію повзучого, латук татарського, хвоща польового, слабкою — гірчака повзучого, будяка польового, в'юнка польового.

Зі зменшенням довжини відрізків коренів їхня здатність до регенерації убуває. Проте корені розмноження ряду багаторічних бур'янів (осот польовий, пирій повзучий і ін.) здатні до регенерації навіть при довжині відрізків 1—5 см.

Сильне здрібнювання коренів багаторічних бур'янів стимулює пробудження на їхніх відрізках адвентивних бруньок. У результаті регенераційна здатність коренів розмноження зростає в 1,5—2,0 рази і більше (табл. 3.2). Тому інтенсивний обробіток ґрунту сприяє не зниженню, а зростанню засміченості поля багаторічними бур'янами.

Таблиця 3.2. Регенераційна спроможність коренів розмноження при їх здрібнюванні (за даними С.А. Воробйова, 1991)

| Довжина відрізка кореня, см | Кількість утворених пагонів на 1 м коренів | | |
|-----------------------------|--|---------------|----------------|
| | Латук татарський | Осот польовий | Пирій повзучий |
| 20 | 100 | 100 | 100 |
| 15 | 140 | - | 104 |
| 10 | 200 | 173 | 138 |
| 5 | 400 | 200 | 251 |
| 3 | 400 | 209 | - |
| 1 | - | 262 | - |

Закладення багаторічних бур'янів в ґрунт на глибину не менше 20—25 см цілком

виключає регенерацію відрізків коренів розмноження. Приживлюваність їх значно знижується при низькій вологості ґрунту й сильному ущільненні, підсушуванні ґрунту й мінусових температурах.

Нерідко в несприятливих умовах коренева система багатолітників (гірчак повзучий, будяк польовий, латук татарський, хвощ польовий й ін.) знаходиться в стані спокою 2—3 роки. При настанні сприятливих умов із збереженої кореневої системи регенеруються підземні пагони. Досягши поверхні ґрунту, вони розвиваються в повноцінні рослини. Цим і пояснюється нерідко несподівана поява на полях багатолітників, яких у попередні роки не було.

Способи поширення насіння й плодів. Поширення насіння й плодів бур'янів здійснюється за допомогою спеціальних пристосувань у рослин — *автохорія*, або за допомогою агентів — *алохорія*.

В *автохорних рослин* гірчиці польової, капусти польової, редьки дикої, жовтушника розлогого, ромашки не пахучої насіння й плоди *розсіюються навколо материнських рослин під дією сили ваги*.

Механічне розкидання насіння. У багатьох бур'янистих рослин коробочка із плодами при дозріванні насіння відкривається зубчиками (кукіль звичайний, дрімота біла, шпергель польовий), дірочками (мак-самосійка, дзвіночок ріпчастий), кришечкою (білена чорна, очний колір) й т.п. *Насіння з коробочок розсіюються навколо рослини при їх коливанні, викликаному поривами вітру*.

Насіння кульбаби лікарської, будяка польового, жовтозілля звичайного, злинка канадської і бур'янів із сімейства айстрових має пір'ясті летючки, за допомогою яких *переноситься на навколишні й далекі поля навіть при слабкому вітрі* (рис. 3.4).

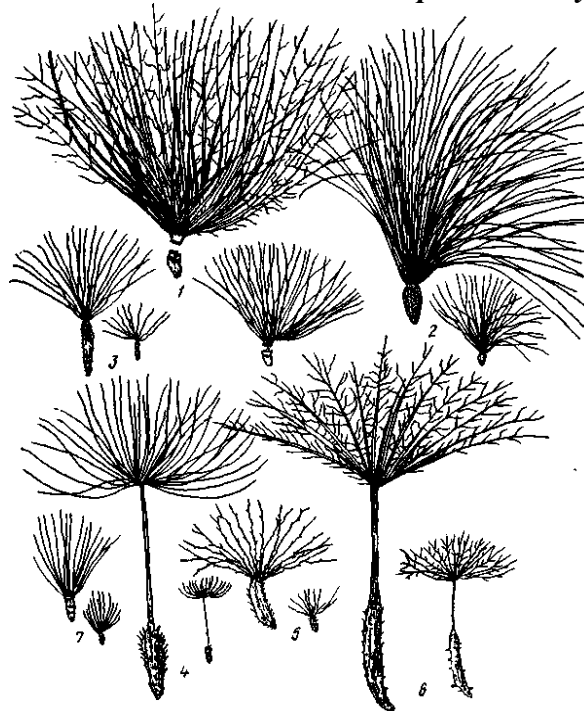


Рис. 3.4. Плоди бур'янистих рослин із летючками:

- 1 — будяк польовий; 2 — осот польовий; 3 — мати-і-мачуха; 4 — кульбаба лікарська;
5 — жовтозілля звичайне; 6 — козельці східні; 7 — злинка канадська

Деякі бур'янисті рослини (солянка південна, щиряця біла, й ін.), сильно гілкуються й до кінця вегетації здобувають форму кулястого куща. За допомогою вітру вони перекочуються, розсіюють насіння.

Насіння й плоди бур'янистих рослин (липучки їжакуватої, дурману звичайного, підмаренника чіпкого, череди тридольної) мають спеціальні вирости у вигляді якірців, гачків, зазубрених шипів, щетинок, остей і т.п. за допомогою яких вони чіпляються до

тварин, птахів, людини (зоохорія) й переносяться в інші місця (рис. 3.5).

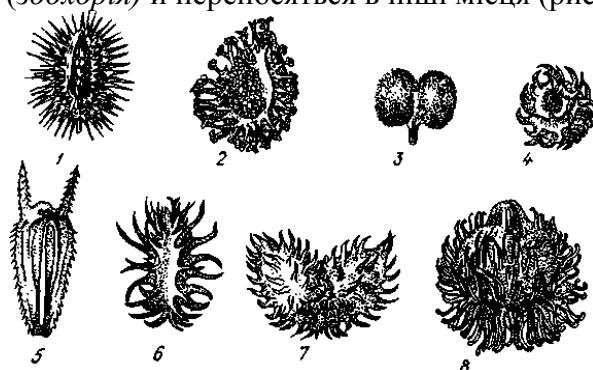


Рис. 3.5. Плоди бур'янів із причепленнями:

1 — морква дика; 2 — липучка їжакувата; 3 — підмаренник чіпкий;
4 — люцерна дика; 5 — череда; 6 — реп'ях, 7 — нетреба; 8 — лопух

Велика кількість насіння й плодів бур'янів заноситься на нові місця з екскрементами птахів і тварин.

Плоди і насіння ряду бур'янистих рослин досить успішно переносяться й водою — гідрохорія. Чим довше насіння, здатне триматися на воді і чим повільніше воно змочується й занурюється, тим у нього більше можливості до поширення таким способом.

Весняні й дощові водні потоки переносять у знижені елементи рельєфу поля насіння мітли польової, багаття польового, волошки синьої, сокирок польових, лободи білої, ситника жаб'ячого й інших, де утворюються суцільні зарості. Насіння й плоди сорго алепського, свинорію пальчастого, в'юнка польового, плоскухи півняче просо, плоскухи рисової, щетинника сизого, горця шорсткуватого, щиріці закинutoї й інших бур'янів переносяться з поливними водами.

Спеціалізація бур'янів. Багато бур'янистих рослин виробили пристосувальні ознаки, що дозволяють їм постійно утримуватися в посівах. Так, плевел пристосувався до посівів льону-довгунця, вівсюг - засмічує посіви вівса, ячменю й ярої пшениці, куряче просо - посіви проса й суданської трави, стоколос житній - посіви озимого жита і т.д.

3.3. Агробіологічні групи бур'янистих рослин і їх, класифікація

На орних землях країни зустрічається понад 700 видів бур'янів, із яких близько 120 видів заподіюють реальну й істотну шкоду культурам. Незважаючи на розмаїтість видів, багато бур'янів подібні між собою за часом появи сходів, ритмікою росту й розвитку, тривалістю життя й вегетації, способах розмноження й т.п. Казакевич Л.І. (1922), Мальцеву А.І. (1926) і Фісюков А.В. (1976) об'єднати їх у групи і розробити класифікацію (табл. 3.3).

Таблиця 3.3. Класифікація бур'янистих рослин

| Зелені рослини-автотрофи | | Зелені напівпаразитні | | Незелені паразитні | |
|---|---|--|-----------|--------------------|-----------------------|
| Малорічні | Багаторічні розмножуються: | | Малорічні | Багаторічні | Малорічні |
| | краще насінням, гірше - вегетативно | добре вегетативно й насінням | | | |
| Біологічні групи бур'янів | | | | | |
| Ефемери Ярі ранні Ярі пізні Зимуючі Озимі Дворічні | Стержнево-кореневі Мичкувато-кореневі Китице-кореневі | Бульбові Кореневищні Коренево-паросткові Повзучі Цибулинні | Кореневі | Стеблові | Кореневі, Стеблові |

Розходження у способі живлення бур'янів дозволяють виділити три типи рослин:

автотрофи, напівпаразитні й паразитні.

Автотрофи - мають розвинену кореневу систему, що засвоює з ґрунту воду й мінеральні елементи, та надземні зелені органи, що створюють органічні речовини в процесі фотосинтезу.

Напівпаразитні бур'яни здатні до фотосинтезу, мають зелені листки й стебла, а також кореневу систему. Однак у коренях мають присоски (гаусторії), за допомогою яких витягають з рослини-хазяїна воду й розчинені в ній речовини.

Паразити не мають ні листків, ні розвинутої кореневої системи й нездатні до фотосинтезу. Воду, мінеральні й пластичні речовини витягають із рослини-хазяїна, зберігаючи її життя до закінчення свого життєвого циклу. Їх поділяють на: *малорічні й багаторічні*.

Малорічні бур'яни мають період життя не більше двох років. Після плодоношення вся рослина разом із кореневою системою відмирає. Розмножуються тільки насінням. *Їх поєднують у біологічні групи: ефемери, ранні й пізні ярі, зимуючі, озимі й дворічні*.

Ефемери – бур'яни з дуже коротким періодом вегетації, які здатні давати протягом року декілька поколінь. Найпоширенішим бур'яном групи на землях України є зірочник середній або мокриця.

Зірочник середній (*Stellaria media*) – однорічний бур'ян. Стебло лежаче або висхідне 5-30 см завдовжки, розгалужене. Корінь розгалужений, тонкий, у ґрунт проникає неглибоко. Мінімальна температура проростання насіння +2- +4° С. Переважна більшість сходів з'являється в березні-травні. Цвіте в квітні-вересні, плодоносить з травня до жовтня, дає за літо 2-3 покоління. Максимальна плодючість однієї рослини 25 тис. насінин, які в свіжо стиглому й недостиглому стані проростають з глибини 4-5 см., зберігають життєздатність у ґрунті до 30 років. У посушливі роки схожість свіжостиглого й недостиглого насіння 27-53 %. Літньо-осінні сходи добре перезимовують. Поширений в садах і на овочевих культурах.

Захід контролювання бур'янів групи – частий поверхневий обробіток, для підтримання ґрунту (і вологого) в розпушеному стані.

Ранні ярі бур'яни. У посівах деяких *ярих культур* багато бур'янів розвиваються за подібною з культурою ритмікою. Одні з них (гірчиця польова, шпергель звичайний, вівсюг) дозрівають до збирання, інші (лобода біла, горець шорсткуватий, жабрій звичайний) розсіюють насіння при збиранні культури. Такі бур'яни одержали назву ранніх ярих, тому що вони засмічують переважно культури раннього терміну сівби (овес, ячмінь, льон і т.п.) (рис. 3.6).

Гірчиця польова (*Sinapis arvensis*) – однорічна рослина з прямостоячим стеблом 30-70 см заввишки (див. рис. 3.2.2). Корінь товстий, стрижневий, короткий. Починає проростати за температури +2-4°С. Сходи з'являються з глибини 0-3 см, витримують зниження температури до -3°С. Цвіте в черні-серпні. На одній рослині формується до 32 тис. насінин кулястої форми, що досягають у липні. Насіння зберігає життєздатність у ґрунті близько 11 років, а окремі насінини – до 50 років. Не маючи періоду спокою, частина насіння проростає в літньо-осінній період, а основна маса – навесні наступного року. Недостигле насіння зберігає життєздатність і схожість таку, як і достигле. Найчастіше трапляється на добре забезпечених елементами мінерального живлення і вапнованих суглинкових ґрунтах.

Біфора промениста – яра дводольна однорічна рослина з прямим, гранчастоборозенчастим, голим стеблом висотою 20-50 см. Листки 2-3 перисті, чергові. Суцвіття – зонтик з 5-7 променями. Зовнішні квіти в суцвітті неплідні, з дуже збільшеними пелюстками. Корінь стрижневий. Плід сім'янка. Форма насіння майже куляста, з одного боку овальна трикутна, шорстка. Колір – зеленувато-коричневий. Розмір насіння в діаметрі 2,75-3 мм. Маса 1000 насінин 6-8 г. Сходить у березні-квітні. Цвіте в травні-серпні. Плодоносить у липні-вересні. Глибина проростання насіння до 12 см. Поширена на півдні України. Засмічує переважно ярі зернові культури.



Рис. 3.6. Малолітні бур'яни:
 а - кукіль звичайний; б - вівсюг; в - щириця закинута; г – грицики звичайні;
 д - волошка синя

Контролюють ці бур'яни за допомогою більш пізніх термінів сівби та післясходовим боронуванням посівів.

Пізні ярі бур'яни. Ряд бур'янів (щетинник сизий, куряче просо, щириця закинута) засмічують культури пізньої сівби (цукровий буряк, кукурудза, картопля, просо, гречка й т.п.). Це група пізніх ярих бур'янів, для проростання насіння яких необхідна температура ґрунту не нижче 16-18 °С й гарна освітленість рослин у перші тижні після сходів. У посівах зернових ці бур'яни через несприятливі умови погано розвиваються й не дають насіння. На не злущеному полі вони продовжують розвиток у стерні й через 2-4 тижні рясно плодоносять (**пожнивні бур'яни**). Типовим представником є **мишій сизий**.

Мишій сизий (*Setaria glauca*) – однорічний бур'ян. Стебло пряме висотою від 10 до 60 см. Коріння мичкувате, проникає в ґрунт на 100-170 см. Насіння починає проростати за температури +6-8°С, проте оптимальною для проростання є температура 20-24°С. Сходи з'являються в квітні-травні-червні й навіть у липні-серпні. Цвіте в червні-серпні, утворюючи в липні-вересні на кожній рослині біля 14 тис. зернівок, які в свіжостиглому й недостиглому стані проростають у ґрунті з глибини не більше 16-18 см. Зернівки зберігають життєздатність у ґрунті до 30 років.

Основними методами контролювання цих бур'янів є метод провокації насіння до проростання в післяжнивний період і знищення проростків обробіткою ґрунту, а також досходове й післясходове боронування посівів ярих культур.

Зимуючі бур'яни. Багато малорічних бур'янистих рослин (грицики звичайні, талабан польовий, сокирки польові, ромашка непахуча, підмаренник чіпкий, кучерявець Софії, ярунка польова, волошка синя (рис. 3.6.д), фіалка польова) починають розвиток з осені. Сходи, що з'явилися, формують розетку з прилягаючими до землі листками й добре розвинуту в орному шарі кореневу систему, що забезпечує їхню гарну перезимівлю. З початком весняної вегетації вони швидко розвиваються, і до виходу озимих у трубку зацвітають, утворюють насіння в першій половині літа. Часто їхні сходи з'являються у

посівах ярих культур і бур'яни розвиваються за ритмікою ярих рослин і плодоносять під час збирання культури. Через подвійність у характері розвитку *ці бур'яни називають зимуючими*.

Грицики звичайні (*Capsella bursa-pastoris*) – малорічна рослина, має пряме розгалужене стебло 20-40 см заввишки з довгими призетковими листками (див. рис. 3.6. з). Корінь стрижневий, розгалужу-ний. Насіння проростає за температури 1-2°C з глибини не більше 2-3 см. Цвіте в різні терміни: зимуючі форми – в березні-травні; ярі – в червні-липні. Утворює рослина понад 200 тис. насінин. Свіжостигле й недостигле насіння має низьку схожість і проростає наступного року, даючи сходи в березні-травні або в серпні-вересні. Літньо-осінні сходи перезимовують. Насіння зберігає життєздатність у ґрунті до 35 років. Бур'ян засмічує всі культури, але найпоширеніший на зріджених посівах озимих зернових і багаторічних трав.

Для попередження поширення зимуючих бур'янів уникають повторних посівів озимих культур, а для їх контролювання - проводять боронування ярих і озимих хлібів після відростання.

Озимі бур'яни. Весняні сходи бур'янів (мітлиця звичайна, багаття польове, бромус житній й ін.) протягом усього літа кущаться й утворюють вегетативну масу, але не здатні розвинути плодоносні пагони. Більшість їхніх сходів з'являється восени. Після перезимівлі вони продовжують розвиток і до збирання культури обсіменяються і потім відмирають. Такі бур'яни, подібні за ритмікою розвитку з озимими культурами, *називають озимими*. Вони здатні засмічувати тільки озимі хлібні культури або багаторічні трави.

Мітлиця звичайна (*Apera spica-venti*) – малорічний бур'ян з прямим голим стеблом 25-100 см заввишки і мичкуватою кореневою системою. Мінімальна температура проростання зернівок - +4-6°C. Сходи з'являються навесні й наприкінці літа – на початку осені, а перезимовують тільки літньо-осінні сходи. Цвіте в червні-липні. Плодоносить в липні-серпні, утворюючи до 16 тис дрібного насіння, яке проростає з глибини 2-2,5 см і зберігає життєздатність у ґрунті близько 3-5 років. Свіжостиглі зернівки протягом 1-2 міс мають низьку схожість. Поширений бур'ян у зволжених районах України, засмічує переважно посіви озимих хлібів.

Основними заходами контролювання озимих бур'янів є уникнення повторних посівів озимих культур, весняне боронування.

Дворічні бур'яни – малорічні рослини, життєвий цикл яких відбувається за два повні вегетаційні періоди. У бур'янів (будяк кучерявий і пониклий, буркун жовтий і лікарський, білена чорна, лопух справжній, синяк звичайний, татарник звичайний) весняні сходи за перше літо розвиваються в щільну розетку з глибоким стрижневим коренем. На наступний рік перезимовані рослини викидають стрільцю й після плодоносіння відмирають разом із коренем. Окремі **дворічні бур'яни**, (гикавка сива, дурман звичайний, глуха кропива пурпурова, люцерна хмелевидна, морква дика, свербіга східна, смілка вилчата й звичайна) залежно від екологічних умов ведуть себе ще й як зимуючі, діставши назву *факультативних*.

Блекота чорна (*Hyoscyamus niger*) – дворічна трав'яниста рослина родини пасльонових. Стебло прямостояче, розгалужене, вкрите клейкими пухнатими волосками, висотою 20-100 см заввишки. Листки чергові, прості: нижні довго-черешкові, видовжено-яйце-видні; верхні – сидячі, напівстебло-обгортні, яйцевидні, виімчасто-зубчасті. Суцвіття – квітки в густих завитках. Корінь стрижневий. Плід – багатонасінна коробочка. Форма насінини – ниткоподібна. Колір насіння сіро-жовтий або сіро-коричневий. Розміри насіння: довжина 1,25-1,75 см, ширина - 1-1,3, товщина – 0,5-0,75 мм. Маса 1000 насінин 0,5-0,6 г. Сходить у березні – травні. Цвіте у перший рік життя в червні-липні, на другий рік – у травні-червні. Плодоносить в липні-серпні. Глибина проростання насіння не більше 1-1,5 см. Життєздатність насіння в ґрунті до 5 років. Максимальна плодючість – близько 447 тис. насінин. Температура проростання: мінімальна – 4-6°C, оптимальна – 18-

20°C. Поширена на полях, городах, у садах, на пасовищах на усій території України. Може засмічувати ефіроолійні, зернобобові, зернові, зернові круп'яні, технічні, овочеві культури та кормові трави. Отруйна рослина.

Буркун лікарський (*Melilotus officinalis*) – малорічна рослина з прямим розгалуженим стеблом висотою 50-150 см. Стрижневий корінь проникає у ґрунт майже на 2 м. Насіння проростає й дає сходи в березні-травні за температури 2-4°C. Росте протягом весняно-літньо-осіннього періоду й перезимовує. Пагони з бруньок на кореневій шийці з'являються в березні-травні. Цвіте в червні-серпні, плодоносить у липні-вересні, даючи близько 33 тис. насінин. Насіння проростає лише наступної весни з глибини не більше 4-5 см і зберігає життєздатність у ґрунті до 20 років. Поширений на землях, які не обробляються: узбіччя доріг, межі полів, узлісся.

Будяк акантовидний – дворічна справжня дводольна бур'яниста рослина з прямим галузистим стеблом заввишки 50-180 см. Має вузь крилаті прилистки з колючками. Листки чергові, перисто-роздільні, вздовж жилок опушені, нижні черешкові, верхні сидячі, по краях і на верхівці з міцними колючками, 2-11 мм довжиною. Суцвіття – кошики 2-2,7 см довжиною, поодинокі або по 2-7 на кінцях гілок. Обгортка павутиниста, внутрішні її листки на верхівці гачковидно зігнуті. Квітки трубчасті, пурпурного кольору. Корінь веретеноподібний стрижневий. Плід сім'янка. Форма насіння – обернено яйцевидна. Колір насіння сірувато-жовтуватий з темнішими поздовжніми смужками, закінчується білим чубчиком. Розмір зерна 2,5-3,0 см довжиною. Маса 1000 насінин 1-1,5 г. Сходить у квітні-травні. Цвіте в червні-липні. Плодоносить з липня до пізньої осені. Максимальна плодючість однієї рослини до 45 тис насінин. Температура проростання: мінімальні 2-4° С, оптимальна 20-22° С. Поширений на всій території України, переважно на занедбаних пасовищах, вздовж доріг, біля жител, у садах.

Гикавка сива (*Berteroa incana*) – дворічна сірувато-зелена від зірчастих волосків рослина родини хрестоцвітих. Стебло прямостояче, розгалужене, 20-40 см заввишки. Листки чергові, ланцетні, з цілими краями або рідко-дрібно-зубчасті, прикореневі – черешкові, стеблові – сидячі. Суцвіття - квітки з білими пелюстками, зібрані у верхівкові китиці. Корінь стрижневий. Плід – стручечок. Форма плоду видовжений овально-стиснутий багатонасінний двостулковий. Колір плоду – білувато-коричневий. Форма насінини – овально-стиснута. Колір коричневий або сіро-зелений. Розмір насінини: довжина 1,5-1,75 мм, ширина – 1,5, товщина 0,4-0,5 мм. Маса 1000 насінин 0,8 г. Сходить в березні-травні та серпні-вересні. Цвіте в травні-жовтні. Плодоносить з липня до пізньої осені. Глибина проростання насіння не більше 32,5 см. Максимальна плодючість – близько 183 тис. насінин. Температура проростання: мінімальна 2-4°C, оптимальна 16-26°C. Поширена на полях, суходільних пасовищах, біля жител, вздовж доріг на усій території України. Засмічує зернобобові, зернові, зернові круп'яні культури та кормові трави.

Для запобігання засмічення угідь дворічними бур'янами їх скошуюють до цвітіння в місцях найбільшого поширення.

Оскільки малолітні бур'яни розмножуються плодами й насінням і за життя плодоносять раз, то їх ще **називають монокарпічними**.

Багаторічні бур'яни. *Бур'яни, у яких щорічно навесні від збереженої у ґрунті кореневої системи відростають нові рослини називають багаторічними.* Вони утворюють до кінця літа свої органи вегетативного поновлення й насіння. Восени після плодоношення рослина до кореневої шийки відмирає, а навесні весь цикл розвитку повторюється заново. Багаторічні бур'яни здатні до щорічного плодоношення і їх називають полікарпічними. Органи вегетативного поновлення у вигляді коренів розмноження, кореневих нащадків, кореневищ, цибулин, бульб, наземних батогів, від яких за один літній період утворюється кілька штук або десятків дочірніх рослин.

У залежності від способу розмноження багаторічні бур'яни поділяють на групи: 1) **які розмножуються переважно за допомогою насіння**, а вегетативне розмноження

обмежене (*стрижнево-кореневі, китице-кореневі, мичкувато-кореневі (дернові)*); 2) з **добре вираженим вегетативним способом розмноження**, хоч розмножуються й насінням (*коренево-паросткові, кореневищні, повзучі, бульбові й цибулинні*).

Стрижнево-кореневі бур'яни – багаторічні рослини з довгим і потовченим головним коренем і обмеженою здатністю до вегетативного розмноження. У бур'янів (кульбаба лікарська, цикорій дикий, полин гіркий) коренева система складається з проникаючого в підорні шари головного стрижневого кореня і великої кількості покриваючих його дрібних бічних корінців. При поверхневому ушкодженні кореневої системи ґрунтообробними знаряддями або після перезимівлі утворення нових рослин походить із бруньок розташованих у верхній частині головного кореня на кореневій шийці, а також з адвентивних (придаткових) бруньок.

Кульбаба лікарська (*Taraxacum officinale*) – багаторічна рослина із стеблом у вигляді порожнистої стрілки 15-30 см заввишки, яка закінчується великим кошиком. Листя зібране в прикореневу розетку. Корінь товстий, розгалужений до 50 см завдовжки. Сходи з насіння, а пагони з бруньок на кореневій шийці з'являються в березні-травні та восени. У рослин, які з'являються з насіння в перший рік життя інтенсивно розвиваються і розетки листків і корінь. Рослина цвіте наступного року дуже рано, утворюючи від 200 до 7000 насінин, які після досягання не втрачають життєздатність майже 2 роки і швидко проростають у вологому ґрунті. Вегетативне відновлення рослин спостерігається нижче рівня її підрізання ґрунтообробними знаряддями. Найчастіше трапляється у зріджених посівах багаторічних трав.

Для контролювання бур'янів цієї групи застосовують глибоке підрізання кореневих шийок з вивертанням їх на поверхню ґрунту для висушування і відморожування.

Китице-кореневі бур'яни. Подорожник великий, жовтець їдкий (рис. 3.7.1, 3.7.3) мають систему добре розвинутих і численних додаткових коренів. У ґрунті від основи стебла вона розходить у вигляді густої кисті, утворюючи щільну мочку коренів. Вегетативне поновлення в них виражено дуже слабо. Тому вони, зустрічаються на межах і краях полів, де обробіток ґрунту менш ретельний і на полях із не щорічним обробітком (багаторічні трави, пасовища і т.п.).



Рис.3.7. Багаторічні бур'яни:

1 – жовтець їдкий; 2- жовтець повзучий; 3- подорожник великий

Подорожник великий (*Plantago major*) – багаторічна китице-коренева рослина із стеблом 10-60 см заввишки. Листки на довгих черешках зібрані у прикореневу розетку. Насіння проростає з глибини 2-3 см за температури 6-8°C, оптимальна температура проростання 26-28°C. Сходи з насіння, а пагони з бруньок на кореневій шийці з'являються в березні-травні і в серпні-вересні. Літньо-осінні сходи перезимовують. Цвіте з першого року життя в червні-серпні, а плодоносить з липня до вересня, утворюючи до 300 тис.

насінин, які зберігають схожість у ґрунті до 7 років. Поширений повсюдно, особливо на ущільнених і перезволожених ґрунтах, здебільшого в посівах багаторічних трав тривалого використання (Гродзинський А.М., 1990).

Для контролювання бур'яну поля тримають у розпушеному стані.

Група мичкувато-кореневих бур'янів – багаторічні рослини з обмеженою здатністю до вегетативного розмноження і добре розвиненою мичкуватою кореневою системою, яка переплітає верхній шар ґрунту й утворює дернину. До групи належать вівсяниця овеча, білоус стиснутий (мичка), щучник дернистий. Вівсяниця овеча належить до кращих кормових злаків, а білоус стиснутий і щучник дернистий, які поширені на суходільних пасовищах, мають дуже низьку кормову цінність.

Щучник дернистий (*Deschampsia caespitosa*) – багаторічна рослина з прямими солонистими стеблами 70-150 см заввишки. Корінь мичкуватий, утворює дернину. Насіння сходить з глибини не більше 3-4 см. Цвіте в липні. Плодоносить в серпні-вересні, утворюючи біля 1000 зернівок. Засмічує луки й пасовища.

Контролюють мичкувато-кореневі бур'яни, знищуючи дернину дисковими знаряддями з наступним обробітком фрезами.

Коренево-паросткові бур'яни – багаторічні рослини, в яких добре виражений вегетативний спосіб розмноження за допомогою корневих паростків. Це дуже поширені й злісні бур'яни - будяк польовий, осот польовий, жовтий і рожевий, в'юнок польовий, берізка польова, гірчак звичайний. Ушкодження кореневої системи при обробітку ґрунту підсилює їх вегетативне поновлення. Уламки коренів у вологому ґрунті добре приживаються й дають нові рослини. Коренева система, що залишилася нижче глибини обробітку ґрунту, після механічних ушкоджень виганяє на поверхню ще більшу кількість рослин, ніж їх було до обробітку. Бур'яни дуже стійкі до висушування ґрунту, підвищеної температури, високої щільності, слабкого освітлення, забур'янюють усі культури, але більше ярі.

Осот рожевий (*Cirsium arvense*) – багаторічний бур'ян з прямим розгалуженим стеблом заввишки 40-160 см, з дуже довгим (до 6 м) головним коренем. Верхня його частина не доходячи 15-30 см до поверхні ґрунту, переходить у стебло, яке зимою часто відмирає. Нижче цього місця горизонтально відгалужуються корені розмноження, які потім, роблячи коліноподібний вигін, ростуть вертикально вниз. У верхній частині головного кореня та на коренях розмноження, і найчастіше на колоноподібному вигині, розвиваються бруньки, з яких утворюються надземні розетки й стебла. Частина коренів, які ростуть вниз після коліноподібного вигину, згодом перетворюються на нові головні корені. Найкраще регенерують відрізки коренів 15-20 см завдовжки. Вони краще приживаються навесні і гірше – влітку й восени, коли бракує вологи. Ці бур'яни успішно розмножуються насінням, яке проростає за досить високої температури ґрунту – 25-30°C й лише з поверхні. Якщо насіння потрапляє у ґрунт на глибину 5 см, воно не сходить. За сприятливих умов насіннєві сходи осоту впродовж місяця набувають здатності до вегетативного розмноження. Крім ранніх ярих суцільної сівби осот рожевий засмічує практично всі просапні культури.

Знищують ці бур'яни методом виснаження.

Берізка польова – багаторічний бур'ян із сланким або витким голим стеблом довжиною 30-200 см. Листки чергові. Суцвіття – квітки рожеві, білі, поодинокі або розміщуються у пазухах листків по 2-3, на довгих квітконосах. Корінь у вигляді вертикальних і горизонтальних паростків, що проникають у ґрунт на глибину 4-6 см. Насіння плід – двонасінна коробочка. Форма плоду – кулеподібно-яйцеподібна. Форма насіння – обернено-яйцеподібна, слабо тригранна. Колір насіння – сірувато-коричневий або темно-сірий. Розмір насіння: довжина 2,5-3,5 мм, ширина – 2,0-2,5, товщина 1,5-2,0 мм. Маса 1000 насінин 5-6 г. Цвіте в перший рік життя у липні-вересні, а на другий – з травня до осені. Плодоносить з липня до жовтня. Максимальна плодючість 9800 насінин. Життєздатність у ґрунті до 50 років. Глибина проростання насіння до 40 см. У свіжо

достиглому стані насіння проростає з глибини не більше 15 см.

Бульбоплідні бур'яни – багаторічні рослини з добре вираженим вегетативним розмноженням за допомогою потовщень на коренях або підземних стеблах. У багаторічних бур'янів бульби, як органи вегетативного розмноження, утворюються біля основи стебел (ячмінь цибулястий, тимофіївка лучна), на кореневищах (смикавець круглий, чина бульбаста) і столонах (чистець болотний, земляна груша, м'ята польова. У рослин поряд із насіннєвим розмноженням, добре виражене вегетативне за допомогою коренів, сформованих у **бульбові стовщення**. Бульби з бруньками, листовими лусочками відокремлюються від кореневої системи восени після відмирання материнської рослини або ж при обробці ґрунту. Одна рослина утворює кілька десятків бульб, кожна з яких здатна дати нову рослину.

Бульбокомиш болотний – багаторічний бульбовий однодольний бур'ян з прямим тригранним голим стеблом висотою 50-100 см. Листки широколінійні, без опушення. Перший листок сходів голчастий загострений, наступні видовжено лінійні, у верхній частині піхов на боках є півчасті вирости. З першого потовщеного стеблового вузла утворюється багато коренів. Суцвіття – квітки сидячі або на коротких ніжках, зібрані у темно-коричневі головки, які виходять із пазух листків і утворюють волосисте суцвіття. Коренева система у вигляді неглибоко розташованих (до 4-5 см) підземних стебел з бульбоподібними потовщеннями. Плід горішок. Форма тригранна, з одного боку плоска, з іншого – опукла, до вершини дещо розширена. Поверхня блискуча. Колір насіння у верхній частині темно-коричневий, біля основи світло-жовтий з декількома щетинками. Розмір насіння: довжина 2,5-4 мм, ширина 1,5-2,5, товщина 1,5-2,0 мм. Маса 1000 горішків 2,3-2,5 г. Сходить із насіння і пагонів бульб у квітні-червні. Цвіте в травні-серпні. Плодоносить у червні-жовтні. Розмножується насінням і вегетативно – бульбами. Бульби мають 4-6 бруньок, з яких утворюються надземні плодоносні пагони й кореневища з новими бульбами. Одна бульба за вегетаційний період здатна утворити 50 нових і майже стільки надземних пагонів. Глибина проростання бульб до 15 см, насіння – з поверхні. Насіння зберігає життєздатність у ґрунті 5-8 років. Поширений на усій території України, особливо на зрошувальних рисових системах і осушуваних полях, перезволожених землях, вологих луках, біля каналів меліоративних систем та на берегах водойм.

Чистець болотний (*Stachys palustris*) – рослина з вегетативним і насіннєвим способом розмноження. Висота рослини сягає 30-120 см. На довгих підземних пагонах (столонах) наприкінці вегетації утворюються 10-50 булавоподібних потовщень (бульб), які при пізньому осінньому обробітку легко поширюються в ґрунті. Ростає на зволжених і заболочених місцях.

Заходи контролювання бур'янів - часте підрізування їх кореневої системи знаряддями обробітку та осушення перезволожених ґрунтів.

Група кореневищних бур'янів. У бур'янів (пирій повзучий, хвощ польовий, свинорій, деревій звичайний) вегетативне розмноження здійснюється за допомогою підземних пагонів (кореневищ), що розходяться від материнської рослини в усі сторони. Кожен вузол кореневища несе захищений лусочкою адвентивний пагін і утворює мочку придаткових коренів. У ґрунті кореневища залягають не глибше 20-30 см, розростаються, гілкуються, а при виході на денну поверхню розвиваються в нові рослини. Хвощ польовий, сорго алепське мають кореневища на глибині до 1-1,5 м. При дробленні кореневищ ґрунтообробними знаряддями кожен відрізок, що утворився, здатний утворювати самостійну рослину (рис. 3.8).

Пирій повзучий (*Agropyrum repens*, рис. 3.8.а) – багаторічна рослина, підземна частина якої складається з кореневищ, що утворюються з вузла кушіння. Залягають вони на ущільнених ґрунтах на глибині 10-12 см, дещо глибше – за високої їх розпушеності. З проростанням бруньок відновлення на поверхні ґрунту розвиваються стебла і листки. Від кореневищ відгалужується багато тоненьких корінців, які густо обплітають ґрунт і заглиблюються до 2,5 м. Добре розвинена підземна система дає цій рослині змогу легко

витримувати посуху. На рослині в липні-вересні утворюється до 19 тис. зернівок, які в свіжо достиглому стані проростають з глибини не більше як 7-10 см. Насіння зберігає життєздатність у ґрунті понад 5 років. З подрібнених відрізків кореневищ (5-15 см) молоді пагони відростають з глибини до 25 см. Сходи із зернівки й пагони з бруньок на кореневищах з'являються в березні-травні за температури 2-4°C. Оптимальна температура для росту й розвитку рослин пирію становить 20-30°C. Бур'ян найшкідливіший в посівах просапних культур.



Рис. 3.8. Багаторічні бур'яни:

а - пирій повзучий; *б* - хвощ польовий; *1* - кореневища з коренями і наземними пагонами; *2* - надземні спороносні пагони; *3* - споролисток із спорангіями; *4* - спора; *5* - відрізок кореневища й бульби.

Для знищення бур'янів цієї групи використовується метод удушення, вичісування (видалення) висушування, заморожування.

Цибулинні бур'яни – група багаторічних рослин з добре вираженим вегетативним розмноженням цибулинами. У розмноженні цибулі круглої, Вальдштейна, виноградникової, часникової, овочевої поряд із насінням, велику роль грають стебла, що утворюються в ґрунті в основі стебла, численні дочірні цибулинки. При обробі ґрунту вони розтягуються полем і кожна з них утворює окрему рослину, викликаючи сильне засмічення посівів.

Цибуля Вальдштейна (*Allium Waldsteinii*) – багаторічна рослина з плоскими листками, циліндричним голим стеблом 30-70 см заввишки і мичкуватою кореневою системою. Розмножується насінням і підземними цибулинами, які розміщені в пахах луск головної цибулини в кількості від 10-15 до 30-50. Цибулини проростають восени. Цвіте й плодоносить рослина з червня до липня, засмічує посіви, особливо озиме жито.

Заходи контролювання – обробіток поля культиваторами з боронами, або боронами, що сприяє переміщенню цибулинок на поверхню ґрунту, де вони засихають і гинуть.

Повзучі бур'яни – багаторічні рослини з переважно вегетативним способом розмноження за допомогою укорінення повзучих пагонів (вуси, батоги). Це жовтець повзучий, перстач гусячий, розхідник плющоподібний. З кожного вузла такого батого з'являються листки й додаткові корені, що розвиваються у дочірню розетку. Часто зустрічаються на городах, сінокосах, у садах та на пасовищах, розміщених на добре зволжених ґрунтах.

Жовтець повзучий (*Ranunculus repens*) – рослина з укороченим підземним стеблом (кореневищем), з якого виростають шнуроподібні корені (див. рис. 3.7.2). Стебла лежачі, 20-60 см завдовжки, розповзаються у всі боки, галузяться й вкорінюються у вузлах, утворюючи самостійні дочірні рослини. Сходи з горішків і пагони з бруньок на кореневій шийці з'являються в березні-травні, а також впродовж літа. Цвіте рослина в травні-липні,

плодоносить – у червні-серпні, утворюючи до 350 плодів-горішків. Свіжостигле насіння має дуже низьку схожість і проростає переважно навесні з глибини 0-5 см, глибше 8 см проростання насіння припиняється. Рослина отруйна.

Основним заходом контролювання повзучих бур'янів є поверхневий обробіток, який заважає укоріненню відрослих пагонів, з наступним глибоким їх приорюванням.

Напівпаразитні бур'яни – рослини, здатні до фотосинтезу, але в зв'язку з відсутністю кореневої системи живляться за рахунок рослини-господаря. Вони бувають багаторічними й малорічними.

Багаторічні напівпаразити живуть на деревних породах і не мають відношення до польових трав'янистих культур.

До **малорічних напівпаразитів**, які воду й поживу використовують з рослини-господаря, присмоктуючись до кореня, належать зубчатка, очанка прямостояча, дзвінець великий, кравник пізній і весняний, а на узліссях лісів - перстач дібровний (калган).

Дзвінець великий (*Rhinanthus major*) – кореневий напівпаразит, на розгалуженнях стрижневого кореня якого є багато присосок (гаусторій). Стебло пряме гіллясте, 20-60 см заввишки. Листки видовжено-ланцетні, майже голі, тупо-шило-видні, зубчасті, 4-6 см завдовжки. Суцвіття – квітки зібрані в колосоподібні китиці на верхівці стебла й гілок. Квітки в колосоподібних волотях жовті. Цвіте в червні - липні. Плід – двогніздова коробочка. Форма плоду куляста, форма насіння – овальна, сплюснута. Розмір насіння: довжина 3,5-4,0, ширина 2,5-3,25, товщина – 0,5 мм. Маса 1000 сім'янок 1,5-1,75 г. Плодоносить у липні-серпні. На одній рослині утворюється близько 700 насінин, які проростають з глибини не більше 4-6 см. Паразитують переважно на озимому житі. Поширена переважно на Поліссі. Насіння в ґрунті зберігає життєдіяльність протягом 1-2 років. Для запобігання засміченню посівів бур'янами цієї групи проводять очищення насінневого матеріалу, а уражені культури повертають на поле не раніше, ніж через два роки.

Паразитні бур'яни – малорічні не зелені рослини, що повністю втратили здатність до фотосинтезу і живляться лише за рахунок рослини-господаря. Вони представлені двома біологічними групами: **стеблові** (різні види повитиць – конюшинна (рис. 3.9.б), льонова, польова) й **кореневі** (різні види вовчків – гіллястий, єгипетський, соняшниковий) **паразити**. Поширені в Україні повсюдно в лісостепових і степових районах, менше на Поліссі (Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф., 1985).

Повитиця польова (*Cuscuta campestris*) – малорічний стебловий паразитний бур'ян без листя й коренів. Має тонкі, гіллясті, виткі стебла блідо-жовтого або оранжевого кольору. Квітки дрібні, зібрані в щільні клубочки. Плід – коробочка з чотирма насінинами. Сходи не мають сім'ядоль. Нитковидний тонкий проросток, що з'явився з насіння, не має коренів і протягом перших днів здійснює обертальні рухи, відшукуючи рослину-хазяїна. Торкнувшись його, він робить 2-3 витка навколо стебла й впроваджується присосками в стебло хазяїна. З цього моменту проросток утрачає зв'язок із ґрунтом і посилено росте, утворюючи шапкоподібні клубки нитковидних стебел із численними коробочками, що містять насіння. Сходи повитиці, які не знайшли рослину-господаря, живуть за рахунок запасних речовин насіння близько двох тижнів. Максимальна плодючість одного паразита – понад 110 тис. насіння, які мають досить розтягнутий період проростання й зберігають життєздатність у ґрунті до шести років. Уражають льон, конюшину, люцерну, цукровий буряк, картоплю й інші культури і багато видів бур'янів.

Вовчок соняшниковий (*Orobanche cymana*) – малорічний кореневий паразит, розмножується тільки насінням, ушкоджує переважно соняшник. Проросток присмоктуються до кореня рослини-хазяїна й уражає близько 100 видів (соняшник, тютюн, томати, коноплі й ін.). Вовчок проростає з глибини 20-25 см і через 1,5-2 місяці виносить на поверхню ґрунту стебло, яке цвіте й формує близько 200 тис. дрібних і дуже легких насінин, здатних розноситися за допомогою вітру на великі відстані. Насіння, зберігає в ґрунті схожість 8-10 років, а зустрічаючи корінь рослини-хазяїна, присмоктуються до нього й посилено розростається в ґрунті у вигляді цибулини. Через 1,5-2 місяці з неї виходить на поверхню

квітконос (рис. 3.9.а).

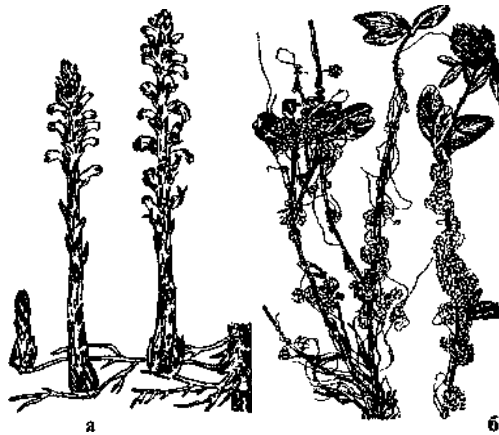


Рис. 3.9. Паразитні бур'яни:

а - вовчок соняшниковий; б - повитиця конюшинова.

Для запобігання ураження вовчком соняшник та інші рослини слід повертати на поле не раніше, ніж через 8-10 років, а уражені рослини видаляти з поля до цвітіння паразита.

Особливо небезпечними на території України є **карантинні обмежено розповсюджені бур'янисті рослини**: амброзія полинова, багаторічна і тридольна, гірчак повзучий, паслін триколірний і всі види повитиць. Державна інспекція за карантинном веде контроль і боротьбу за обмеженням поширення на всій території країни.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia*) – однорічна яра дводольна бур'яниста рослина. Стебло високе (до 200-250 см) пряме, розгалужене у верхній частині, міцне, опушене. Листки (4-15 см завдовжки) зверху зелені, голі, зісподу – сіро-зелені, опушені верхні чергові, темно-зелені, одно перисті, нижні – подвійно-перисто-роздільні з лінійно-ланцетними частками, супротивні, знизу опушені. Суцвіття – квітки зібрані в роздільностатеві зелені кошики. Чоловічі в колосо- або китицеподібних суцвіттях, розташовані на кінцях стебел та гілок. Жіночі розміщені по одній в пазухах листка або під чоловічими суцвіттями. Квітколоже щетинисто-плівчасте. Корінь стрижневий, розгалужений, заглиблюється в ґрунт до 4 м і більше. Плід – сім'янка. Форма насіння – сім'янка без обгортки, яйце- або горіхоподібна, з одним виступом зверху і 5-6 коротшими на боках. Якщо сім'янка в обгортці то має обернено-яйцеподібну форму. Колір – зеленувато-сірий або зеленувато-бурий. Розмір: довжина 1,5-2,3 мм, ширина і товщина 0,81-1,5 мм. Маса 1000 насінин 1,5-2,0 г. Рослина випадково завезена з Америки. Сходить наприкінці березня-травні. Цвіте з другої половини липня до жовтня. Плодоносить у вересні – листопаді. Глибина проростання насіння не більше 8 см. Життєздатність насіння в ґрунті до 40 років. Максимальна плодючість – 88 тис сім'янок. Температура проростання насіння: мінімальна 6-8° С, оптимальна 20-22° С, максимальна 30-32° С. Поширена в південно-східних областях України (Дніпропетровська, Донецька, Запорізька). В інших є карантинним бур'яном. Засмічує посіви всіх польових культур, трапляється в садах, на узліссях, присадибних ділянках, узбіччях доріг. Отруйна рослина. Під час масового цвітіння, виділяє в повітря багато пилку, який потрапивши в органи дихання людей, викликає алергічну хворобу під назвою весняна пропасниця (Гродзинський А.М., 1990).

3.4. Облік бур'янистих рослин і пороги їхньої шкідливості

Методи обліку бур'янів. Для обліку забур'яненості посівів є такі методи: **окомірний, кількісний, ваговий, кількісно-ваговий.**

Окомірний метод полягає в тому, що поле проходять діагонально й через рівні

відрізки реєструють бур'яни всіх видів. Усереднені дані спостережень декількох ділянок оцінюють так:

- 1 бал – бур'яни в посіві поодинокі;
- 2 бали – бур'яни в посіві вже непоодинокі, але їх ще мало;
- 3 бали – бур'янів багато, але менше ніж культурних рослин;
- 4 бали – бур'янів більше ніж культурних рослин, вони їх глушать.

Окомірний метод визначення забур'яненості застосовують рідко, під час оперативного обстеження на початку вегетації рослин для обґрунтування заходів з регулювання бур'янів (боронування, внесення гербіцидів). Метод недосконалий, спрощений.

Кількісний метод обліку бур'янів на діагоналі поля розміром до 100 га передбачає 10 визначень за допомогою облікової рамки площею 2-3 м² для багаторічних бур'янів і площею 0,25-1,0 м² – для мало річних. При площі поля 100-150 га облік бур'янів роблять в 20 місцях, а при розмірі поля понад 150 га – в 30 місцях через рівні відстані. Рамку квадратної форми площею 0,25 м² (довжина кожної сторони 0,5 м) краще виготовити з напівтвердого дроту перетином 3-5 мм.

Поле проходять від одного краю до протилежного за заздалегідь наміченим маршрутом, який представляє ламану лінію, або прямі лінії у напрямку однієї або двох діагоналей. Через рівну кількість часу (або рівну кількість кроків) роблять зупинку. Біля носка ноги накладають облікову рамку, однією діагоналлю на рядок культури, і в площі рамки підраховують число стебел кожного виду бур'янів, а результати відразу записують у відомість обліку. Після обліку бур'янів у полі остаточні розрахунки з визначення кількості всіх бур'янів у штуках на 1 м² проводять у приміщенні, а результати записують до таблиці за такою формою табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Облік бур'янів у посіві

| № поля | Культура | Номер майданчика | Кількість бур'янів у пробі, шт.. | | | |
|--------|----------|------------------|----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | | Малорічні | | Багаторічні | |
| | | | односім'я-дольні | двосім'я-дольні | односім'я-дольні | двосім'я-дольні |
| | | | | | | |

Час обліку засміченості посівів повинен на 3-5 днів випереджати мінімальні терміни проведення винищувальних заходів. Ступінь забур'яненості визначають за кількістю бур'янів на 1 м² і записують відповідний бал, користуючись шкалою (табл. 3.5).

Таблиця 3.5. Шкала визначення ступеня забур'яненості

| Ступінь забур'яненості | Бал | Інтервал значень для агробіологічних підтипів бур'янів | |
|------------------------|-----|--|------------------|
| | | малорічні види | багаторічні види |
| Низький | 1 | 10 | 1 |
| Середній | 2 | 10-50 | 2-5 |
| Високий | 3 | >50 | >5 |

Ваговий метод полягає в тому, що усі бур'яни з облікового майданчика зважують у сирому, а потім – в повітряно-сухому стані. При обліку кореневищних і коренепаросткових бур'янів враховують лише їх надземну частину. Метод застосовують для того щоб визначити якої шкоди завдають бур'яни посівам. У посіві може бути багато бур'янів, але вони невеликі й не завдають їх відчутної шкоди. Але окремі багаторічні бур'яни можуть бути поодинокими, мати велику масу й значно знижувати урожай сільськогосподарських культур.

Кількісно-ваговий метод є універсальним і передбачає облік кількості бур'янів і культурних рослин на кожному майданчику з визначенням їх маси. Метод дає найповнішу

інформацію про фактичну забур'яненість посівів у відсотках, а також визначає невідповідність кількості бур'янів їх масі.

Методи визначення засміченості ґрунту. *Потенційна забур'яненість ґрунту – кількість насіння бур'янів і органів їх вегетативного розмноження у ґрунті.* Її визначають *методом промивання зразка ґрунту водою через сито* з отворами 0,25 мм.

Зразки ґрунту відбирають восени після основного обробітку ґрунту або навесні з двох діагоналей поля з певного шару буром. При площі поля до 50 га відбирають 30 проб, 50 — 100 га — 60 проб, понад 100 га — 80 проб. З кожного зразка відбирають дві наважки масою 500 г (Єщенко В.О., 2004).

Відмите нормальне насіння підсушують, висипають на розбірну дошку й підраховують. Відбирають по 50—100 насінин у 3-5 повтореннях висівають на зволожений фільтрувальний папір і пророщують в термостаті за температури 20-26 °С. Облік пророщених насінин проводять кожні 3-5 днів з наростаючим підсумком. Після закінчення пророщування в чашки наливають 10 мл 0,5%-го розчину хлорфенілтетразолію хлористого і поміщають непроросле насіння. Після добової експозиції в термостаті при 20 °С, роздавлюючи оболонки, визначають за різницею в забарвленні тканин кількість мертвих і живих насінин, які перебувають у стані спокою. Якщо вміст насінини забарвлений в коричневий колір, то вона мертва, насіння в ендогенному спокої — червоного кольору, а тверде насіння в екзогенному спокої залишається з білим кольором тканини. Якщо розходження в кількості насіння між наважками не перевищує 5 %, то дані наважок складають і отримана сума відповідатиме кількості життєздатного насіння в млн./шт./га. Кількість живого насіння (пророслого й у стані спокою) характеризує загальну засміченість ґрунту насінням бур'янів, а кількість схожого насіння — потенційну забур'яненість поля на цей час.

Проте визначена засміченість ґрунту за таким методом має дещо суб'єктивний характер, оскільки під час розрахунків не береться до уваги ні вологість ґрунту, ні його щільність (Манько Ю.П., Танчик С.П., Максимчук, 2005).

Засміченість ґрунту насінням бур'янів буде об'єктивнішою, якщо кількість насіння визначатимуть через площу бура за формулою

$$Z_{г.н.} = 10000K/ПН$$

де: $Z_{г.н.}$ — засміченість шару ґрунту насінням бур'янів, шт./м²; K — кількість насіння бур'янів у зразку, шт.; $П$ — площа бура, см²; $Н$ — кількість проб, відібраних буром на полі, шт.; 10 000 — площа 1 м², см².

Крім насіння, ґрунт засмічують і органи вегетативного розмноження бур'янів, кількість яких визначають наприкінці вегетаційного періоду. Для обліку кореневищних бур'янів на полі рівномірно на діагоналі виділяють 5—10 майданчиків площею 0,5 м², а коренепаросткових — 2-5 майданчиків площею 1 м² кожний. Розкопуючи ґрунт лопатою до 30 см, вибирають кореневища. Кореневища, товщі за 1 мм, розбирають із визначенням їх маси, довжини та кількості бруньок з наступним перерахунком на одиницю довжини підземного органу бур'яну. Оцінюють засмічення ґрунту за шкалою (табл. 3.6).

Таблиця 3.6. Шкала оцінки засміченості орного шару ґрунту насінням і органами вегетативного розмноження бур'янів, млн. шт./га

| Ступінь засміченості | Бал | Показник | | |
|----------------------|-----|--|--|--|
| | | Загальна кількість фізично нормального насіння | В тому числі кількість схожого насіння | Кількість бруньок на органах вегетативного розмноження |
| Слабкий | 1 | Менше 10 | Менше 2 | Менше 0,1 |
| Середній | 2 | 10-50 | 2-10 | 0,1-0,5 |
| Високий | 3 | Більше 50 | Більше 10 | Більше 0,5 |

Картування забур'яненості полів. На схематичній карті господарства з її межами, розмірами ділянок, видом угідь, культур, назвою сівозміни в правому нижньому кутку кожного поля креслять два концентричні кола — одне діаметром 2 см, в якому записують

рік обстеження та назву культури або угіддя. Зовнішнє коло діаметром 4,5 см розділяють на сектори, кількість яких відповідає кількості біологічних груп. У кожному з них записують основні види бур'янів та їх середню кількість на 1 м².

Користуючись табл. 3.4 та даними про види бур'янів, встановлюють тип забур'яненості поля (табл. 3.7), за яким визначають подальшу систему контролювання бур'янів.

Таблиця 3.7. Ключ для визначення типу забур'яненості поля

| Типи забур'яненості та переважаючі біологічні групи бур'янів | | Частка груп бур'янів за тривалістю життя, % | |
|--|------------------|---|--------------|
| | | малорічних | багаторічних |
| Малорічний | | 80-90 | 10 - 20 |
| Багаторічний | Коренепаросткові | 5 -10 | 90 - 95 |
| | Кореневищні | 5-10 | 90 - 95 |

Отримані результати обліку використовують як обґрунтування доцільності проведення винищувальних заходів з бур'янами на полі. При низькій засміченості посівів понесені господарством витрати на винищувальні заходи можуть не окупитися збільшенням врожаю. При високій засміченості посівів відмова від знищення бур'янів може привести до значного недобору врожаю. У цьому зв'язку необхідно знати ту кількість бур'янів, при якій витрати на проведення винищувальних заходів окупаються збільшенням врожаю. Таку кількість бур'янів називають **економічним порогом (або рівнем) шкідливості** бур'янів (табл. 3.8).

Таблиця 3.8. Еколого-економічні пороги шкідливості бур'янів (шт./м²) у посівах культур (Манько Ю.П., Танчик С.П., Максимчук, 2005)

| Види культур | Група бур'янів | | |
|---------------------|----------------|-------------|-------------|
| | малорічні | багаторічні | усі бур'яни |
| Озиме жито | 16-30 | 3-5 | 18-30 |
| Озима пшениця | 12-25 | 2-4 | 14-25 |
| Яра пшениця | 10-26 | 3-5 | 15-26 |
| Ячмінь | 12-32 | 2-4 | 16-32 |
| Овес | 10-30 | 3-4 | 14-32 |
| Горох | 8-25 | 2-4 | 12-27 |
| Кукурудза на силос | 5-9 | 3-5 | 6-14 |
| Картопля | 5-8 | 3-5 | 8-13 |
| Цукровий буряк | 3-8 | 1-3 | 5-11 |
| Льон-довгунець | 12-20 | 2-5 | 17-23 |
| Суміш вики з вівсом | 20-35 | 7-15 | 25-40 |
| Багаторічні трави | 17-30 | 12-25 | 17-30 |

Рівень негативного впливу бур'янів визначається не тільки їхньою кількістю (маса, кількість), але й періодами високої чутливості до них культурних рослин, що одержали назву **гербакритичних періодів культур**.

У більшості культур гербакритичні періоди припадають на ранню стадію росту. Так, початок гербакритичного періоду в озимій пшениці - третій-четвертий тижні вегетації, ячменю - 2-3, вівса-1-2, кукурудзи - 3-5, цукрового буряка - 2-4 тижні. Знищення бур'янів до вступу культури в гербакритичний період і підтримка в цей час посівів чистими від бур'янів забезпечує одержання максимального врожаю культур.

3.5. Заходи контролювання бур'янів

В даний час у землеробстві з метою контролю й регулювання кількості бур'янів використовуються різні захисні заходи.

У залежності від вогнища розмноження, шляху поширення рослин в посівах, насіння в ґрунті виділяють наступні заходи контролювання бур'янів: **запобіжні, попереджу-вальні, винищувальні і спеціальні** (табл. 3.9, Третяков Н.Н., Ягодин Б.А., Туликов А.М., 2002).

Таблиця 3.9. Класифікація заходів контролювання бур'янів

| Типи | Види |
|------------------|--|
| Запобіжні | 1. Очищення насіння 2. Перепрівання гною 3. Розмелювання й запарювання кормів 4. Очищення поливної води від насіння 5. Знищення бур'янів на неорних землях 6. Своєчасне збирання й вивезення з поля врожаю 7. Оптимальні терміни й способи сівби, норми висіву 8. Запровадження обґрунтованих сівозмін 9. Карантинні |
| Попереджу-вальні | 10. Фізичні 11. Механічні |
| Винищувальні | 12. Хімічні 13. Біологічні |
| Спеціальні | 14. Фітоценотичні 15. Екологічні 16. Організаційні 17. Комплексні |

3.5.1. Запобіжні заходи

Заходи спрямовані на ліквідацію джерел появи бур'янів і усунення шляхів їх поширення.

Очищення посівного матеріалу дозволяє виключити занесення й розмноження нових, карантинних (повитиця, амброзія і т.п.) і важко віддільних (вівсюг, стоколос житній, куряче просо і т.п.) бур'янів. Так, висів на чистих полях насіння ярої пшениці, що містять хоча б по одній зернині вівсюга на 1 кг посівного матеріалу, приведе до утворення на полі через 2-3 роки 150-200 і більше стебел вівсюга на кожному квадратному метрі посіву: врожайність пшениці знижується в 1,5-2 рази, а наступна витрата на боротьбу з вівсюгом для господарства може виявитися просто непосильною. Тому на посів зернових культур використовують тільки кондиційне насіння, що задовольняє вимозі Державного стандарту насіння I класу (насіння бур'янів не більш 5 шт. на 1 кг) - на загальних площах.

Підготовка кормів (дроблення, помел, запарювання і т.п.) для тварин, приводить до помітної втрати життєздатності насіння й плодів бур'янів, що містяться в полові, сіні, сінажі, зерні і навіть у промислово виготовлених комбікормах. Проходячи шлунково-кишковий тракт домашніх тварин і птахів, схожість насіння бур'янів у свіжому калі ще зберігається на рівні 4-10%.

Правильне збереження гною. Маса свіжого гною сільськогосподарських тварин і калу птахів містить у тонні від 0,5 до 11 млн. штук життєздатних насінин бур'янів. Внесення такого гною не стільки підвищує родючість ґрунту, як ускладнює контролювання бур'янів. Тому до внесення в ґрунт гній попередньо готують і зберігають на рівних бетонованих площадках. Спосіб зберігання гною - пухко-щільний з підвищенням температури до 65-70° С, коли через 3-4 місяці одержують добре

розсипчасту органічну масу практично вільну від життєздатного насіння бур'янів.

Своєчасне й правильне збирання врожаю. До часу збирання зернових культур дозріває й починає обсіпатися насіння і плоди багатьох бур'янів, що живуть у посівах. При своєчасному збиранні зернових основна маса насіння бур'янів надходить у бункер комбайна, а не в ґрунт. Формування копичником комбайна щільних і великих копиць соломи, що розставляють в створі прямих ліній поперек поля, дозволяє різко знизити надходження в ґрунт новоутвореного насіння бур'янів. Надходження насіння бур'янів у ґрунт зводиться до мінімуму при використанні стаціонарних способів обмолоту хлібів. Своєчасне збирання бадилля просапних культурах збиральними машинами дозволяє видалити з поля разом із зеленою масою велику частину насіння й плодів бур'янів.

Очищення тари (мішків, кузовів автомашин, транспортних візків), сільськогосподарських машин (жниварок, комбайнів, молотарок) і знарядь (сівалок, плугів, культиваторів і т.п.) від рослинних залишків, ґрунту, що налипає попереджає появу бур'янів, відсутніх у даному господарстві або на конкретному полі. Ці заходи важливі, якщо господарство орендує техніку в інших господарствах.

Важливе значення має знищення бур'янів до початку їхнього цвітіння на окраїнах полів, узбіччях доріг, біля господарських будівель, біля сховищ органічних добрив і т.п.

Урегульований випас худоби не допускає пасіння або навіть одиничного перегону через прибрані поля, виключає появу нових і поширення звичайних видів бур'янів. Мнима вигода від випасу худоби на полях, де вже зібрані культури, приводить не тільки до запізнення обробітку ґрунту, але й викликає збільшення утрат врожаю через сильне висушування ґрунту, зниження якості оранки, посилення засміченості посівів і т.п.

Строки, способи сівби та норми висіву культурних рослин. Сівба в оптимальні терміни районованими сортами та гібридами забезпечує появу дружних сходів культур і створюються несприятливі умови для бур'янів. Запізнення із сівбою погіршує розвиток культурних рослин і сприяє кращому росту й розмноженню бур'янів.

На забур'янених полях найефективніший перехресний вузькорядний посів культур суцільного способу сівби, оскільки за рівномірного розміщення на площі культурні рослини активніше пригнічують бур'яни. При вирощуванні просапних культур на дуже забур'янених полях перевагу надають квадратно-гніздовій сівбі або садінню, щоб у разі появи бур'янів міжряддя можна було обробляти в перехресних напрямках.

Для запобігання забур'яненості полів використовують **збільшені норми висіву насіння** вирощуваних культур. При зменшенні норми висіву зріджуються посіви культурних рослин і збільшується кількість бур'янів. Тому на родючих, але забур'янених полях, норму висіву культур суцільного способу сівби за достатнього зволоження збільшують на 10-15 %, що сприяє пригніченню бур'янів.

Запровадження науково обґрунтованих сівозмін. В процесі еволюції багато бур'янів набули споріднених з культурними рослинами біологічних особливостей. Наприклад, у посівах озимих культур найпоширеніші озимі і зимуючі бур'яни (бромус житній, талабан польовий, грицики, підмаренник чіпкий), які сходять в літньо-осінній період і продовжують розвиватися навесні та влітку наступного року. Якщо після озимих вирощувати ярі та просапні культури, то ці бур'яни будуть знищені передпосівним і міжрядним обробітком. При вирощуванні в сівозміні культур на зелений корм або сіно й своєчасному їх збиранні багато бур'янів не встигають дати насіння й не засмічують ґрунту. Озимі жито та пшениця, гречка швидко ростуть і своєю надземною масою прикривають ґрунт, що ускладнює життєдіяльність бур'янів. В сівозміні культури повертаються на те саме поле через певний проміжок часу, що знижує їх насівання.

Карантинні заходи спрямовані на запобігання занесенню на поля особливо шкідливих, відсутніх або обмежено поширених на конкретній території бур'янів, які включені в перелік карантинних об'єктів, із-за кордону (зовнішній карантин) або в межах країни з одного регіону в інший (внутрішній карантин). Кількість бур'янів, внесених до списку карантинних, не постійна.

3.5.2. Попереджувальні (профілактичні) заходи

Дозволяють виключити появу на конкретній території нових або розширення ареалу й кількості вже оселених видів бур'янів. Витрата матеріальних і трудових затрат на реалізацію попереджувальних заходів у кілька разів менша, ніж при проведенні заходів винищувальних: легше попередити занесення й поширення бур'янів, ніж пізніше знищувати їх на великих площах посівів. Ці заходи включають ряд наступних найбільш ефективних способів і заходів.

3.5.2.1. Фізичні заходи

Фізичні заходи полягають у тім, що знищення бур'янів (рослин, насінних і вегетативних органів розмноження) здійснюється шляхом зміни фізичного стану середовища їх існування або перебування. Це досягається застосуванням відкритого полум'я (випалювання стерні, вогневий культиватор), використанням тепла для стерилізації ґрунту (гаряча пара), затопленням засмічених полів водою (введенням у сівозміну посівів рису), осушенням територій (дозволяє позбутися багатьох вологолюбних бур'янів), покриттям поверхні ґрунту інертними мульчувальними матеріалами (солота, тирса, торф, чорна поліетиленова плівка і т.п.), використанням струму високої частоти.

3.5.2.2. Механічні заходи

Механічні заходи засновані на механічному впливі на бур'яни в процесі обробітку ґрунту. Найкращі заходи - прополювання й ручне мотиження городніх овочевих культур на присадибних ділянках та фермерських господарствах. Вони доцільні й для знищення сильно розвинених рідких рослин, окремих куртин злісних бур'янів, коли використання техніки організаційно й економічно не вигідне.

Знищення насіння й плодів бур'янів, що знаходяться в ґрунті й перебуває у стані спокою за допомогою ґрунтообробних знарядь неможливо. Але якщо для насіння створити умови, сприятливі для проростання (наявність тепла, вологи, посилення аерації, порушення цілісності покривних тканин), то проростки і сходи знищуються при наступному обробітку ґрунту (**метод провокації**), який можна реалізовувати в різних системах обробітку ґрунту.

Навесні після ранньовесняного (покривного) боронування полів, поораних з осені, у ґрунті створюються умови для активного проростання насіння бур'янів, що знаходяться в поверхневому шарі. Ці сходи знищуються наступною культивацією, що сприяє кращому прогріванню й аерації ґрунту в глибшому шарі, із якого з'являється нові сходи бур'янів. Чим пізніший час сівби культури, обумовлений її біологією, тим повніше очищається ґрунт від бур'янів у системі передпосівної підготовки (картопля, кукурудза, гречка і т.п.).

Метод провокації можна реалізовувати й у системі осіннього (зяблевого) обробітку ґрунту. Так, після збирання зернової культури поле негайно луцять дисковим лушчильником, зашпаровуючи насіння бур'янів, що обсіпалося на поверхню ґрунту, у вологий і пухкий шар на глибину 6-8 см. Сходи бур'янів, що з'являються через півтора-два тижні знищують черговою поверхневою обробкою ґрунту або ж наступною зяблевою оранкою.

Найбільш успішно **метод провокації** застосовують в системі обробітку чистого пару, де багаторазово стимулюють проростання насіння бур'янів у всій товщі орного шару, а потім цілком знищують їхні сходи при черговому обробітку ґрунту.

Нерідко низькі температури або сильне пересихання ґрунту в післязбиральний період не сприяють проростанню насіння бур'янів після проведеного луцення стерні. У таких

ситуаціях, насіння, що нагромадилося на поверхні ґрунту й у її верхньому шарі найкраще зашпаровувати на глибину не менше 20-22 см зяблевою оранкою, плугом із передплужником. Такий спосіб одержав назву **методу глибокого закладення**, оскільки в нижніх шарах ґрунту значна частка похованих насінин бур'янів швидко втрачає життєздатність.

Раціональне сполучення **методів провокації й глибокого закладення** в процесі обробітку дозволять повільно, але неухильно знижувати запас насіння бур'янів у ґрунті й підтримувати засміченість посівів на відносно низькому рівні.

Метод вичісування кореневищ пирію, свинарію й ін. бур'янів на край поля пружинним культиватором з наступним просиханням й спалюванням не набув значного поширення. Недоліком його є розтягування частини кореневищ культиватором по полю з наступним відростанням і значно ширшим розмноженням.

Для знищення пирію, кореневища якого розташовується на глибині до 10-12 см, використовують дуже ефективний **метод удушення**, розроблений академіком В. Р. Вільямсом. У системі зяблевої обробітку він реалізується в такий спосіб. Після збирання культури поле негайно луцять у перехресних напрямках на глибину 10-12 см, щоб подрібнити кореневища й скоротити у кожному відрізьку запас пластичних речовин. З масовою появою пагонів або першого листка в пирію поле орють полицевим плугом з передплужником 10-12 см на глибину не менше 20-22 см. Скинуті на дно борозни кореневища повторно пробитися на поверхню ґрунту не можуть і гинуть на 90-95%. Ефективність методу різко знижується, якщо допускаються порушення: відмова від луцання стерні або запізнення з її проведенням, запізнення з оранкою, недотримання глибини обробітку й відмова від передплужника і т.п.

Механічне знищення багаторічних бур'янів (будяк польовий, в'юнок польовий, хвощ польовий й ін.), коренева система яких 1-2 м і більше недосяжна для ґрунтообробних знарядь. Знищення цих бур'янів здійснюють **методом виснаження**, який розроблений І.М. Шевелевим. У системі зяблевої обробітку поле після збирання культури дискують на глибину 6-8 см, підрізаючи пагони бур'янів. Підрізування стимулює пробудження сплячих адвентивних бруньок, із яких до поверхні ґрунту замість одного раніше підтягнутого спрямовуються вже 2-3 пагони. При цьому вони витрачають запасні пластинчасті речовини з кореневої системи і виснажують її. З масовою появою нових пагонів (не пізніше утворення 3-4 листів) проводять повторне підрізування на глибину 10-12 см лемішним луцильником. Після чергової появи пагонів поле орють плугом із передплужником на глибину не менше 20-22 см. Це дозволяє знизити чисельність багаторічних бур'янів на 45-65%. Збільшення числа й глибини підрізувань пагонів багаторічних бур'янів підсилює виснаження їхньої кореневої системи й прискорює її загибель.

Застосування **методів удушення й виснаження** роздільно або спільно в системі обробітку чистих парів дозволяє практично цілком позбутися від найбільш злісних багаторічних бур'янистих рослин.

Метод висушування протягом 25-30 днів виораних на поверхню кореневищ бур'янів у системі парового або зяблевої обробітку застосовують у південних районах України за спекотної погоди. Однак в разі дощів метод не дає бажаних результатів.

Метод заморожування – схожий за технологію до попереднього. Кореневища гинуть у верхньому шарі від низьких температур.

На посівах не проріджених озимих зернових культур найчастіше **застосовують боронування за допомогою зубів і сітчастих борін**. Воно дозволяє не тільки розпушити верхній шар ґрунту, підсилити його аерацію, видалити відмерлі частини рослин, але й знищити сходи малолітніх бур'янів, що з'являються з весни. Перезимовані розетки зимуючих і кущики озимих бур'янів у процесі такого боронування вже не ушкоджуються. Боронування посівів ярих зернових (пшениця, ячмінь, овес), яке проводиться на початку фази кушіння, мало ефективне. Причина полягає в тому, що до цього часу вже зміцнілі

сходи бур'янів мають добре розвинену кореневу систему, ґрунт слабо пушиться через природне ущільнення й пересихання, а меристемні тканини вузла кушіння культури ушкоджуються боронами. Особливо небезпечне боронування посівів дрібнонасіньних культур після сходів (льону, проса). Боронування як прийом знищення малолітніх бур'янів після сівби особливо широко застосовується на просапних культурах.

На посівах кукурудзи боронування проводять двічі. Перший раз до появи сходів легкими боронами на глибину не більше 2-3 см, але за умови, що проростки кукурудзи не досягають 1-1,5 см шару, що спускається. Друге боронування проводять поперек посіву у фазу 2-3 листів у кукурудзи, але в сонячні дні не раніше 10-11 годин, коли підв'ялені листи кукурудзи не обламуються. Це дозволяє знизити в посівах число малорічних бур'янів на 70-85%, отже, вчасне боронування, застосовується при перебуванні бур'янів у фазі «білої ниточки», найбільш чутливої до механічного обробітку. Особливо ефективні два-три досходові боронування з інтервалом не більше 5-7 днів, на посадках картоплі, коли знищується до 75-90% бур'янів.

Механічне знищення малолітніх бур'янів у посівах просапних культур здійснюють в процесі **міжрядного обробітку**. При цьому збережені в рядках рослини бур'янів привалюють ґрунтом, знищуючи їх на 65-80%.

3.5.3. Винищувальні заходи

Знищення бур'янів, що відносяться до однієї такої групи, досягається застосуванням єдиних способів, що істотно підвищує ефективність усієї системи винищувальних заходів.

Система винищувальних заходів у відношенні бур'янів включає багато способів і заходів, що використовуються в залежності від конкретних умов виробництва.

3.5.3.1. Хімічні заходи

Хімічні заходи, засновані на застосуванні в посівах хімічних сполук, що викликають загибель одних видів рослин і не ушкоджують інші види. Такі речовини одержали назву гербіциди (від лат. herb трава і caedo - убивати).

3.5.3.1.1. Класифікація гербіцидів

Гербіциди – неорганічні й органічні хімічні сполуки (або їх композиції), які використовуються для боротьби з небажаною рослинністю. Неорганічні гербіциди використовують переважно для суцільного знищення бур'янів, органічні – для вибіркового.

За характером дії на рослини гербіциди діляться на дві основні групи: **суцільні**, що діють на всі види рослин і на **вибіркові** (селективні), що діють тільки на одні види рослин і відносно безпечні для інших. За зовнішніми ознаками дії на рослини й способом застосування усі гербіциди діляться на три підгрупи: а) **контактної дії**, б) **системної дії**; в) **дії на кореневу систему рослин або проросле насіння**.

До гербіцидів **контактної дії** відносять речовини, що уражають листя й стебла рослин при безпосередньому контакті з препаратом. При цьому відбувається порушення нормальних процесів життєдіяльності рослини і воно гине. Але при використанні контактних гербіцидів нерідко спостерігається наступне відростання нових ростків. До цієї групи відносяться базагран М, бромотрил, бюктріл® Д, галаксі топ, гвардіан, гезагард 50, гранстар, діален С, дуал, 2,4 Д – амінна сіль, 2М-4Х, 2,4 Д - натрієва сіль, ладдок новий, матрикс, півот, пірамін турбо, тарга, тріалат і ін..

До гербіцидів **системної дії** відносять речовини, здатні переміщуватися судинною

системою рослин. Такі препарати, попадаючи на листя й коріння рослин, швидко розповсюджуються у всі органи, що веде до їхньої, гибелі. Застосування препаратів системної дії особливо цінне у боротьбі з бур'янами з товстою кореневою системою і багаторічними шкідливими рослинами. Типовими препаратами системної дії є агрітокс, атразін, Бі-58 новий, гліфосат 360, дезормон®, 2,4-Д 500, лонтрел 300, 2М-4Х 750, мілагро, тітус 25, фюзилад-супер, ураган і ін.

Третю групу складають гербіциди, які вносять у ґрунти для знищення насіння, пророслого насіння і кореневої системи рослин. Їх називають протизлакові гербіциди. До них відносять авадекс, алі-рокс, бетанал-тандем, глісол, гліфос, далапон, ленацил, лендмастер, мурбетол, монурон, нортрон, трефлан, трифлурекс, харнес і ін.

Такий поділ умовний, оскільки гербіциди першої групи в разі підвищених доз можуть діяти як гербіциди другої групи.

За місцем дії на органи рослин гербіциди поділяють на групи: 1) **листяної дії** — впливають переважно у місці контакту гербіциду, нанесеного на рослину; 2) **системної дії** — пересуваються по рослині після нанесення на листя, діючи на всі рослинні тканини; 3) **ґрунтові гербіциди** — пересуваються після поглинання корінням у надземні органи і уражують всі частини рослини; 4) гербіциди, які уражують рослину **при нанесенні на листя і при внесенні в ґрунт**.

За відношенням до ботанічних класів рослин гербіциди поділяються на такі, що знищують лише двосім'ядольні бур'яни, і такі, що знищують односім'ядольні бур'яни.

3.5.3.1.2. Умови ефективного застосування гербіцидів та допустимі рівні вмісту в об'єктах навколишнього середовища

Умови ефективного застосування гербіцидів дуже різноманітні й конкретні для окремих препаратів у певній господарській ситуації.

Наявність сертифіката. Кожна партія препарату, у тому числі упакування або розфасовка в роздрібній торгівлі, повинна мати сертифікат і усі відомості про склад, час виробництва, виробника, умови зберігання, об'єкти знищення, способи застосування, норми витрат й інші відомості, що визначають ефективно й безпечно його використання і т.п. Без такої докладної інформації використання препарату не припустимо.

При встановленні доцільності використання гербіцидів, зважають на економічний поріг шкідливості бур'янів на полі й природні умови: температуру повітря, кількість опадів, вологість ґрунту, його тип, освітленість, вік бур'янів. Встановлено, що за певного підвищення температури повітря чутливість рослин до гербіцидних препаратів збільшується. Це пояснюється тим, що за таких умов бур'яни швидко проростають і краще поглинають гербіциди, які швидше переміщуються в рослинному організмі. Встановлено, що найвища токсичність гербіцидів виявляється за температури повітря в межах 18-24 °С. Ґрунтові гербіциди краще діють на проростки бур'янів при 15-20 °С. За низької температури ефективність гербіцидів знижується внаслідок послабленого росту бур'янів. Оподи під час внесення і впродовж 6 год. після внесення гербіциду також знижують його ефективність. Вносити гербіциди слід за тихої безвітряної погоди, що забезпечує рівномірне їх нанесення на рослини й ґрунт. Окремі ґрунтові гербіциди під дією сонячного світла руйнуються, тому їх негайно загортають у верхній шар ґрунту.

На піщаних, супіщаних ґрунтах дозу гербіциду зменшують, а на ґрунтах з високим умістом мулистої фракції й гумусу — збільшують.

Найбільш поширені форми застосування пестицидів: 1) порошки (дусти) - для обпилення або пудрення; 2) гранульовані препарати - для обробки рослин і внесення у ґрунти. В залежності від призначення й способу застосування розмір гранул може коливатися від долі до декількох міліметрів; 3) мікрокапсульні препарати - для внесення у ґрунти або для застосування високотоксичних речовин і у тих випадках, коли необхідно продовжити термін дії препарату. У мікрокапсульних препаратах пестицид покритий

тонкою оболонкою полімеру, який розчинюючись у ґрунтовому розчині, поступово виділяє пестицид; 4) розчини у воді й в органічних розчинниках. Використовуються для обприскування рослин і внесення у ґрунти різними методами; 5) порошки, що змочуються, використовуються у вигляді водної суспензії; 6) концентрати емульсії, при розбавленні водою утворюють емульсії для обприскування; 7) аерозолі й фуміганти; 8) препарати піноутворювачі; 9) приманки з харчовими наповнювачами, частіше застосовуються для знищення гризунів; 10) мазі й мастики для обмазування рослин.

В залежності від характеру дії препарату гербіциди вносять для знищення небажаної рослинності в наступні періоди: 1) **післязбиральний весняно-літній** — для боротьби з багаторічними бур'янами; 2) **пізньоосінній** — по вирівняній ріллі, щоб досягти ефективно дії важкорозчинних у воді й малорухомих ґрунтових препаратів навесні наступного року і послабити їх післядію в сівозміні; 3) **передпосівний** — навесні під передпосівну культивуацію; 4) **припосівне внесення**, застосовують ґрунтові гербіциди водночас із сівбою ярих просапних культур; 5) **післяпосівне внесення** — відразу після сівби з негайним загортанням гербіциду у ґрунт боровами; 6) **досходовий**, гербіциди вносять за 2-4 дні до сходів ярих культур і загортають боровами; 7) **післясходовий**, гербіциди вносять на початку вегетації культури і в разі масових сходів бур'янів.

Для обробки ґрунту або посівів гербіцидами застосовують такі **способи внесення**: 1) **суцільний** - обробляється вся площа; 2) **стрічковий** - гербіциди вносять у захисну зону рядка при сівбі або по сходах просапних культур; 3) **спрямований** - гербіциди наносять на бур'яни, які перебувають під покривом культурних рослин. Верхня частина останніх захищається від згубної дії гербіциду екраном із щільного матеріалу; 4) **місцевий** - гербіциди наносять на куртини найбільш злісних бур'янів.

Діюча речовина пестицидів. Діюча речовина або активний інгредієнт - речовина, яка володіє пестицидними властивостями й у різних препаративних формах знищує той або інший вид шкідливих організмів або впливає на ріст рослини при застосуванні. Розрахунки норм витрат ведуть на 100 %-ву хімічну сполуку, яка безпосередньо володіє пестицидною дією.

Норма витрат пестицидів. Норма витрат пестицидів – встановлена маса препарату на одиницю оброблюваної площі. Як правило, норма витрат виражається у кг на 1 га площі (кг/га). Частіше за все норма витрат дається у перерахунку на 100 % активної речовини за формулою (Справочник по пестицидам, 1985):

$$П = a100/б$$

де: П — доза гербіциду за препаратом, кг/га; а — доза гербіциду за діючою речовиною, кг/га; б — вміст діючої речовини в препараті, %.

При обприскуванні суспензіями або емульсіями часто норма витрат дається у витратах рідини, яка містить певну кількість активної речовини на гектар площі, або розраховують за формулою

$$П = a100/бг$$

де: г – густина препарату.

Доза препарату. Певна, точно виміряна кількість хімічної речовини, яка необхідна для отримання певного ефекту при використанні препарату на площі (1 га) або при обробці маси зерна (1 т). Виражається у таких одиницях кг/га та мг/кг.

Обприскування рослин. Обприскування рослин проводиться з допомогою відповідних наземних або авіаційних засобів (машин). Звичайне обприскування з витратами рідини 1000 л на 1 га проводять наземними машинами. Мало об'ємне обприскування з витратами рідини від 25 до 400 л/га може проводитися як наземними, так і авіаційними засобами. Авіаційними засобами обприскування частіше за все проводиться при витратах рідини до 100 л/га.

При застосуванні ультра мало об'ємного обприскування (УМО) витрати рідини складають від 0,5 до 10 л/га. Для проведення УМО використовуються спеціальні машини, які дозволяють регулювати витрати рідини у приведених межах. При використанні УМО на 20-40 % скорочується витрата пестициду без зниження ефективності.

При обприскуванні дрібні краплі (<50 мк) зносяться повітряним потоком на сусіднє поле, великі (>500 мк) - погано утримуються на листках бур'янів та нерівномірно розподіляються по поверхні ґрунту.

Час обприскування найбільш оптимальний в ранковій (до 10-11 год.) й вечірній (після 16-17 год.), коли найменша небезпека як переносу крапель робочої рідини висхідними потоками повітря, так і зносу їх, вітром, швидкість якого не повинна перевищувати 4 м/с.

ГДК. Гранично допустима концентрація пестициду у ґрунті, воді, повітрі робочої зони, в атмосферному повітрі й інших об'єктах – це кількість шкідливої речовини при постійному контакті, або при впливі за певний проміжок часу, яка практично не впливає на здоров'я людини й не викликає небезпечних наслідків у його потомства. Для ґрунтів установлені градації визначення забруднення за вмістом найбільш токсичних пестицидів (табл. 3.10).

Таблиця 3.10. Критерії оцінки показників забруднення ґрунтів за вмістом пестицидів, мг/кг ґрунту (ВБН 33-5.5-01-97)

| Назва препарату | Фоновий уміст | Слабо забруднені ГДК | Середньо забруднені 1-3 ГДК | Сильно забруднені, 3-10 ГДК | Дуже сильно забруднені, > 10 ГДК |
|-------------------------------|---------------|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 1-й клас небезпечності | | | | | |
| Атразін | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Гексахлор-бутадиєн | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Гранозан | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| ГХЦГ | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| Гептахлор | Відс. | До 0,05 | 0,05-0,15 | 0,15-0,5 | > 0,5 |
| ДДТ | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| Метафос | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| ПХК | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Севін | Відс. | До 0,05 | 0,05-0,15 | 0,15-0,5 | > 0,5 |
| Тордон | Відс. | До 0,05 | 0,05-0,15 | 0,15-0,5 | > 0,5 |
| Тиодан | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| 2-й клас небезпечності | | | | | |
| Далапон | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Карбофос | Відс. | До 2,0 | 2,0-6,0 | 6,0-20,0 | > 20 |
| Кельтан | Відс. | До 1,0 | 1,0-3,0 | 3,0-10,0 | > 10 |
| Пропанід | Відс. | До 1,5 | 1,3-4,5 | 4,5-15,0 | > 15 |
| Симазин | Відс. | До 0,2 | 0,2-0,6 | 0,6-2,0 | > 2,0 |
| Трефлан | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| Хлорофос | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Ялан | Відс. | До 0,9 | 0,9-2,7 | 2,7-9,0 | > 9 |
| Рогор | Відс. | До 0,3 | 0,3-0,9 | 0,9-3,0 | > 3 |
| 3-й клас небезпечності | | | | | |
| Банвел Д | Відс. | До 0,25 | 0,25-0,75 | 0,75-2,5 | > 2,5 |
| Дактал | Відс. | До 0,1 | 0,1-0,3 | 0,3-1,0 | > 1 |
| Дипор | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Прометрин | Відс. | До 0,5 | 0,5-1,5 | 1,5-5,0 | > 5 |
| Цинеб | Відс. | До 0,2 | 0,2-0,6 | 0,6-2,0 | > 2,0 |

Допустимі рівні вмісту гербіцидів у об'єктах навколишнього середовища приведено в табл. 3.11 (Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, 2008).

ДЗК. Допустимі залишкові концентрації (ДЗК) або максимально допустимі рівні (МДР) пестициду у харчових і фуражних продуктах, у ґрунтах і інших об'єктах, установлені на основі результатів вивчення токсичності препаратів для різних організмів. При вмісті у продуктах харчування пестициду у кількостях, що перевищують ДЗК, мг/кг такі продукти у харчування не використовуються.

Експозиція – тривалість контакту пестициду зі шкідливим організмом в умовах стабільного об'єму: зерносховища, елеватора, трюму теплохода й ін. до його загибелі.

Триває як правило від 2 до 10 діб.

Таблиця 3.11. Допустимі рівні вмісту гербіцидів у об'єктах навколишнього середовища

| Назва препарату | ДДД, мг/кг на добу | Максимально допустимі рівні вмісту у продукції сільськогосподарських рослин, мг/кг | ГДК, п.р.з., мг/м ³ | ГДК у повітрі, мг/м | ГДК у воді, мг/м ³ | ГДК у ґрунті мг/кг |
|----------------------|--------------------|--|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Агрітокс | 0,008 | Зерно хлібів – 0,05, льон – 0,05, горох – 0,02, картопля – 0,05, соняшник – 0,05, просо, рис – 0,05 | 1,0 | 0,02 | 0,003 | 0,02 |
| Агрон 300 | 0,15 | Зерно злаків – 0,2, буряки цукрові – 0,1 | 2,0 | 0,01 | 0,04 | 0,1 |
| Аркан 750 | 0,2 | Зерно хлібних злаків – 0,1 | 1,0 | 0,001 | 0,003 | 0,25 |
| Арсенал | 1,0 | Гриби – 4,0, ягоди – 2,0 | 1,0 | 0,05 | 0,1 | 0,05 |
| Базагран | 0,1 | Зерно злаків – 0,1, горох – 0,1, зелений горошок 0,05, кукурудза – 0,1, овес – 0,1, ячмінь – 0,1, соя 0,1, рис – 0,1, хміль сухий 1,0, льон насіння – 0,05, льон олія – 0,1 | 1,0 | 0,05 | 0,01 | 0,4 |
| Бенюгол | 0,03 | Буряки цукрові – 0,03, столові – 0,03 | 0,5 | 0,03 | 0,05 | 0,4 |
| Гліфоган | 0,01 | Зерно хлібних злаків – 3,0, соняшник – 0,3, ріпак – 0,3, горох – 0,3, соняшникова олія – 0,1 | 1,0 | 0,01 | 0,02 | 0,5 |
| Гліфос 360 | 0,01 | Фрукти – 0,3, виноград 0,1 | 1,0 | 0,01 | 0,02 | 0,5 |
| Гліфосат 360 | 0,01 | Соняшник: нас. – 0,3, олія – 0,1, зерно хлібних злаків – 3,0, овочі – 0,3, картопля, кукурудза – 0,3 | 1,0 | 0,01 | 0,02 | 0,5 |
| Гранстар | 0,005 | Зерно хлібних злаків – відс. | 0,1 | 0,003 | 0,06 | 0,01 |
| Дезормон | 0,0001 | У продуктах уміст не допускається | 1,0 | 0,0003 | 0,002 | 0,25 |
| Дікопур М 80 | 0,008 | Зерно хлібних злаків – 0,05, горох і горошок овочевий – не допуск. | 1,0 | 0,02 | 0,003 | 0,02 |
| Дуал Голд 960 ЕС | 0,01 | Буряки цукрові – 0,04, соя – 0,04, кукурудза – 0,04, соняшник – 0,04, олія сої, соняшника, кукурудзи – 0,2 | 1,0 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| 2,4-Д нат-рієва сіль | 0,0001 | У зерні злакових хлібів не допускається | 1,0 | 0,0003 | 0,002 | 0,25 |
| 2,4 Д амінна сіль | 0,0001 | У харчових продуктах не допускається | 1,0 | 0,0003 | 0,002 | 0,25 |
| Зенкор 70 | 0,004 | Картопля 0,25; томати – 0,25 | 0,3 | 0,003 | 0,1 | 0,2 |
| Керб 50W | 0,003 | У насінні люцерни й ріпаку – відс. | 1,0 | 0,1 | 0,15 | 0,1 |
| Ковбой | 0,004 | У зерні хлібних злаків – відс. | 1,0 | 0,01 | 0,02 | 0,25 |
| Компас 970 | 0,004 | У зерні хлібних злаків – відс., кукурудзяна олія – 0,2 | 1,0 | 0,01 | 0,02 | 0,25 |
| Ларен | 0,015 | Зерно хлібних злаків – 0,04 | 1,0 | 0,005 | 0,05 | 0,1 |
| Лонтрел 300 | 0,15 | Зерно хлібних злаків – 0,2, буряки цукрові – 0,1, кукурудза й капуста – 0,1 | 2,0 | 0,01 | 0,04 | 0,1 |
| Лонтрім | 0,0001 | У продуктах не допускається | 1,0 | 0,002 | 0,002 | 0,1 |
| Ордрам 720 | 0,01 | Рис – 0,2 | 0,5 | 0,01 | 0,07 | 0,9 |
| Пантера | 0,005 | Буряки цукрові – 0,1, горох – 0,1, зелений горошок – 0,5, льон – 0,1, картопля 0,1, олія льону – 1,0 | 0,2 | 0,001 | 0,001 | 0,1 |
| Пріма | 0,0001 | У зерні хлібних злаків – відс. | 0,5 | 0,0005 | 0,002 | 0,1 |
| Раундап | 0,01 | Зерно хлібних злаків – 3,0, кавуни, бобові, гриби, картопля, овочі, кукурудза, соняшник, ріпак, соя, фрукти, цитрусові – 0,3; виноград, буряки цукрові, олія соняшникова, соєва – 0,1; малина, чорниця – відс. | 1,0 | 0,01 | 0,02 | 0,5 |
| Селект | 0,25 | Морква – 0,1; соя – 0,1; ріпак насіння – 0,15; ріпак олія – 0,2. | 0,07 | 0,005 | 0,01 | 0,1 |

Продовження табл.3.11

| Назва препарату | ДДД, мг/кг на добу | Максимально допустимі рівні вмісту у продукції сільськогосподарських рослин, мг/кг | ГДК, п.р.з., мг/м ³ | ГДК у повітрі, мг/м | ГДК у воді, мг/м ³ | ГДК у ґрунті мг/кг |
|-----------------|--------------------|---|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|--------------------|
| Стомп 330 | 0,008 | Часник 0,01; цибуля ріпка – 0,01; томати – 0,01; морква – 0,01; капуста – 0,01; соя боби – 0,02; олія соєва – 0,02; петрушка – 0,05; кукурудза – 0,01; соняшник нас., олія) – 0,005; картопля – 0,01; пшениця – 0,01 | 0,5 | 0,002 | 0,05 | 0,2 |
| Тарга | 0,01 | Картопля – 0,05; боби соєві – 0,1, олія соєва – 0,2; буряки цукрові – 0,05, столові – 0,01; морква – 0,05; капуста, цибуля, огірки, коноплі, ефіроолійні – відс.; | 0,2 | 0,04 | 0,0001 | 0,8 |
| Трефлан | 0,01 | Баклажани, капуста, перець, цибуля, огірки, томати, часник, насіння соняшника, соя – 0,5; олія соняшникова – 0,1; насіння ріпаку – 0,02; олія ріпаку, петрушка, морква – 0,01 | 3,0 | 0,03 | 0,02 | 0,1 |
| Ураган 480 | 0,1 | Зернові – не норм.; яблука – 0,3; ячмінь - 0,3 | 0,5 | 0,02 | 0,004 | 0,8 |
| Фацет | 0,35 | Рис – 0,05 | 1,0 | 0,04 | 0,03 | 0,2 |
| Фуроре Супер | 0,01 | Зерно хлібних злаків – відс.; буряки цукрові, столові – 0,01; морква – відс.; соняшник нас. – 0,05, олія – 0,01; капуста – 0,05; цибуля – 0,01; ріпак (насіння, олія) – 0,2 | 0,6 | 0,002 | 0,0003 | 0,04 |
| Фюзілад Супер | 0,01 | Буряки цукрові, цибуля, картопля, соняшник (нас.) – 0,02; капуста – 0,2; морква – 0,12; огірки – 0,01; томати – 0,2; горох, соя (боби) – 0,03; олія соняшникова - 0,04, соєва – 0,05, льняна – 0,15; льон (нас.) – 0,15 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 0,3 |
| Шогун 100 | 0,003 | Насіння льону, капуста, томати, томатний сік, цибуля (ріпка й перо), насіння й олія соняшника, соя (боби й олія) – відс.; цукрові буряки – 0,005; картопля, яблука й сік – 0,05; горох – 0,1. | 1,0 | 0,0003 | 0,001 | 0,15 |

Примітка: ДДД – допустима добова доза; п.р.з.- повітря робочої зони.

Концентрація, токсична – діапазон концентрації шкідливих речовин, які спроможні при різній тривалості впливу викликати загибель піддослідних тварин. Останнім часом прийнято рахувати токсичною концентрацію шкідливого початку, яка викликає загибель половини піддослідних тварин протягом 30 днів впливу.

Токсичність речовини. Токсичність речовини – спроможність при визначених дозах викликати порушення життєдіяльності організму, при інших дозах - отруєння й смерть.

За прийнятою у державі класифікацією при введенні у шлунок експериментальним тваринам пестициди діляться на: 1) **особливо токсичні** - середня смертельна доза препарату для тварин, при яких гине 50 % (ЛД₅₀) до 50 мг/кг; 2) **високотоксичні** - з ЛД₅₀ 50-200 мг/кг; 3) **середньо токсичні** - з ЛД₅₀ 200-1000 мг/кг; 4) **малотоксичні** - з ЛД₅₀ більше 1000 мг/кг (Справочник по пестицидам, 1985).

Деградація пестицидів. Деградація пестицидів - розкладання у об'єктах навколишнього середовища з утворенням простіших хімічних сполук, які не являють загрози для людини й інших живих організмів. За швидкістю розкладання у ґрунтах, воді й інших об'єктах пестициди поділяються на шість груп:

- 1) Пестициди з періодом розпаду більше 18 місяців;
- 2) Пестициди з періодом розпаду біля 18 місяців;
- 3) Пестициди з періодом розпаду біля 12 місяців;
- 4) Пестициди з періодом розпаду до 6 місяців;
- 5) Пестициди з періодом розпаду до 3 місяців;
- 6) Пестициди з періодом розпаду менше 3 місяців.

3.5.3.1.3. Характеристика й використання гербіцидів на посівах культур

Агрітокс – водний розчин МСРА в формі диметиламіну Na, K. Системний післясходовий гербіцид з широким спектром дії проти найпоширеніших однорічних та багаторічних дводольних бур'янів. Використовується на зернових колосових, кормових, технічних, зернобобових та інших сільськогосподарських культурах. Застосовують від фази кушіння до виходу в трубку в дозах 0,7-2,8 л/га в залежності від забур'яненості. Рекомендований об'єм робочого розчину: 300-400 л/га.

Чутливі до препарату бур'яни: амброзія висока, березка польова, бульбоочерет, волошка синя, галінсога дрібноцвітна, гірчиця польова, горошок мишачий, грицики звичайні, дурман звичайний, жабрій гарний, жовтець польовий, кульбаба лікарська, лобода, лутига розлога, мак дикий, молочай лозяний, осот жовтий городній, осот рожевий польовий, паслін чорний, подорожник великий, редька дика, соняшник падалішний, талабан польовий, частуха, чина бульбаста.

Агрітокс слід застосовувати в теплу безвітряну погоду при температурі вищій 10° С. Не варто обприскувати слабкі або вражені хворобами й шкідниками рослини та менш ніж за 12 годин до дощу.

Базагран – водний розчин, що містить 480 г/л бентазону. Системний післясходовий гербіцид з широким спектром дії проти найпоширеніших однорічних та багаторічних дводольних бур'янів, в т. ч. стійких до 2М-4Х, 2,4-Д. Використовується на зернових колосових, кормових, технічних, зернобобових та інших сільськогосподарських культурах. Застосовується від фази 1-2 справжніх листочків люцерни до виходу в трубку зернових в дозах 1,0-4,0 л/га в залежності від забур'яненості.

Беногол – концентрат суспензії (фенмедифан, 100 г/л + метамітрон, 300 г/л + етофумезан, 95 г/л). Післясходовий гербіцид для контролю однорічних та дворічних дводольних та деяких злакових бур'янів на посівах буряків цукрових. При обприскуванні посівів у фазі 2-4 справжніх листків у буряків застосовуються норми 6,0 л/га. При першому обприскуванні посівів у фазі сім'ядоль культури, другому – через 5-7 днів (2 справжні листки), третьому (при необхідності) – у фазі 4-6 справжніх листків буряків нормою 2,0 л/га.

Бюктріл Д – концентрат емульсії, що містить 225 г/л бромоксиліну та 225 г/л 2,4-діхлорфеноксіоцтової кислоти (2,4-Д) у формі ефіру. Контактний післясходовий препарат, що викликає швидке відмирання рослинних тканин через пригнічення процесів фотосинтезу. Використовують для знищення однорічних та багаторічних дводольних бур'янів у посівах пшениці озимої, ячменю ярого (у фазу кушіння), кукурудзи (у фазу 3-4 листків) нормою 1,25-1,75 л/га.

Рекомендується застосовувати для знищення наступних бур'янів: амброзія висока, березка польова, вероніка, волошка синя, галінсога дрібноцвітна, гірчаки усіх видів, гірчиця польова, горошок мишачий, грицики звичайні, дурман звичайний, жовтець їдкий, жовтозілля, зірочник середній, лобода біла, лутига розлога, мак польовий, незабудка польова, осот жовтий польовий, осот рожевий польовий, паслін чорний, підмаренник чіпкий, подорожник великий, редька дика (свиріпа), ромашка непахуча, рутка лікарська, спориш, сухоребрик, талабан польовий, щавель горобиний, щиріця звичайна.

Не можна обприскувати посіви кукурудзи в фазі сходів. Обприскування проводять при безвітряній погоді при температурі до 25° С і не менше ніж за 6 годин до дощу.

Гліфоган 480 – водний розчин (сіль гліфосату, 480 г/л у кислотному еквіваленті – 360 г/л). Гербіцид для контролю однорічних та багаторічних злакових і дводольних бур'янів у плодівих садах та виноградниках, полях призначених під посіви кукурудзи, буряків цукрових, картоплі, зернових, ріпаку, соняшника, льону, сої, ріцини, овочевих, злакових трав на насіння, однорічних квітів на насіння, а також на парах, дренажних каналах та їх узбіччях, відкритих колекторах-дренах та зрошувальній мережі, на землях несільсько-господарського користування, у лісовому господарстві та на посівах люцерни проти повитиці. Норми застосування препарату: на посівах люцерни 0,6-0,9 л/га; у садах та виноградниках проти однорічних бур'янів 2,0-4,0 л/га, багаторічних – 4,0-8,0; на полях призначених під посіви різних культур проти однорічних бур'янів – 2,0-4,0 л/га, проти багаторічних – 4,0-6,0 л/га; на полях під картоплю – 2,0 л/га; на парах під однорічні злакові та дводольні бур'яни – 2,0-4,0 л/га, під багаторічні – 6,0 л/га; на різних каналах та зрошувальній мережі – 8,0-10,0 л/га, на землях несільськогосподарського використання – 3,0-6,0 л/га; у лісовому господарстві – 2,0-8,0 л/га.

Гліфос 360 - водний розчин кислоти гліфосату, 360 г/л. Всеосяжний гербіцид для контролю однорічних та багаторічних злакових та дводольних бур'янів на парах, у садах і виноградниках, на землях несільськогосподарського використання (смуги відчуження, лінії електропередач, газо- та нафтопроводів, узбіччя доріг, залізничні насипи). Застосовується обприскування бур'янів у період їх активного росту. Норми застосування на парах для контролю однорічних злакових та дводольних 1-4 л/га, для багаторічних злакових і дводольних бур'янів – 4-8 л/га, відповідно у садах та виноградниках - 3-5 та 8-10 л/га. Норма використання препарату для контролю бур'янів на землях несільськогосподарського призначення 4-8 л/га.

Гліфосат 360 – водний розчин кислоти гліфосату, 360 г/л. Гербіцид системної дії для осіннього обробітку полів, під посіви ярих зернових культур, кукурудзи, цукрових буряків, картоплі, соняшника, багаторічних злаків на насіння. Застосовують осіннє обприскування бур'янів після збирання попередника нормою 4-5 л/га.

Гранстар 75 – водорозчинні гранули трибенурон-метилу, 750 г/л. Контактний гербіцид-десикант для контролю однорічних та багаторічних дводольних бур'янів, в т.ч. стійких до 2,4 Д на посівах жита, пшениці і ячменю озимих, пшениці й ячменю ярих. Застосовують обприскування посівів з фази 2-3 листків до виходу в трубку. Норма внесення 20-25 г/га для озимих культур і 15 г/га – для ярих.

Дезормон - прозорий, водорозчинний концентрат, що містить 722 г/л 2,4-діхлорфеноксіоцтової кислоти (2,4-Д) у формі диметил-амінової солі (еквівалентно 600 г/л чистої кислоти 2,4-Д). Системний післясходовий гербіцид для зернових колосових та кукурудзи, ефективний проти однорічних та багаторічних дводольних бур'янів. Норма обробітку посівів зернових культур 0,8-1,4 л/га, кукурудзи – 0,8-1,4 л/га. Рекомендований об'єм робочого розчину 300-400 л/га.

Гербіцидна дія розповсюджується на такі бур'яни: адоніс літній, березка польова, будяк акантовидний, вероніка, волошка синя, талінсога дрібноцвітна, гібіскус трійчастий, гірчиця польова, горошок, грицики звичайні, дзвінець великий, жабрій гарний, жовтець повзучий, жовтець польовий, злинка канадська, лобода біла, мак дикий, незабудка польова, види осоту, пазурник, паслін чорний, подорожник великий, портулак городній, редька дика, рутка лікарська, сокирки польові, чина, щиріця звичайна.

Обприскування слід проводити в безвітряну погоду при температурі до +20° С. Не проводити обробітку в дощову погоду. Препарат афективно поглинається рослинами протягом 6 годин.

Дікопур М 80 – водорозчинні гранули МЦПА у формі солі натрію, 800 г/кг. Застосовують на посівах пшениці озимої, ячменю ярого, гороху, горошку овочевого проти однорічних та багаторічних дводольних бур'янів. Обприскування посівів зернових

проводять від фази кушіння до виходу в трубку, нормою 0,7-0,9 л/га, а на посівах горошку у фазі 3-5 листків, нормою 0,3-0,5 л/га.

Дуал Голд 960 – концентрат емульсії (S-метолахлор, 960 г/л). Гербіцид для контролювання однорічних злакових та деяких дводольних бур'янів на посівах кукурудзи, буряків цукрових, соняшника, сої гороху, ріпаку. Застосовують для обприскування ґрунту до висівання або до сходів культури (у зонах недостатнього зволоження із загортанням) нормою 1,0-1,6 л/га.

2,4-Д натрієва сіль 700 – водний розчин (2,4-дихлорфено-ксіоцтова кислота у формі натрієвої солі, 700 г/л). Застосовують для знищення однорічних двосім'ядольних рослин в посівах зернових культур в фазі кушіння культур нормою 0,6 л/га діючої речовини.

2,4-Д амінна сіль – водний розчин темно-коричневого кольору з характерним запахом фенолу. Уміст діючої речовини 685 г/л, у формі диметиламінної солі. Вона добре розчинна у воді, вноситься шляхом обприскування. Застосовують її для знищення однорічних та деяких багаторічних дводольних бур'янів у посівах зернових в фазі до виходу в трубку та на посівах кукурудзи у фазі 3-5 листків у дозах – 0,7-1,2 л/га.

Керб 50W – змочуваний порошок пропізамід, 500 г/л. Гербіцид для контролю повитиці у посівах люцерни на насіння та однорічних дводольних та деяких злакових бур'янів у посівах ріпаку озимого. Посіви люцерни обприскують в період від фази 3-4 листків до змикання рядків нормою 4,0-6,0 л/га, а посіви ріпаку восени в фазі 3-4 листків – нормою 1,0 л/га. Оброблений кербом 50W ріпак забороняється використовувати на корм тваринам, а ріпакову олію в харчовій промисловості.

Ковбой – водний розчин хлорсульфурон, 20 г/л + дикамба 380 г/л. Післясходовий гербіцид-десикант для контролю однорічних та деяких багаторічних бур'янів у посівах жита, пшениці озимої, ячменю озимого та ярого, вівса. Застосовують обприскування з фази кушіння до початку трубкування. Норма внесення 120-190 мг/га.

Компас 970 – водорозчинні гранули диметиламінної солі дикам-би у кислотному еквіваленті 805 г/кг. Гербіцид системної дії для контролю однорічних та багаторічних дводольних бур'янів, у т.ч. стійких до 2,4 Д у посівах пшениці озимої та ярої, ячменю ярого, кукурудзи, нормою 0,07-0,4 л/га. Обприскування зернових культур відбувається у фазі від кушіння до виходу в трубку, кукурудзи – у фазі 3-5 листків.

Ларен – змочуваний порошок метсульфурон-метил 600 г/кг. Післясходовий селективний гербіцид, що забезпечує високоякісний контроль широкого спектра однорічних і багаторічних бур'янів (особливо осотів та будяку) на ранніх стадіях їх розвитку, в посівах зернових колосових культур. Системний гербіцид, який потрапляє в рослини через листя та корені і пригнічує поділ клітин. Бур'яни зупиняють свій ріст через 3 години після обробки. Норма внесення дуже низька 10 г/га, що захищає навколишнє середовище та користувачів (5-й клас токсичності, ЛД₅₀ > 5000 мг/кг).

Лонтрел 300 – водний 30 % розчин клопіраліду. Системний гербіцид для контролю однорічних дводольних, в т.ч. стійких до 2,4 Д та багаторічних коренево-паросткових бур'янів у посівах жита, пшениці озимої, проса, вівса, ячменю, кукурудзи, буряків цукрових, льону-довгунця, райграсу однорічного, лаванди, капусти білокачанної. Обприскування посівів зернових культур проводять від фази кушіння до фази виходу в трубку нормою 0,16-0,66 л/га, кукурудзи - у фазі 3-5 листків, нормою 1 л/га, цукрових буряків – у фазі появи 1-3 листків, нормою 0,3-0,5 л/га, льону-довгунця (на технічні цілі) – у фазі “ялинки”, нормою 0,1-0,3 л/га, лаванди - у фазі відростання культури, нормою 1,0-1,7 л/га, капусти білокачанної – після висаджування розсади, нормою 0,2-0,5 л/га.

Лонтрім – водорозчинний концентрат (2,4-дихлорфеноксі-оцтова кислота, 360 г/л + клопіралід, 35 г/л). Післясходовий гербіцид для контролю однорічних та багаторічних дводольних бур'янів, в т.ч. стійких до 2,4-Д та 2М-4Х на посівах пшениці озимої та ярої й кукурудзи. Пшеницю обприскують від фази кушіння до початку виходу в трубку, кукурудзу у фазі 3-5 листочків нормою 1,5-2,0 л/га.

Мілагро 040 SC – концентрат суспензії нікосульфурон, 40 г/л. Післясходовий

системний гербіцид для захисту посівів кукурудзи від багаторічних та однорічних злакових, а також деяких однорічних широколистих бур'янів. Чутливі бур'яни: щиріця, канатник, суріпиця, осот польовий, дурман, підмаренник, ромашка, м'ята, лобода, портулак, гірчак почечуйний, гірчиця, пирій, просо, мишій, гумай. Має короткий період розпаду. Після кукурудзи можна сіяти озиму пшеницю та ячмінь. Низькотоксичний для ссавців та доквілля. Норма витрати 1,0-1,25 л/га.

Ордрам 720 – концентрат емульсії молінату, 720 г/л. Рисовий гербіцид для контролювання однорічних злакових (просоподібних) бур'янів. Застосовується для обприскування ґрунту до сівби (з загортанням, до сходів посівів або в фазі 2-3 листків культури рису, нормою 5,0-7,0 л/га

Пантера – 4 % концентрат емульсії хізалофолу-Р-тефурилу, 40 г/л. Післясходовий гербіцид для контролю однорічних і багаторічних злакових бур'янів на посівах буряків цукрових, гороху, льону, картоплі. Норма витрат препарату при обприскуванні однорічних злакових бур'янів у фазі 3-4 листочків 1,0-1,5 л/га, а при обприскуванні багаторічних бур'янів при висоті 10-15 см – 1,75-2,0 л/га.

Пріма – суспензійна емульсія 2-етилгексиліовий ефір 2,4-Д 452,42 г/л + флорасулам, 6,25 г/л. Післясходовий гербіцид для контролю однорічних і багаторічних дводольних бур'янів на посівах жита, пшениці, ячменю, тритікале. Застосовують обприскування посівів від фази кушіння до початку виходу в трубку, нормою 0,4-0,6 кг/га.

Раундап – водний розчин солі гліфосату, 482 г/л. Гербіцид-десикант для контролювання однорічних та багаторічних злакових і дводольних бур'янів на полях призначених під посіви кукурудзи, буряків цукрових, картоплі, зернових, льону, сої, овочевих, злакових трав на насіння, ріпаку, квітів на насіння, пару, люцерни, узбіччя дренажних, колекторно-дренажних та зрошувальних каналів, землі несільськогосподарського використання (смуги відчуження, лінії електропередач, газо- та нафтопроводів, узбіччя доріг, залізничні насипи), лісове господарство. В залежності від призначення заходу на обприскування бур'янів витрачають від 2,0-4,0 до 8,0-10,0 л/га препарату.

Рейсер – концентрат емульсії флуорохлоридон. Досходовий гербіцид проти широколистих та злакових бур'янів на пшениці, кукурудзі, соняшнику, моркві, картоплі. Знищує основні однорічні широколисті і злакові бур'яни, пригнічує сходи осоту. Ефективний проти підмаренника, мітлиці. Чутливі бур'яни: щиріця, підмаренник, лобода, гірчиця, китник мишохвостий, мишій, куряче просо, пажитниця, грицики, паслін, вероніка, зірочник, жабрій. Норма витрат 2,0 л/га. Швидко розкладається в ґрунті, не впливає на сівозміну. Препарат низькотоксичний для теплокровних та безпечний для доквілля.

Селект 120 – концентрат емульсії клетодим, 120 г/л. Гербіцид для контролю кількості однорічних і багаторічних злакових бур'янів у посівах соняшника, буряків цукрових, столових, кормових, льону довгунця, цибулі, сої, ріпаку, моркви. Норма витрат гербіциду при обприскуванні однорічних злакових бур'янів висотою 3-5 см 0,4-0,8 л/га, а при обприскуванні багаторічних злакових бур'янів висотою 15-20 см – 1,4-1,8 л/га.

Стомп 330 – концентрат емульсії пендиметалін, 330 г/л. Препарат для обприскування ґрунту протягом 2-3 днів після сівби (до сходів культури) на посівах кукурудзи, соняшника, сої, гороху, картоплі, моркви, часнику, капусти, томатів, цибулі, петрушки кореневої від однорічних злакових та дводольних бур'янів. Норма витрат гербіциду при обприскуванні ґрунту від 2,5-4,5 до 3,0-6,0 л/га в залежності від забур'яненості.

Трефлан 480 – концентрат емульсії трифлуралін, 480 г/л. Гербіцид для обприскування ґрунту (із негайним загортанням) до висівання, під час висівання або до сходів культури проти однорічних злакових і дводольних бур'янів під посіви сої, ріцини, соняшника, льону-довгунця (на технічні цілі), томатів, капусти, коріандру, тютюну, часнику, цибулі, баклажанів, перцю, огірків, люпину, люцерни, анісу, кмину, фенхелю, астрагалу, безсмертнику, валеріани, лаванди, кавунів. Норма внесення змінюється в залежності від вирощуваних культур і складає від 1,0-1,2 до 3,0, 4,0 і навіть 6,0 л/га.

Ураган 480 WS – водний розчин гліфосат-тримезіум, 480 г/л. Гербіцид-дефоліант для контролю однорічних та багаторічних бур'янів на парах та полях після збирання культур, у садах. Застосовують обприскування вегетуючих бур'янів, нормою 2,0-4,0 л/га, у садах – 2,0-6,0 л/га.

Фацет КС – концентрат суспензії квінклолак, 250 г/л. Після-сходовий гербіцид для контролю однорічних злакових просо подібних бур'янів на посівах рису. Застосовують обприскування посівів рису у фазі 2-3 листочки при 3-4 листочках у бур'янів, нормою 1,0-1,8 л/га.

Фуроре-Супер – масляно-водяна емульсія феноксапроп-п-етил, 7,5 %. Післясходовий гербіцид для контролю однорічних злакових бур'янів у посівах буряків цукрових, столових, кормових, моркви, соняшника, капусти білокачанної середніх і пізніх сортів, цибулі всіх генерацій. Застосовують обприскування вегетуючої культури, починаючи з фази 2-х листків до кінця кушіння бур'янів. Норма внесення 0,8-2,0 л/га. При застосування препарату на посівах ріпаку проти однорічних злакових бур'янів в нормі 0,8-1,2 л/га забороняється використання олії в якості сировини в харчовій промисловості.

Фюзілад Супер 125 ЕС – концентрат емульсії флуазифон-п-бутіл 125 г/л. Післясходовий гербіцид для контролю однорічних і багаторічних злакових бур'янів на посівах буряків цукрових, цибулі всіх генерацій, моркви, томатів, капусти, огірків, картоплі, гороху, соняшника, сої, льону. Застосовують обприскування у фазі 2-4 листків при висоті бур'янів 10-15 см, нормою від 1,0-1,5 до 2,0-3,0 л/га.

Шогун 100 ЕС – концентрат емульсії пропахізофоп, 100 г/л. Післясходовий гербіцид для контролю однорічних та багаторічних злакових бур'янів на посівах цукрових буряків, льону-довгунця, цибулі, соняшника, томатів, капусти білокачанної, сої, картоплі, гороху, садів. Норма застосування препарату при висоті бур'янів (пирію) 10-15 см 0,6-1,2 л/га.

3.5.3.1.4. Техніка безпеки при роботі з гербіцидами

Токсичність гербіцидів для людини й тварин не однакова. Велика частина гербіцидів, які застосовують у сільському господарстві, малотоксичні й при дотриманні правил техніки безпеки нешкідливі для людей і тварин. З цими правилами необхідно ознайомити всіх осіб, що працюють з хімічними засобами знищення бур'янів.

Працюючі повинні знати властивості гербіциду, як він діє на людину, запобіжні заходи під час роботи з ним, а також як надати першу допомогу потерпілим від препарату.

Особи, що направляються на роботу з гербіцидами, проходять медичне обстеження. До цієї роботи не допускають молодь до 18 років, а також вагітних і жінок, що годують немовлят. Працюючих постачають спецодягом.

Транспортні засоби, призначені для перевезення гербіцидів, повинні легко очищатися, знезаражуватися і щільно закриватися. Не можна транспортувати гербіциди разом із людьми, продуктами харчування й фуражем.

Гербіциди зберігають в особливих складах, віддалених від житлових і господарських будівель не менш ніж на 200 м. Склад, повинен мати двері й ставні, що добре закриваються, достатню вентиляцію й освітленість, похилу, щільну, без щілин і підвалів підлогу, душ, умивальник, приміщення для збереження спецодягу, аптечку. Пестициди зі складу відпускають за письмовим наказом керівника господарства або головного агронома. Двері складу по закінченні роботи опечатують.

Обробляють посіви гербіцидами під керівництвом фахівця. Жителі прилеглих населених пунктів повинні бути завчасно сповіщені про майбутню роботу. Поля і ділянки, віддалені не більше ніж на 300 м від водойм, житлових і господарських будівель, можна обробляти тільки з дозволу станції захисту рослин малотоксичними гербіцидами наземними штанговими обприскувачами.

Заправні пункти розташовують у місцях, віддалених від житлових і господарських

будівель не менше ніж на 200 м. Готування розчинів, заповнення ними баків обприскувача повинні бути механізовані. По закінченню робіт місце розташування заправного пункту обробляють хлорним вапном і переорюють.

Під час роботи не дозволяється приймати їжу, курити. Перед сніданком, обідом необхідно ретельно вимити руки й обличчя з милом або прийняти душ.

Однак і при дотриманні всіх правил, а тим більше при їхньому порушенні можливі окремі отруєння, ознаками яких служать запаморочення, судороги, блювота, озноб і т.д. У цих випадках необхідно зробити першу допомогу потерпілим.

Відкриті частини тіла, уражені гербіцидом, варто очистити сухою ватою і промити теплою водою з милом. Очі у випадку влучення гербіциду треба рясно промити чистою водою, а потім 2 %-вим розчином соди.

Якщо препарат потрапив у шлунок, необхідно викликати блювоту в потерпілого, давши йому попередньо випити кілька склянок теплої кип'яченої води, потім 2—3 столові ложки активованого вугілля, розмішавши його з водою, а після цього — проноسه.

При проникненні гербіциду в дихальні органи й появі кашлю потерпілого відводять подалі від місця застосування гербіциду і на час залишають там, змінивши фільтр респіратора. Під час роботи з розчинами фільтри змінюють 2—3 рази в день. Після роботи лицьові частини респіратора миють теплою водою з милом і добре протирають тканиною, змоченою розчином марганцевокислого калію (0,5 %-вим), спиртом, або потім респіратор промивають чистою водою й сушать.

Спецодяг зберігають до наступного робочого дня в спеціальних складах з окремими шафками. Після закінчення сезону її, а також попередньо промиті й висушені частини обприскувачів здають на склад, де вони зберігаються до наступного року. Транспортні засоби, цистерни, тару й весь інвентар знезаражують: металеві предмети — гасом, дерев'яні — хлорним вапном, металеву й скляну тару—3—5 %-вим розчином кальцинованої соди, хлорним вапном або попелом. Паперову й непридатну дерев'яну тару з-під пестицидів спалюють, а залишки розчину і використані знезаражуючі засоби засипають вапном і закопують не менш ніж на 0,5 м. Усі ці роботи проводять у місцях віддалених не менш ніж на 200 м від житлових і господарських приміщень і водойм.

3.5.3.2. Біологічні заходи

Біологічні заходи знищення засновані на використанні різних організмів або продуктів їхньої життєдіяльності для зниження кількості популяції окремих і, насамперед, найбільш шкідливих видів бур'янів. Однак біологічні заходи не знайшли в боротьбі з бур'янами широкого застосування в посівах. Причини полягають як у їх низькій поки що ефективності, складній технології виявлення й розмноження необхідних агентів і неможливості твердого контролю за їхнім розселенням. У ряді випадків вони можуть переміняти джерело їжі і сильно ушкоджувати культурні рослини.

Усі організми, які знищують бур'яни умовно поділяють на 4 групи:

1) **комахи, нематоди, кліщі** – ушкоджують рослини, суцвіття, листки, плоди. Як приклад, можна навести амбросієву совку, гусениці якої живляться листками амброзії; амбросієвий листоїд – знищує всю рослину, лялечки несправжнього слоника живляться чоловічими суцвіттями амброзії, де й окукляються, пилки амброзії є поживою для дорослих жуків;

2) **фітопатогенні мікроорганізми та віруси**, що спричиняють захворювання бур'янів. Типовим прикладом слугує гриб фузаріум вовчковий, внесений у ґрунт при сівбі, уражає вовчок на посівах тютюну, махорки, баштанних культур. Для контролювання повитиці застосовують гриб альтернарію, який викликає загнивання й загибель рослин-паразитів. Насіння гірчака шорсткого, гумаю, мишію сизого, свинарію у природному стані уражаються сажкою. Від іржі гине до 80 % пагонів осоту. Під впливом вірусів

вкриваються наростами суцвіття осоту рожевого, ромашки не пахучої, чистцю болотного, що призводить до загибелі репродуктивних органів;

3) **біогенні препарати** – продукти біосинтезу мікроорганізмів. Ці продукти досить токсичні для окремих видів бур'янів, а не для усіх які є в посівах. Тому застосовувати й управляти ними досить важко;

4) **риби, птахи**, які знищують небажану у посівах водну рослинність. Риб білого амура та товстолобика використовують для поїдання бульбокомишу морського, очерету, рогозу у магістральних каналах, рисових чеках. Зернівки проса рисового в чеках поїдають качки-крякви (Примак І.Д., Манько Ю.П., Танчик С.П., 2005).

3.5.4. Спеціальні заходи

Спеціальні заходи полягають у локалізації, зниженні шкідливості, а потім і в знищенні найбільш злісних потенційно небезпечних, або карантинних бур'янів. До їх складу входять фітоценотичні, екологічні, організаційні та комплексні заходи.

3.5.4.1. Фітоценотичні заходи

Фітоценотичні заходи контролювання бур'янів будуються на використанні більш високої у порівнянні з бур'янами конкурентної здатності культурних рослин і їх біологічної несумісності. Це дозволяє їм, як домінантам польового рослинного співтовариства культурного посіву, у процесі вегетації не тільки протистояти бур'янам, але й придушувати їхній ріст і розвиток. Виразність конкурентної здатності, а значить і можливість домінувати в польовому співтоваристві визначається не тільки біологією культури (тривалість вегетації, ритміка розвитку, інтенсивність нагромадження біомаси, висота рослин, кількість листків, алелопатична активність біолітів і т.п.), але й створюваного нею внутрішнім середовищем польового співтовариства, формованої у процесі реалізації елементів агротехніки (термін і спосіб сівби, норма висіву, спосіб чергування культур, прийоми догляду, дотримання сівозміни і т.п.).

Так, якщо в посівах ячменю й вівса на допущених просівах кількість бур'янів складає відповідно 224 і 716 штук на 1 м², то при оптимальній нормі висіву відповідно тільки 136 і 188 шт./м², тобто зменшувалося майже в 2-4 рази.

За здатністю заглушати у посівах бур'яни всі польові культури підрозділяються на три групи: 1) **висококонкурентні** - озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь, озимий рапс, конопля, земляна груша (топінамбур), багаторічні трави; 2) **середньоконкурентні** - ячмінь, овес, суміші вики з вівсом, гірчиця, соняшник, кукурудза, тютюн, люпин, кормова капуста; 3) **слабоконкурентні** - яра пшениця, просо, сорго, горох, квасоля, цукровий буряк, льон, картопля.

3.5.4.2. Екологічні заходи

Екологічні заходи полягають у такій зміні переважно ґрунтових умов, що найбільше відповідали б вимогам культурних рослин і негативно впливали на бур'яни. Це виражається в зміні аерації й вологості ґрунту, її температури й реакції ґрунтового розчину, біологічної активності й умісту елементів мінерального живлення.

Роль заходів зростає у зв'язку з розширенням площ вирощуваних і меліорованих земель, збільшенням використання добрив і хімічних меліорантів, спеціалізацією й концентрацією виробництва і т.д.

Наприклад, вапнування ґрунту дозволяє знизити на них кількість щавлю малого й кінського, шпергелю польового, дівали однолітньої, а видалення надлишкової вологи сприяє зменшенню чисельності сухоцвіту болотного, ситника жаб'ячого й інших вологолюбних рослин.

Поліпшення ґрунтових умов культурних рослин сприяє підвищенню конкурентної здатності до бур'янів. Тому зниження кількості останніх є результатом не тільки дії екологічних заходів, але й наслідком зростання фітоценотичної ролі культури в посіві.

3.5.4.3. Організаційні заходи

Організаційні заходи складаються з реалізації таких заходів, способів або видів робіт, що поліпшують загальний культуртехнічний стан сільськогосподарських угідь конкретної земельної території або ж побічно сприяють цьому. Такі заходи підвищують ефективність і продуктивність інших заходів в придушенні й знищенні бур'янистих рослин.

Обсяг матеріальних і грошових витрат на здійснення організаційних заходів, не перевершує величини витрат на поточні культуртехнічні роботи в господарстві.

Правильне розміщення копиць на полях при збиранні зернових дозволяє знизити втрати при вивозі з поля соломи й полови, що містять насіння бур'янів, швидко звільнити поля для своєчасного луцення стерні. Неприбрані з полів камені й валуни створюють додаткові вогнища розмноження бур'янів.

Необхідно правильно розміщати скирти на полях і косовицях, вибирати маршрути для прогону худоби, регулювати її випас, знищувати бур'яни біля опор ліній електропередач.

При роздільному й самостійному застосуванні розглянуті заходи контролювання не можуть зробити істотного й довгострокового впливу на зниження життєздатності й кількості популяцій видів бур'янистих рослин. Навпаки, при сукупному й послідовному науково-обґрунтованому застосуванні ці прийоми й способи взаємно підсилюють один одного і забезпечують найбільший успіх у знищенні бур'янистих рослин. **Сполучення розглянутих вище заходів називають комплексними заходами знищення бур'янів.**

3.5.4.4. Комплексні заходи контролю бур'янів

Комплексні заходи контролю бур'янів складаються з послідовних заходів, які доповнюють і підсилюють один одного у черговий найбільш уразливий період їх життя. У результаті послідовного тиску різних заходів на бур'яни, які здійснюються і посилюються протягом декількох років, життєздатність бур'янів, їхня насінна продуктивність, запас пластичних речовин у коренях розмноження, можливості до поширення й екологічні умови життя настільки знижуються, що настає загибель індивідумів.

Так, висока ефективність **методу удушення пирію повзучого** заснована на знанні біології бур'яну й оптимальному в часі доповненні дворазового дискування стерні наступною оранкою з передплужником. Роздільне виконання кожного з цих механічних заходів, навпаки, приводить до неухильного зростання кількості пирію повзучого.

Проведення хімічного прополювання посівів озимої пшениці в поєднанні з методом виснаження в післязбиральний період знижує кількість багаторічних бур'янів до весни третього року на 99-98%, тоді як застосування одного методу виснаження - тільки на 62-70% (А. В. Воеводін).

Послідовний вплив на будяк польовий протягом 3-х років: гербіцидом 2,4-Д у посівах ячменю + післязбиральне обприскування стерні 2,4-Д + глибока на 30 см зяблева оранка з фітоценотичним придушенням бур'яну посівами віко-вівсяної суміші + обприскування її стерні гербіцидом із посівом озимого жита до кінця 1-го року знизило чисельність будяка польового на 78-95%, тоді як без цього комплексу чисельність будяка зросла на 59%.

Якщо при розробці сполучення двох і більш заходів відсутнє використання яких-небудь гербіцидів, то такі комплексні заходи як синонім називають агротехнічними. Прикладом сполучення таких заходів контролювання бур'янів може бути: метод **провокації** (механічний) і **глибокого закладення** (механічний) у системі зяблевого обробітку попередника ячменю + вапнування ґрунту (**екологічний**) + навесні реалізація методу провокації (**механічний**) у системі передпосівної підготовки ґрунту й збільшення на 10-15% норми висіву ячменю (**фітоценотичний**). Усі ці заходи, реалізують в системі прийнятої технології і не вимагають істотних додаткових витрат, забезпечуючи сильне придушення бур'янів і зниження їхньої кількості в насінній продукції.

Роль гербіцидів у загальній системі заходів. Гербіциди не можна розглядати як єдиний засіб контролювання бур'янів. Недостатня вивченість умов, при яких повною мірою виявляється їхня фітотоксичність, і порушення агротехніки приводять до зниження ефективності. Застосування гербіцидів одного виду протягом тривалого часу сприяло знищенню чутливих до нього бур'янів і до посиленого поширення стійких видів. Для подолання виявлених недоліків необхідно більш глибоко й усебічно враховувати природні умови, характер засміченості поля, стан бур'янистих і культурних рослин на момент застосування гербіцидів, дотримуватися всіх рекомендацій при їхньому використанні.

Перевага комплексних заходів знищення бур'янів визначається не тільки їхньою високою ефективністю, але й практичними можливостями сполучення в них простих засобів у комбінації, з урахуванням агротехніки кожної культури, біології переважаючих видів бур'янів і стосовно до конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

Контрольні питання

1. Яку шкоду наносять бур'яни сільському господарству? 2. Чому, незважаючи на прийняті заходи, бур'яни не вдається цілком знищити? 3. Перелічіть пороги шкідливості бур'янистих рослин і викладіть їх сутність. 4. На яких ознаках заснована класифікація бур'янів? 5. Які подібності й розходження між зимуючими й озимими бур'янами, паразитами й напівпаразитами? 6. Назвіть найбільш злісні коренево-нащадкові бур'яни і їхні біологічні особливості 7. Для чого необхідна карта засміченості полів і як її складають? 8. У чому ціль запобіжних заходів боротьби з бур'янами, які з них вам відомі? 9. Охарактеризуйте хімічні засоби винищення бур'янів 10. За якими ознаками і як класифікуються способи боротьби з бур'янами? 11. В чому полягають розходження між фітоценотичними і біологічними, між механічними й агротехнічними способами знищення бур'янів? 12. Як позбутися від насіння бур'янів, що знаходяться в ґрунті? 13. Назвіть основні заходи боротьби з кореневищами і коренево-нащадковими бур'янами, крім хімічних. 14. Як позбутися від бур'янів-паразитів? 15. В чому роль хімічних заходів знищення бур'янів, які їхні переваги й недоліки? 16. Які ознаки (властивості) покладені в основу класифікації гербіцидів? 17. Які гербіциди застосовують для знищення бур'янів у посівах зернових, льону, цукрового буряка, овочевих культур? 18. Чим викликана необхідність системи заходів щодо знищення бур'янів і які складові частини входять у цю систему? 19. Які заходи охорони здоров'я людей, що працюють із гербіцидами? Як при цьому захистити від забруднення ґрунті, води й повітря?

Розділ 4 СІВОЗМІНИ

Сівозміна - це науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур і пару на території (на усіх полях за роками), яке супроводжується відповідною системою обробки ґрунту й системою удобрення та забезпечує стабільне підвищення родючості ґрунту, зростання врожайності сільськогосподарських культур, важлива частина землеробства. За широтою й розмаїтістю дії на ґрунти й рослини серед агрономічних заходів сівозміна не має собі рівних. Її вплив розповсюджується на всі сторони життя рослин і на життєво необхідні процеси у ґрунтах. Сівозміна сприяє поповненню й кращому використанню поживних речовин ґрунту й добрив, покращує й підтримує сприятливі фізичні властивості, захищає ґрунт від водної й вітрової ерозії, попереджає розповсюдження бур'янів, хвороб і шкідників сільськогосподарських культур.

4.1. Поняття про сівозміну і її елементи

У сільськогосподарських господарствах польові культури вирощують у вигляді монокультури, беззмінної культури і в сівозміні.

Якщо головною й основною метою діяльності господарства є виробництво в якості товарного одного виду рослинницької продукції (зерно, бавовна, картопля і т.п. на усій території), то такий вид виробництва називають монокультурою.

Висівання одних і тих самих культур протягом декількох років на одному полі одержало назву повторного. Обробіток на одній обмеженій і не включеній у сівозміну площі однієї культури (хміль, коноплі, бавовник і ін.) протягом тривалого часу (більше 7-10 років) - називають беззмінною культурою.

Здавна хліборобами помічено, що обробіток культурних рослин при змушеній щорічній або періодичній зміні їх одна за одною на полях, сприяв підвищенню величини і якості одержуваної продукції. Пізніше така зміна культур на орних землях або окремих полях стала традицією в землеробстві й трансформувалася в сівозміну.

Культури в сівозміні, можуть змінювати одна одну у різних послідовностях. Це не суперечить сівозміні, але кожен випадок чергування культур має бути, агротехнічно-обґрунтованим, економічно доцільним і вигідним для господарства. ***Будь-який перелік сільськогосподарських культур і пару у порядку чергування в сівозміні, що відповідає перерахованим умовам називають схемою сівозміни.***

Сільськогосподарську культуру або пар, які займали дане поле в попередньому році, називають попередником.

Однак навіть у порівняно однорідному за ґрунтово-кліматичними умовами регіоні багато господарств у залежності від їхньої спеціалізації й відповідно до економічних обґрунтувань вирощують різні культури, набір яких може бути дуже великим. У цьому зв'язку нерідко подібні за біологією, вимогами до умов життя, прийнятій агротехніці і впливу на родючість ґрунту сільськогосподарські культури й парові поля можна умовно об'єднати в наступні групи:

пари - чисті й зайняті пари;

озимі зернові - озиме жито, озима пшениця й озимий ячмінь;

ярі зернові – яра пшениця, овес, ячмінь;

зернобобові - горох, сочевиця, соя й т.д.;

круп'яні - гречка, просо, сорго, рис і т.д.;

прядильні - льон-довгунець, конопля і т.д.;

просапні - кукурудза, кормовий і столовий буряк, картопля й т.д.;

технічні просапні - цукровий буряк, соняшник, бавовник і т.д.;

однолітні трави - суміш вики з вівсом, суміш гороху з вівсом, середела, суданська

трава, райграс однолітній і ін.;

багаторічні трави - конюшина, люцерна, суміш конюшини лучної з тимофіївкою лучною й т.д.

Таке групування сільськогосподарських культур дозволяє створювати сівозміни, вказуючи не назву конкретної культури, а лише назву відповідної групи, що рекомендуються в схемі сівозмін для даного регіону. Так, схема сівозміни може бути представлена в такому скороченому вигляді: 1) віко-вівсяна суміш; 2) озимі зернові; 3) просапні; 4) ярі зернові. Господарство в зоні Полісся, що прийняло цю схему, може в полі просапних обробляти картоплю, кормовий буряк, кукурудзу на силос і т.п. Якщо господарство розташоване в Лісостеповій або Північно-степовій зоні, то в просапному полі можуть розміщати цукровий буряк, соняшник, кукурудзу на зерно й т.п. (табл. 4.1).

Таблиця 4.1. Ротаційна таблиця зерно-кормової 7-пільної сівозміни для господарств Запорізької обл.

| № поля | 1 рік | 2 рік | 3 рік | 4 рік | 5 рік | 6 рік | 7 рік |
|--------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Кукурудза на зерно | Озима пшениця | Соя | Ярий ячмінь з підсівом люцерни | Люцерна | Люцерна | Кормові буряки |
| 2 | Кормові буряки | Кукурудза на зерно | Озима пшениця | Соя | Ярий ячмінь з підсівом люцерни | Люцерна | Люцерна |
| 3 | Соя | Ярий ячмінь з підсівом люцерни | Люцерна | Люцерна | Кормові буряки | Кукурудза на зерно | Озима пшениця |
| 4 | Озима пшениця | Соя | Ярий ячмінь з підсівом люцерни | Люцерна | Люцерна | Кормові буряки | Кукурудза на зерно |
| 5 | Ярий ячмінь з підсівом люцерни | Люцерна | Люцерна | Кормові буряки | Кукурудза на зерно | Озима пшениця | Соя |
| 6 | Люцерна | Кормові буряки | Кукурудза на зерно | Озима пшениця | Соя | Ярий ячмінь з підсівом люцерни | Люцерна |
| 7 | Люцерна | Люцерна | Кормові буряки | Кукурудза на зерно | Озима пшениця | Соя | Ярий ячмінь з підсівом люцерни |

В основі будь-якої сівозміни лежить прийнята в господарстві структура посівних площ, що виражає (у відсотках або у гектарах) співвідношення величини посівних площ, які відводять під кожен культуру або групу подібних культур.

Структура посівних площ визначається спеціалізацією господарства (зернове, овочівницьке, молочне тваринництво), державним замовленням, ринковим попитом, економічними можливостями господарства, близькістю переробних підприємств і т.п.

У кожному господарстві є різні за вмістом гумусу, потужністю орного шару, механічним складом й іншими властивостям ґрунти. Їх поєднують за подібними показниками й відводять під відповідні сівозміни. Таку *сукупність декількох сівозмін, тісно ув'язаних між собою для вирішення з оптимальним ефектом економічних, соціальних і агротехнічних задач даного господарства, називають системою сівозмін.* У невеликих господарствах така система може складатися з двох або навіть однієї сівозміни.

При виборі конкретної системи сівозміни варто знати, що кожне поле сівозміни повинне бути однаковою за площею. Від середнього розміру поля, прийнятого в сівозміні, допускають відхилення за розміром кожного поля на величину не більшу $\pm 3-5\%$, а іноді й до $\pm 7\%$. Це обумовлено неможливістю скомпонувати землевпорядниками на місцевості поля точно рівними за площею через автостради, річки, відмінності за родючістю ґрунтів і т.п.

В кожному полі сівозміни розміщують одну культуру, але іноді за господарськими міркуваннями й кілька культур. Поле, у якому розміщують на його частинах посіви різних сільськогосподарських культур (дві, рідко більше) **називають збірним**. Збірні поля в сівозміні небажані. При наявності збірного поля на ньому необхідно вирощувати тільки культури, що відносяться до однієї господарської групи: $\frac{1}{2}$ (площі поля) картопля + $\frac{1}{2}$ кормові коренеплоди або $\frac{1}{3}$ ячмінь + $\frac{2}{3}$ (площі поля) овес. **Зовсім неприпустимо вирощувати** в збірних полях культури з різних господарських груп: $\frac{1}{2}$ конюшина + $\frac{1}{2}$ овес або $\frac{1}{4}$ озима пшениця + $\frac{3}{4}$ соняшник і т.п.

Число полів у різних сівозмінах коливається з різних причин і, насамперед, у залежності від ґрунтово-кліматичних умов, тривалості вегетаційного періоду, розміру господарства і т.п. У посушливих степових районах сівозміни мають 1-5 полів, у більш зволжених умовах Лісостепу - 6-9 полів (табл. 4.1), а на зрошуваних землях - 8-10 полів і більше.

У селянських (фермерських) господарствах, що мають обмежені площі ріллі, доцільно мати в сівозміні не більш 4-5 полів. Такі сівозміни називають **коротко-ротаційними**. Збільшення числа полів може приводити до непродуктивного використання техніки й погіршення якості виконання польових робіт.

Іноді в колективному або селянському господарстві з певних господарських причин через обмеженість території виділену площу ріллі щороку засівають тільки однією культурою, але щорічно змінюють цю культуру. Наприклад, обробляють у 1 рік - суміш вики з вівсом на сіно, на 2 рік - озиму пшеницю, на 3 рік - картоплю і т.д. Таку **щорічну зміну або чергування культур на конкретній ділянці називають сівозміною в часі**.

Якщо ж у господарстві щорічно обробляють, наприклад, чотири культури і відводять під кожен з них поле, то усі поля мають власну нумерацію. Тоді, дотримуючись прийнятої схеми сівозміни у 1 рік освоєння сівозміни, на полі I вирощують картоплю, на полі II - висівають віко-вівсяну суміш, на полі III - озиму пшеницю, на полі IV - ячмінь. На наступний рік, дотримуючи встановленої схеми сівозміни, культури розміщують так: на полі I - ячмінь, на полі II - озима пшениця, на полі III - картопля, на полі IV - віко-вівсяна суміш. Аналогічним чином чергують культури на кожному полі на 3 і 4 роки. Таке **послідовне дотримання чергування посівів культур (а при наявності - й пару) щорічно і на кожному полі називають сівозміною в часі і на полях, або просто сівозміною**.

Таблиця 4.2. Коротко-ротаційна схема сівозміни зони Полісся для фермерського господарства, обмеженого площею

| №№ поля | Роки чергування | | | |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| I | картопля | ячмінь | віко-вівсяна суміш | озима пшениця |
| II | віко-вівсяна суміш | озима пшениця | картопля | ячмінь |
| III | озима пшениця | картопля | ячмінь | віко-вівсяна суміш |
| IV | ячмінь | віко-вівсяна суміш | озима пшениця | картопля |

У розглянутому прикладі (табл. 4.2) на 5 рік усі культури розмістяться на тих же полях, на яких їх висівали в 1 рік. Коло чергування культур як би замкнулося й починається знову. **Період часу, протягом якого сільськогосподарські культури й пари проходять через кожне поле в послідовності, передбаченій схемою сівозміни, називають ротацією сівозміни**. Ротація сівозміни (від лат. rotatio – рух по колу) - **повний цикл чергування культур у сівозміні**. Звідси випливає, що ротація сівозміни, або період ротації у нашому прикладі складає чотири роки. З п'ятого року починається черговий (другий) період ротації.

За призначенням сівозміни поділяють на польові, кормові, спеціальні, (овочеві, рисові, ґрунтозахисні) та ін.

Розміщення посівів культур на полях і за роками на одну ротацію, представляють у вигляді **ротаційної таблиці** (табл. 4.1, 4.2). Вона являє собою план розміщення сільськогосподарських культур і пару на полях і за роками в період ротації сівозміни.

Правильність складання ротаційної таблиці перевіряється відповідністю чергування культур у кожному полі за черговими роками прийнятої схеми сівозміни. Тут це дотримано.

Іноді виникає питання про доцільність складання ротаційної таблиці, якщо все так просто. Але у виробничих умовах бувають і несприятливі ситуації. Наприклад, озима пшениця в 2 рік ротації у полі II вимерзла, й навесні це поле, щоб не зазнати великої шкоди, засіяли ярим ячменем. Відповідно до прийнятої схеми чергування культур на II полі на 3 рік за ячменем повинна була йти віко-вівсяна суміш. Однак це помилковий висновок. Відповідно до ротаційної таблиці на II полі за ячменем, яким пересівали пшеницю у 3 рік обов'язково повинна розміщатися картопля. Так ротаційна таблиця визначає порядок розміщення культур на полях і за роками незалежно від мінливих погодно-кліматичних умов.

4.2. Наукові основи чергування культур

Повторні й беззмінні посіви сільськогосподарських культур на тому самому полі рано або пізно приводять до різкого падіння врожаїв і зниження якості одержуваної продукції. Узагальнивши багатовікові спостереження в практиці землеробства і, спираючись на багаторічні дослідження, академік Д. Н. Прянішніков виділив чотири групи причин, які впливали на урожайність сільськогосподарських культур і вимагали необхідного чергування культур у сівозміні: **фізичні, хімічні, біологічні й економічні**.

Фізичні причини зниження урожайності обумовлені зміною фізичних властивостей ґрунту, викликаних однотипним впливом систематично повторюваних елементів технології вирощування культури. Ці причини отримали назву **структурної теорії необхідності чергування культур** розробленої в кінці XIX - на початку XX ст. П. Костичевим, В. Докучаєвим, В. Вільямсом. Згідно цієї теорії, постійний обробіток просапних культур приводить до руйнування структури й розпилення ґрунту, сильного заплівання й утворення ґрунтової кірки після дощів, інтенсивної мінералізації гумусу ґрунту й ряду супутніх негативних явищ.

Найбільший вплив на структуру ґрунту й на стійкість його до ерозії спричиняють рослини з добре розвинутою кореневою системою й наземними органами, які повністю покривають ґрунт до збирання урожаю і не обробляються в період вегетації. Цим вимогам повністю відповідають багаторічні бобові й злакові трави або їх суміші, у яких маса кореневої системи майже рівна масі надземних рослинних залишків. Ці рослини сприяють утворенню дрібногрудкуватої й зернистої водотривкої структури. Це сприяє формуванню не тільки оптимальної й стійкої будови орного шару ґрунту, але й практично цілком виключає розвиток водної й вітрової ерозії ґрунтів (Шикіла М.К., 2000).

Із зернових культур найбільшим впливом на збереження структури ґрунту й на стійкість його до ерозії володіють озимі зернові, які мають тривалий період вегетації, більш розвинуту кореневу систему, добре прикривають ґрунт восени й весною від руйнуючої дії на структуру ґрунту опадів і талих вод.

Просапні культури менше впливають на покращання структури ґрунту. Виключення складає кукурудза, яка має добре розвинуту кореневу систему й за структуроутворенням не поступається зерновим колосовим культурам. Збирання урожаю коренеплодів буряків і картоплі пов'язане із сильним механічним впливом на ґрунт, який викликає руйнування ґрунтових агрегатів, особливо при високій або недостатній вологості.

У цьому зв'язку *групи сільськогосподарських культур за їхньою здатністю охороняти ґрунт від ерозії розташовують у наступний спадний ряд: багаторічні трави > озимі зернові > однолітні трави > ярі зернові > просапні > зайняті пари > чисті пари.*

Внесення, мінеральних і органічних добрив, посилює структуроутворюючу дію усіх культур, але не змінює їх розміщення за здатністю охороняти ґрунт від ерозії. Таким чином, причини фізичного порядку можна перебороти не тільки підбором оброблюваних культур, порядком їхнього чергування, але й зміною технології їхнього обробітку.

Хімічні причини зниження урожайності полягають у тому, що різні культури споживають із ґрунту неоднакову кількість елементів мінерального живлення, а коренева система проникає на різну глибину і вони залишають після збирання в ґрунті несхожі за кількістю і якістю рослинні залишки, які з часом поповнюють запаси гумусу.

При вирощуванні сільськогосподарських культур у ґрунтах одночасно відбуваються процеси синтезу й накопичення органічної речовини та її розкладання. В період вегетації рослин, процеси накопичення органічної речовини переважають над їх розкладанням. Але після збирання врожаю до наступного посіву культур у ґрунтах переважають процеси розкладання. Отже, для недопущення зниження родючості ґрунту, рослинні рештки, залишені у ґрунті після збирання врожаю, мають дорівнювати або переважати, ті, що були витрачені на розкладання.

За кількістю залишеної у ґрунті органічної речовини рослини польової культури розміщуються у такій спадній послідовності: багаторічні трави > озима пшениця > кукурудза > ярі культури > соняшник > зернові бобові > цукровий буряк > картопля.

Кількість рослинних залишків, які поступають у ґрунт за ротацію культур сівозміни, можна збільшити шляхом посіву проміжних культур, які в південних районах на зрошуваних землях у 40 см шарі ґрунту складають до 10 т/га, а також шляхом внесення перегною.

Такі культури, як картопля, цукровий буряк, соняшник виносять із ґрунту із середнім врожаєм з 1 гектара 140-200 кг окису калію, тоді як зернові не більше 50-70 кг. Разом із тим, якщо елементи мінерального живлення й вологу гречка, просо, льон-довгунець поглинають із коренево-населеного шару глибиною до 1-1,2 м, картопля й горох - до 1,5 м, то коренева система озимих і ярих зернових проникає в ґрунт до 2,5-2,8 м, а цукрового буряка, соняшника, люцерни ще глибше. Якщо ж чергувати ці групи культур, то витрата мінеральних елементів і вологи буде відбуватися рівномірно й уповільнено, що не приведе до помітного зниження врожайності культур. Більше того, кореневі системи люпину, гречки, вівса, гірчиці, картоплі здатні засвоювати фосфор навіть із важкодоступних з'єднань, які надходять із мінеральними добривами (фосфоритне борошно, томасшлак), так і з тих, що знаходяться в ґрунті (фосфати заліза і т.п.). А бобові (конюшина, люцерна, люпин і ін.) й зернобобові (горох, вика, соя і т.п.) залишають у ґрунті 30-40 кг/га і більше зв'язаного бульбочковими бактеріями азоту. При врожаї 70-90 ц сіна на 1 га посіви конюшини або люцерни залишають у ґрунті близько 80-100 кг азоту, зв'язаного бульбочковими бактеріями. Отже, кожен центнер отриманого сіна свідчить про нагромадження в ґрунті конюшиною або люцерною близько 1 кг зв'язаного азоту.

Крім того, культури, що збирають після дозрівання, залишають у ґрунті після себе неоднакову кількість органічної речовини. Так, за дослідженнями ряду вчених, культури залишають в орному шарі повітряно-сухої маси пожнивних і корневих залишків: конюшино-злакова суміш - 60 ц/га, озимі зернові - 21-31, ярі зернові - 15-24, цукровий буряк - 6, а картопля - близько 3 ц/га. З рослинними залишками повертається у ґрунт різними культурами азоту від 21,5-до 51,5 %, фосфору від 18,5 до 51,2, калію від 1,7 до 48,1, кальцію від 27,6 до 54 % від загальної їх, кількості, накопиченої в урожаї (Ф.І. Левітан).

При цьому, в середньому в рослинних залишках багаторічних бобових трав міститься 1,8-2% N; 0,5-1,6% P₂O₅ і 2,7-2,8% CaO, а в однолітніх злакових рослинах - 0,8-1,1% N;

0,25-0,58% P₂O₅ і 1,3-1,6% СаО. Отже, раціонально чергуючи культури й, вносячи оптимальні норми добрив, можна без істотних витрат утримувати врожайність на високому рівні й зберігати родючість ґрунтів.

Біологічні причини зниження урожайності зв'язані зі збільшенням кількості в ґрунті й посівах шкідливих організмів: бур'янів, шкідливих комах, фітопатогенних організмів, хвороб.

Культурні рослини, які вирощують на полях, мають різну спроможність протистояти бур'янам у боротьбі за світло, вологу й поживні речовини. **Високу конкурентну спроможність має озиме жито, озима пшениця, багаторічні трави. Середній ступінь конкуренції притаманний ячменю, вівсу, люпину, кукурудзі. Слабо протистоять бур'янам яра пшениця, льон, картопля, цукрові буряки.** Але просапні культури, завдяки сформованій системі землеробства, неодноразовому за вегетацію обробітку у міжряддях, звільняються людиною від бур'янів і поля після цих культур в кінці вегетації є чистими.

Зернові, зернові бобові, льон незалежно від їхньої спроможності протистояти бур'янам при тривалому вирощуванні на одному полі збільшують засміченість, що веде до зниження врожаю. Особливо сильно засмічуються беззмінні посіви ярих зернових культур та льону довгунця. Повторні посіви озимої пшениці в 3-4 рази більш засмічені ніж після багаторічних трав. Посіви озимого жита сильно засмічуються спеціалізованим бур'яном - стоколосом житнім, яра пшениця - вівсюгом, просо – плоскухою й т.п.

Не менше шкоди приносять культурним рослинам хвороби й шкідники, особливо в умовах відсутності сівозмін (Рубін С.С., 1962).

Вирощування льону-довгунця щорічно протягом 2-3 років на одному полі призводить до сильного ураження його фузаріозом, що не тільки викликає загибель багатьох рослин, але й знижує якість збереженої до збирання соломи (льонове стомлення ґрунту). Повторні посіви соняшника сильно уражаються паразитним бур'яном - заразихою, яка знижує врожайність насіння культури в 2-3 рази.

Посіви озимої пшениці і ячменю, які вирощуються понад два роки підряд на одному місці, сильно ушкоджуються шкідливою черепашкою і кореневою гнилизною, посіви цукрового буряка - буряковим довгоносиком і фімозом, посіви зернобобових - гороховою зернівкою і несправжньою борошнистою россою і т.п.

Розвиток і розповсюдження мікроорганізмів - збудників хвороб рослин - на значних площах обмежують агротехнічними заходами й стійкістю застосованих сортів до ураження, але в значній мірі це залежить і від метеорологічних факторів, які не управляються людиною. Утрати врожаю від хвороб рослин досягають 10-17 % (табл. 4.3). Культури, які негативно реагують навіть на двох-трирічне послідовне на одному полі вирощування, називають **лабільними**.

Таблиця 4.3. Потенційні втрати врожаю від шкідливих організмів, % (Васильєв і ін., 1989)

| Країна | Шкідники | Хвороби | Бур'яни | Усього |
|---------|----------|---------|---------|--------|
| Україна | 8,5 | 10,3 | 9,2 | 28,0 |
| Росія | 6,7 | 11,2 | 7,8 | 25,7 |
| Європа | 6,8 | 17,4 | 9,1 | 33,3 |
| США | 13,0 | 12,0 | 8,0 | 33,0 |

Щоб уникнути негативної реакції на повторне вирощування, такі культури навіть у сівозміні необхідно повертати на колишнє поле через певну кількість років, що отримало назву **періоду повернення**. Тривалість періоду повернення складає для основних культур: соняшника - 7 років, льону-довгунця - 5, цукрового буряка - 4-5, гороху - 3-4, ярої пшениці - 2-3 роки (табл. 4.4). Це означає, що якщо в господарстві прийнята сівозміна з 9-ьох полів, то витримуючи період повернення, за одну ротацію в ній можна висівати соняшник тільки один раз, буряк цукровий не більш двох разів, горох - два-три рази й т.п.

Таблиця 4.4. Тривалість міжпосівної паузи для деяких культур

| Культура | Пауза, роки | Культура | Пауза, роки |
|---------------|-------------|----------------|-------------|
| Озима пшениця | 1-2 | Вика озима | 2-3 |
| Озиме жито | 1-2 | Соя | 3-4 |
| Озимий ячмінь | 1-2 | Квасоля | 4-5 |
| Тритікале | 1-2 | Нут | 4-5 |
| Ярий ячмінь | 2-3 | Сочевиця | 5-6 |
| Яра пшениця | 2-3 | Чина | 3-4 |
| Овес | 1-2 | Боби кормові | 3-4 |
| Кукурудза | 1-2 | Люпин | 3-4 |
| Просо | 2-3 | Соняшник | 7-8 |
| Гречка | 2-3 | Цукрові буряки | 3-4 |
| Сорго | 2-3 | Картопля | 1-2 |
| Горох | 2-3 | Льон | 6-7 |
| Вика яра | 3-4 | Ріпак ярий | 4-5 |

Ряд сільськогосподарських культур, що не реагують негативно на повторне їхнє вирощування протягом двох-трьох і навіть більше років називають стабільними або самосумісними. До таких культур відносяться: озиме жито, злакові трави, рис, кукурудза, картопля, бавовник, коноплі, середела й деякі інші. Однак варто мати на увазі, що відзначена властивість не є безумовною. Тому при менш сприятливих умовах і для таких культур доцільно витримувати період повернення хоча б 1 раз у 2-3 роки.

Є й групи несумісних культур, які неприпустимо розміщати в сівозміні. **Неприпустимо послідовне розміщення таких несумісних культур: ячмінь - пшениця, середела - конюшина червона, конюшина - горох, рапс - буряк, томат - картопля, редька - бруква** й т.п.

Узагальнюючи причини біологічного порядку, можна констатувати, що подолання їх без строгого й науково-обґрунтованого чергування культур неможливо. А це свідчить про поки передчасні спроби ігнорування й заперечення сівозмін.

Застосування хімічних засобів захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів дозволяє підвищити урожайність зернових культур на 8-10 і більше ц/га. Але інтенсивне застосування засобів хімізації сільськогосподарського виробництва викликає небезпеку забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами.

Не менш важлива **організаційно-економічна причина зниження урожайності.** Вона полягає в тому, що при обробі однієї культури або подібних за біологією й агротехнікою культур у господарстві періоди високої потреби в техніці, робочій силі й матеріальних засобах припадають на обмежені в часі періоди (наприклад, переважно на весну й осінь у зерновому господарстві). В інші періоди вегетації або навіть року ця потреба різко знижується. Усе це веде до істотного зниження продуктивності праці, непродуктивних витрат засобів і соціальної нестійкості господарства.

4.3. Попередники і їх роль у розміщенні культур у сівозміні

Культури, що вирощують в сівозміні не рівноцінні за силою й широтою впливу на родючість ґрунтів і наступні культури. Тому дуже важливі відомості про кожну культуру або пар, що займав поле в попередній рік, таку культуру називають **попередником**.

Найбільш значимі для землеробства попередники за своїм впливом на різні властивості ґрунту, уміст у ньому елементів мінерального живлення, запаси доступної вологи, що залишаються у ґрунті, здатністю стримувати або придушувати кількість шкідливих організмів (підвищувати фітосанітарний потенціал ґрунту) та рівень збагачення органічною речовиною можна об'єднати в наступні групи, цінність яких убуває в такій послідовності: 1) пари чисті й зайняті; 2)

багаторічні бобові й бобово-злакові трави; 3) однорічні трави; 4) зернобобові; 5) просапні; 6) озимі зернові; 7) ярі зернові. Відзначимо найбільш істотні показники, що визначають цінність і якість груп попередників (Сайко В.Ф., Бойко П.І., 2002).

Пари. *Пар – поле сівозміни, вільне від посівів сільськогосподарських культур протягом усього або частини вегетаційного періоду, яке утримують в чистому від бур'янів стані, нагромаджуючи в ґрунті вологу й поживні речовини; радикальний й ефективний агротехнічний захід, застосування якого підвищує родючість ґрунту, а відповідно й врожайність наступних культур сівозміни.* Пар є обов'язковим елементом польової сівозміни Степу й бажаним у південно-східних районах Лісостепу.

Пар у сівозміні розміщують після культур пізнього терміну збирання, що сильніше за інші виснажують ґрунт: соняшника, суданської трави, рідше – кукурудзи, проса, ярих колосових.

Пар як поле сівозміни підрозділяють на два типи: пар чистий і пар зайнятий. *Пар чистий - це поле сівозміни, на якому протягом усього вегетаційного періоду не вирощують жодної культури.* На цьому полі шляхом систематичного обробітку ґрунту, внесення органічних добрив, поглиблення орного шару й ряду інших агротехнічних заходів вирішують наступні найважливіші задачі з підвищення родючості ґрунту: знижують кількість бур'янів, шкідників і хвороб; поліпшують будову орного шару і його агрофізичні властивості, сприяють нагромадженню й збереженню вологи в ґрунті й поліпшують його поживний режим .

У залежності від часу основного обробітку чистий пар підрозділяють на види: **чорний** (основна оранка проводиться восени після збирання попередника), **ранній** (основна оранка проводяться рано навесні, але не пізніше 15 червня) й **пізній пар** (основна оранка проводиться не пізніше ніж за півтора-два місяці до посіву озимих). Виділяють ще **кулісний пар**, на якому із середини літа вирощують двох-трирядкові посіви (куліси) рослин із високими стеблами (соняшник, кукурудза, сорго й т.п.), розташовуючи їх поперек пануючих вітрів і при відстані між кулісами 8-12-15 м. Такі пари застосовують у степових районах, щоб запобігти розвитку вітрової ерозії, додатково нагромадити вологу снігозатриманням і знизити небезпеку загибелі посів озимих від сильних морозів.

Різноманіття позитивного впливу на родючість ґрунту й гарантія одержання високих врожайів визначає чисті пари, як найкращих попередників для озимої пшениці й озимого жита не тільки в межах України, Молдови, а й Європейської частини Росії, Поволжя, Північного Кавказу й ін. (табл. 4.5)

Пар зайнятий являє собою парове поле сівозміни, на якому протягом 2-2,5 місяців обробляють культуру, що має короткий період вегетації. В інший час, від збирання попередника пару і до посіву культури, що займає пар та від її збирання й до посіву озимих, поле обробляють як чистий пар.

У залежності від способу вирощування культури, що займає пар виділяють види зайнятого пару: **суцільної сівки** (суміш віки з вівсом, суміш чини з вівсом, суміш озимої віки з озимим житом, горох, конюшина 1-го року й ін.), **просапні** (картопля рання, кукурудза на силос, баштанні на корм і ін.) і **сидеральні** (люпин, середела, гречка, гірчиця й ін.), зелена маса яких заорюється як зелене добриво.

Будь-яка культура на пару обмежує можливості боротьби з бур'янами, споживає з ґрунту елементи мінерального живлення й вологу, обмежує час підготовки під озимі культури. Тому їх використовують при обов'язковому поглибленні орного шару, внесенні мінеральних і органічних добрив під культуру, що має займати пар.

Крім пару, **озимі зернові культури у степовій зоні розміщують** після зернобобових та баштанних культур, які є кращими попередниками після парів і багаторічних трав. Кукурудза й сорго на силос, зернові колосові є гіршими попередниками через пізні терміни збирання культур та високе споживання вологи й поживних речовин. У південному степу після кукурудзи на силос краще розміщувати озимий ячмінь, а після зернових колосових – ріпак, перко (Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П., 2008).

Таблиця 4.5. Оцінка якості попередників для розміщення польових культур

| Види або групи культур | Якість попередників у порядку убавання їхньої цінності | Недопустимі попередники |
|--------------------------------|--|---|
| Озимі зернові | Пари чисті > пари зайняті > багаторічні трави > зернобобові > озимі (на чистому пару) > просапні (на півдні) | Кукурудза на силос, зернові колосові |
| Яра пшениця | Пари чисті > пари зайняті > багаторічні трави > оборот шару > просапні > озимі | Соняшник |
| Ячмінь, овес | Просапні > зернобобові > баштанні > озимі > оборот шару > однолітні трави | Соняшник, суданська трава |
| Гречка | У Лісостепу: озимі > зернобобові > кукурудза > буряки > картопля (на Поліссі – ще й люпин, льон) | |
| Просо | Багаторічні трави > оборот шару > просапні > озимі > зернобобові | Цукровий буряк, просо, соняшник, ярі колосові |
| Рис | Люцерна > однорічні парові культури > рис | Незмінні посіви більше 3 років |
| Картопля і кормові коренеплоди | Озимі > оборот шару > зернобобові > однолітні трави > багаторічні трави > картопля | |
| Цукровий буряк | Озима пшениця > оборот шару > зернобобові | Горох, багаторічні трави, повторні посіви |
| Кукурудза | Озимі > оборот шару > зернобобові > просапні > кукурудза на силос | |
| Горох | Кукурудза > цукрові буряки > озимі зернові > гречка > картопля > ярі колосові > просо | Соняшник, бобові |
| Соя, квасоля, боби | Озимі зернові > ярі колосові > просапні, крім соняшнику | Соняшник, бобові |
| Люпин (Полісся) | Озимі колосові > картопля > кукурудза на зелений корм | Цукрові буряки, конюшина |
| Соняшник | Озима пшениця > ячмінь | Горох, соя, ріпак, квасоля |
| Коноплі, льон-довгунець | Багаторічні трави > оборот шару > озимі > просапні | Повторні посіви |
| Тютюн | Багаторічні трави > зернові колосові > кукурудза > коноплі | Незмінні посіви більше 2 років |
| Однолітні трави | Просапні > ярі зернові | |
| Багаторічні трави | Покривні ячмінь > овес > вико-вівсяна суміш > озима пшениця > озиме жито | Бобові культури під люцерну, конюшину |
| Баштанні | Озима пшениця на пару, кукурудза на силос, зернобобові суміші, багаторічні трави | |

У зоні Лісостепу після парів, **добрими попередниками озимих** є озимі на зелений корм, бобово-злакові суміші кукурудзи й гороху на зелений корм, горох на зерно, гречка, за заході України, добре забезпеченій вологою, – кукурудза на силос.

На Поліссі кращими попередниками озимих є конюшина, зернобобові, люпин, бобово-злакові суміші, гречка. Озиму пшеницю на зв'язних ґрунтах Полісся рекомендують вирощувати після кукурудзи на зелений корм, льону довгунця, а на піщаних – після ранньої картоплі. Гіршими попередниками озимих є кукурудза на силос, картопля середніх термінів дозрівання, ярі зернові, після яких доцільніше вирощувати жито.

Багаторічні бобові трави (конюшина лугова, конюшина рожева, люцерна синя, еспарцет, лядвенець рогатий) або їхні суміші зі злаковими компонентами (тимофіївка лучна, багаття безосте, житняк, вівсяниця лучна й ін.) висівають під покрив ярих (ячмінь, овес) або озимих (пшениця, жито) зернових культур і в перший рік життя врожаю, як правило, не дають. Після перезимівлі вони характеризуються високою продуктивністю (1 рік користування), що у залежності від складу багаторічних трав може зберігатися й на наступний рік (2 рік користування). Бобові трави багатобічно й позитивно впливають на ґрунт, сприяють підвищенню фітосанітарного стану, але в лісостеповій і степовій зоні сильно висушують ґрунт. Тому після їхньої осінньої оранки (оборот шару багаторічних трав) вони є відмінним попередником для льону-довгунця, коноплі, коренеплодів,

капусти, картоплі (зона Полісся, Лісостепу), ярої пшениці, проса (у всіх зонах). При літній оранці після першого укусу багаторічні трави дуже вдалі попередники для посіву озимої пшениці й жита. При оранці багаторічних трав після другого року життя у районах помірного зволоження після них успішно вирощують цукровий буряк, картоплю, кукурудзу, соняшник, просо, яру пшеницю, ячмінь, овес і інші культури (табл. 4.5).

Кращі покривні культури для конюшини лучної — яра пшениця, ячмінь, овес, просо, кукурудза і вико-вівсяна суміш на зелений корм, а у зволжених районах — озима пшениця або жито.

Як і конюшину, люцерну сіють в основному під покрив різних культур (просо, кукурудза, сорго, пшениця, ячмінь, однолітні трави).

Еспарцет, як і інші багаторічні бобові трави, висівають під покрив озимих і ярових культур. У лісовій і лісостеповій зонах попередниками багаторічних трав бувають картопля, коренеплоди, кукурудза, озимі зернові культури, у степовий - просапні, озимі й ярі зернові культури, чистий пар.

Однолітні трави (суміш вики з вівсом, гороху з вівсом, озимої вики з озимим житом, могар, сорго кормове й ін.), які використовують на силос і сіно, сприяють зниженню засміченості полів, мало витрачають вологу й елементи мінерального живлення, рано звільняють поле. При своєчасній підготовці ґрунту в південних районах їх можуть використовувати як попередників для озимих, а в зоні Полісся - для просапних, технічних і ярих зернових культур.

Однолітні трави у сівозміні розміщують найчастіше після озимих зернових, просапних та ярих зернових культур.

Суданська трава. Кращі попередники для суданської трави - озимі зернові, зернобобові, просапні культури. Посіви сильно страждають від засмічення курячим просом. Сама культура сильно висушує ґрунт і є поганим попередником для усіх культур.

Могар можна вирощувати на різних ґрунтах, у тому числі й на легких піщаних і осушених торфовищах. Кращі ґрунти – суглинкові й супіщані, чорноземні й каштанові. Непридатні сильно кислі й заболочені ґрунти. Кращі попередники могогару – удобрені озимі, просапні й зернобобові культури. Основна вимога до попередника – чистота поля від бур'янів.

Райграс. Завдяки короткому вегетаційному періоду однорічний райграс є доброю покривною культурою для багаторічних трав. Високі врожаї дає на родючих ґрунтах, не вдається на сухих піщаних.

Вуку на зелену масу або сіно висівають у суміші з вівсом у зайнятому парі, а на насіння — у яровому полі після просапних або зернових культур. При використанні ярої вики для післяукісних і пожнивних посівів її частіше розміщують після озимих і інших культур, що збирають рано в зоні Полісся й Лісостепу, а в Степу – при зрошенні. Вика краще ніж інші бобові культури переносить повторні посіви. Але при культурі на зерно її не слід розміщувати в сівозміні після бобових культур через накопичення спільних шкідників і збудників хвороб. Урожай озимих жита й пшениці після вико-вівсяної суміші, зібраної на зелений корм або сіно, майже не уступає урожаю на чистому парі.

Середела. Кращими попередниками є озимі зернові культури, рідше – ярі зернові. Кращою покривною культурою є жито. Середела — вологолюбна рослина, віддає перевагу легким ґрунтам із слабкою кислою реакцією (рН сольової витяжки 5—5,5). Для неї менш придатні важкі глинисті, сильно кислі й лужні ґрунти.

Зернобобові культури (горох, сочевиця, чина, люпин і ін.) збагачують ґрунт зв'язаним азотом, поліпшують фосфорне живлення, мало залишають у ґрунті органічної речовини, але не мають загальних хвороб із багатьма зерновими й просапними культурами. Їх можна використовувати як попередників для озимих (якщо рано звільняють поле) і ярих зернових, для картоплі, буряка, кукурудзи. Однак повторні посіви цих культур не припустимі.

Кращими попередниками для **гороху** вважаються просапні культури (картопля,

цукровий буряк, кукурудза), а також удобрені озимі, льон, ярова пшениця, ячмінь, овес. Не можна висівати горох після соняшника, зернових бобових, багаторічних трав. При цьому, посіви гороху від цих попередників мають бути на відстані не менше 500 м. Горох є добрим попередником під озимі зернові, кукурудзу, ярі зернові й технічні культури. **Горох** погано переносить ґрунти з підвищеною кислотністю.

Соя. В сівозмiнах сою розміщують на чистих від бур'янів полях після удобрених попередників - озимих, багаторічних трав, на зайнятому й сидеральному пару. Висівають її й після просапних кукурудзи, цукрового буряка. Не рекомендується її висівати після Бобових і соняшника, бо мають спільні хвороби. Соя добрий попередник для ячменю, проса, кукурудзи, цукрового буряка, картоплі.

Квасоллю розміщують в просапному полі сівозмiни після озимих, цукрового буряка, картоплі й інших культур. Вона — гарний попередник кукурудзи, ярої пшениці й інших зернових хлібів.

Сочевицю розміщують після озимих, картоплі, соняшника або кукурудзи, цукрового буряка. Непоганим попередником може бути гречка. Важлива умова одержання високих врожаїв — відсутність бур'янів. Не варто повертати її на те ж місце раніш ніж через 5—6 років щоб уникнути розмноження нематоди, що ушкоджує корені сочевиці. Сочевиця — гарний попередник кукурудзи і ярих культур; після неї можна сіяти озимі.

Чину сіють у тих же полях сівозмiни, що й горох. Вона служить гарним попередником кукурудзи і зернових культур. При сiвбi на сіно або зелений корм її доцільно використовувати як культуру, що займає пар. Чина менш вимоглива до ґрунту, ніж горох: вона може рости на засолених каштанових і легких супіщаних ґрунтах. Мало уражається попелицями. Захворювання іржею й аскохітозом спостерігається переважно в роки надлишкових літніх опадів.

У польових сівозмiнах **нут** розміщують після озимих або просапних рослин. Сам він є гарним попередником ярових зернових хлібів і кукурудзи, а також бавовнику. На півдні після нуту нерідко сіють озимі хліби. Добре вдається нут не тільки на легких, але і на солонцюватих ґрунтах. Високоврожайний на легких суглинкових чорноземах і темно-каштанових ґрунтах.

Люпин на зелене добриво розміщують у паровому полі сівозмiни (перед озимими) або підсівають до ярих або озимих, використовують також як пожнивну культуру після збирання озимого жита і ячменю. Люпин на Поліссі — гарний попередник озимих і ярих хлібів і інших рослин. Післядія люпинового добрива проявляється протягом декількох (до 8) років. На піщаному ґрунті люпин дає 350—400 ц/га зеленої маси, а на зв'язних ґрунтах — до 600 ц/га. При заорюванні люпину врожайність жита підвищується на 5—10 ц/га і більше, картоплі — на 40—50 ц/га (Нечитайло В.А., Баданіна, В.А., Гриценко В.В., 2005).

Кормові боби. Для вирощування високого врожаю їх розміщують у сівозмiни після удобрених попередників (кукурудзи, цукрового буряка або картоплі, озимих). Кормові боби піддані кореневим гнилям, тому їх повертають на колишнє місце не раніше ніж через 3-4 роки. Боби добре вдаються на ґрунтах, здатних утримувати багато вологи, а також на осушених торф'янистих ґрунтах. На піщаних ґрунтах їх можна вирощувати тільки в тому випадку, якщо вони вологі і добре удобрені. Як і горох, боби відрізняються поганою солевитривалістю, добре засвоюють важко розчинні фосфати.

Просапні культури дуже неоднозначно впливають на родючість ґрунту. Ретельна обробка, внесення великих норм органічних і мінеральних добрив поліпшує родючість ґрунту особливо після картоплі й кормових коренеплодів, але інтенсивна обробка знижує протиерозійну стійкість ґрунту, а після цукрового буряка, соняшника й кукурудзи на зерно витрачений запас вологи в шарі 1,5-2 м не відновлюється навіть через 2-3 роки. Тому в залежності від конкретних умов на них розміщують зернові, зернобобові, однолітні трави, а після картоплі, навіть льон-довгунець.

Кукурудзу розміщують в просапному полі після озимих хлібів, зернових бобових культур, картоплі, баштанних, ранніх ярових зернових. Добре кукурудза росте при

виращуванні її на постійному місці (6-8 років і більше), коли вдається створити добрі умови живлення (прифермські ділянки).

Варто уникати посіву кукурудзи після цукрового буряка, що сильно висушує ґрунт, і проса, у якого загальний з кукурудзою шкідник — кукурудзяний метелик.

На відміну від багатьох культур **кукурудза** не дуже вимоглива до родючості ґрунту, проте вона дуже чуйна на його підвищення, і на внесення добрив. Кращі ґрунти для кукурудзи — пухкі, проникні чорноземи й каштанові, а також наносні ґрунти річкових заплав. На сильно ущільнених, важких, солонцюватих або кислих ґрунтах (рН нижче 5) кукурудза вдається погано. У північних районах (Полісся) при вапнуванні й добриві вона добре росте на підзолистих, легких супіщаних ґрунтах, а також на осушених торфовищах, якщо ґрунтові води залягають не дуже близько від поверхні. Тут під кукурудзу варто відводити ділянки, захищені від холодних вітрів, південні схили, що прогріваються краще, легкосуглинкові й супіщані ґрунти.

Кукурудза як просапна культура — гарний попередник, що очищає ґрунт від бур'янів для ярої пшениці і ячменю, а на півдні - озимих хлібів.

Сорго розміщують у сівозміні після озимих хлібів, зернових бобових, кукурудзи на силос. Воно добре виносить повторні посіви, може вирощуватися на постійних ділянках. Як просапна культура сорго — задовільний попередник ярих хлібів. До ґрунту воно невимогливе, виростає як на важких, так і на дуже легких ґрунтах. Володіє гарною солевитривалістю, однак віддає перевагу теплим, пухким, чистим від бур'янів ґрунтам із водопроникним підґрунтям. Добре відзивається на внесення гною й азотно-фосфорного добрива.

Соняшник - рослина степових районів, вимоглива до тепла і світла. Соняшник може витягати вологу з глибоких шарів ґрунту. Гарна опушеність стебел і листів, а також пристосованість устячок до неослабної транспірації забезпечують йому велику стійкість до жари й посухи, зокрема, до початку цвітіння. Більше усього вологи (60%) соняшник споживає в період від утворення кошика до кінця цвітіння, це критичний період. Недолік вологи в ґрунті в цей час — одна з причин пустозерності в центрі кошиків.

Кращі ґрунти для соняшника — чорноземи (супіщані й суглинкові), каштанові і наносні ґрунти річкових долин, що заливаються, (якщо вони не занадто пізно звільняються від води). Заболочені, легкі піщані, кислі й солонцюваті ґрунти, а також ділянки з надлишковим умістом вапна для нього мало придатні.

Соняшник висівають у просапному полі сівозміні після озимих зернових і кукурудзи, а на чистих від злісних бур'янів полях — після ячменю, ярої пшениці, льону олійного й ін. Не можна сіяти соняшник після цукрового буряка, люцерни, суданської трави, що сильно висушують ґрунт. Не слід сіяти його безпосередньо після гороху, сої, рапсу, квасолі, тому що ці культури мають ряд загальних із соняшником захворювань (склеротініоз, сіра гнилизна й ін.). Соняшник у сівозміні повертається на колишнє поле не раніше ніж через 8—10 років. Після соняшника в Степу розміщують пар, в Лісостепу – зайнятий пар з культурами на зелений корм.

Цукровий буряк може давати високі врожаї на всіх типах ґрунтів при достатній їхній окультуреності й усуненні вапнуванням надлишкової кислотності. Найкраще буряк росте на чорноземах, сірих і темно-сірих лісових ґрунтах, багатих перегноєм. За гранулометричним складом, кращими є суглинкові й супіщані ґрунти, менш сприятливі важкі глинисті, що легко запливають, а також легкі піщані. Цілком придатні для нього ґрунти низин і заплав. Гарні врожаї одержують також при вирощуванні на багатих органічною речовиною і добре оброблюваних лучних і лучно-болотних, удобрених і забезпечених вологою темно-каштанових, глибоко оброблюваних родючих підзолистих ґрунтах.

Для буряка найбільш сприятлива нейтральна й слабо лужна реакція ґрунту (рН 7). На кислих ґрунтах без попередньої їхньої нейтралізації буряк дає невисокі врожаї. Рівень ґрунтових вод повинний знаходитися не ближче 1,5—2 м від поверхні ґрунту. Без корінного поліпшення не можна розміщати буряк на важких глинистих, заболочених,

бідних піщаних і кам'янистих ґрунтах. Цукровий буряк пристосовується до слабо засолених ґрунтів.

Буряк цукровий варто розміщати на удобрених озимих зернових, зернових бобових, кукурудзі, обороті шару бобових трав (конюшини, еспарцету, люцерни). На його продуктивність впливають не тільки попередники, але й культури, що вирощують перед попередниками. Кращими з них є чорний пар, конюшина на один укіс, горох.

При зрошенні буряк розміщають після озимих, зернових бобових, кукурудзи, картоплі й інших культур, включаючи овочеві. У районах достатнього зволоження й при зрошенні припустиме насичення просапних сівозмін буряком до 30%, а в районах хиткого й недостатнього зволоження — до 20% (Зубенко В.Ф., 1979).

Повторні і тим більше багаторазові посіви буряка на тому самому місці викликають стомлення ґрунту, що обумовлюється нагромадженням мікроорганізмів, що стримують розвиток, а також розмноженням шкідників і хвороб (нематоди, попелиці, коренева гнилизна, церкоспороз і ін.) буряка. Беззмінний обробіток буряка на одному місці супроводжується різким зниженням врожайності й цукристості коренеплодів навіть при внесенні гною і повного мінерального добрива.

Картопля. Кращими ґрунтами для картоплі вважають легкі й середні суглинкові, супіщані дерново-підзолисті й чорноземні. Велику цінність для вирощування картоплі представляють осушені торфовища й заплавні землі. Для ранніх сортів картоплі, що відрізняються швидким темпом росту й розвитку, відводять кращі за родючістю землі південних і південно-західних експозицій. У північних районах для більш ранніх посадок картоплі прискорюють танення снігу, посипаючи його попелом, фосфоритним борошном або торф'яною крихтою.

При розміщенні картоплі в сівозміні враховують призначення й скоростиглість кожного сорту, а також цінність картоплі як попередника для інших культур. Ранню картоплю столового призначення вирощують на пару перед озимими культурами. У цьому випадку **попередниками картоплі можуть бути зернові, бобові або ранні ярові культури, рідше озимі.**

Середньостиглі й пізньостиглі сорти займають самостійні поля, і їх розміщають після удобрених озимих, зернових бобових культур або після коренеплодів.

Під насінні ділянки картоплі виділяють найбільш родючі ґрунти, краще на заплавних землях або осушених торфовищах.

В овоче-картопляних сівозмінах, крім названих культур, гарними попередниками картоплі є капуста, овочеві коренеплоди, огірки й баштанні. У посушливих південних районах картоплю розміщають у поливних овочевих сівозмінах, а також на ділянках зниженого рельєфу — у заплавах рік, на лиманах і ін.

Картопля — гарний попередник для кукурудзи, ярих хлібів, зернових бобових, олійних і навіть прядильних культур.

Озимі зернові (пшениця й жито), якщо їх вирощують на чистих і зайнятих парах, добре придушують бур'яни, залишають після себе порівняно багато рослинних залишків і елементів мінерального живлення, а озиме жито ще й знижує кількість фітопатогенів кореневої гнилизни у ґрунті. Їх використовують як попередників для просапних, технічних культур, ярих зернових, а іноді й для повторного посіву озимих, але якщо перші озимі мали попередником чистий пар.

Озима пшениця краще росте при рН ґрунту 6,3-7,6. Найбільш високі й стабільні врожаї дає на родючих, окультурених чорноземах і темно-каштанових ґрунтах лісостепу й степу України. На легких супіщаних землях Полісся без внесення органічних і мінеральних добрив (перш за все азотних) вона родить погано.

Озима пшениця досить посухостійка. Посуху вона переносить краще, ніж ранні ярові хлібні культури. Це пояснюється тим, вихід в трубку, колосіння й дозрівання проходить у пшениці в більш ранні терміни, при цьому краще використовуються весняні запаси вологи й поживних речовин. Але при недостатньому запасі осінньо-зимової вологи й сухій весні

невідповідність між потребою рослин у волозі й запасами її в ґрунті зростає. Особливо це проявляється в період від виходу в трубку й до колосіння, тобто в період інтенсивного росту. Від весняного пробудження до колосіння пшениця споживає біля 70 % води, яку витрачає за вегетаційний період, а в період від цвітіння до воскової стиглості – біля 20 %. Споживає озима пшениця вологу із усього 3-метрового шару ґрунту, де розміщена коренева система, але інтенсивніше з того – де більша вологість.

Озима пшениця вибаглива до попередників. Найкраще росте на чистому й зайнятому парі. Сіють її після зернових бобових, льону, картоплі, багаторічних трав, гречки. Дуже низькі врожаї отримують при посіві пшениці після кукурудзи на зерно. Вирощують на усій території держави.

Озиме жито. Жито може рости на малородючих ґрунтах, легких супісках і пухких піщаних ґрунтах. Воно мириться з підвищеною кислотністю і деякою засоленістю ґрунту; до попередників менш вимогливе, ніж озима пшениця. Добре вдається жито на нових (освоюваних) землях, на ґрунтах з кислою або лужною реакцією (рН трохи нижче 5 й вище 7). Найбільш типові для жита легкі піщані, мало вологоємні ґрунти, але кращими вважаються могутні чорноземи. Мало придатні для жита в'язкі, глинисті, а також сильно заболочені й засолені ґрунти. Озиме жито завдяки швидкому відростанню дає навесні найбільш ранній зелений корм, що володіє великою поживністю, особливо при посіві разом із озимом виною або горохом. Раннє скошування зеленої маси (друга половина або кінець травня) дозволяє виростити на тому ж полі другий врожай: кукурудзи, проса, гречки, картоплі й інших культур.

Культура менш вибаглива до ґрунту, клімату й інших умов ніж пшениця. **Найкращі попередники** для жита – чисті й зайняті пари, зернові зернобобові, багаторічні бобові трави після першого укусу, рання картопля, рапс, зимові віко-злакові суміші. При внесенні добрив його можна сіяти на одному місці протягом декількох років підряд.

Озимий ячмінь поширений у зоні помірного клімату північної півкулі. Має слабку зимостійкість, вирощується в нашій країні в районах із м'якими зимами - на півдні. Озимий ячмінь менш зимостійкий, ніж озима пшениця й жито. Тривалі морози (— 12...15°C), а також різкі коливання температури ранньою весною (чергування глибоких відлиг з морозами) для нього згубні.

Вимоги рослини до родючості ґрунту подібні до вимог озимої пшениці. Найбільш високі врожаї дає на родючих структурних ґрунтах із глибоким орним горизонтом; на піщаних ґрунтах росте гірше. Ячмінь чутливий до ґрунтової кислотності, малопродатні для нього також засолені й солонцюваті ґрунти. Краще місце в сівозміні для озимого ячменю — після зайнятого пару, зернових бобових, просапних (кукурудзи, соняшника, цукрового буряка, бавовнику), озимої пшениці, що йде після багаторічних трав.

Кращі попередники **тритікале** - чисті й зайняті пари, зернові бобові, рання картопля.

Озимий ріпак — основна озима олійна культура. З всіх олійних хрестоцвітих рослин рапс найбільш вимогливий до ґрунтових умов і добре відзивається на органічні й мінеральні добрива. Кращі ґрунти — глибокі чорноземи з проникним підґрунтям, а також родючі суглинкові і не дуже легкі супіщані ґрунти. Ґрунти з близьким рівнем ґрунтових вод для ріпаку непридатні.

Кращі попередники ріпаку — чорний і зайнятий пари, зернові колосові, однолітні трави на зелений корм (крім суданки), силосні культури. Не рекомендується розміщати ріпак на колишньому полі раніше ніж через 4 роки, а також висівати після гірчиці й капусти. Ріпак не можна розміщати в бурякових сівозмінах, тому що в його посівах розмножується нематода. Коренева система ріпаку проникає в ґрунт на глибину до 3 м, що сприяє поліпшенню структури ґрунту, підвищенню родючості. Ріпак є попередником озимих, ярих зернових, кукурудзи й інших культур. Ріпак і суріпиця — гарні сидерати, їх сіяють у липні — на початку серпня, заорюють пізно восени.

Озимі культури у всіх зонах України є добрими попередниками для більшості ярих просапних культур і зернобобових.

Ярі зернові (яра пшениця, ячмінь, овес), а також круп'яні культури пізнього терміну сівби (просо, гречка) мають слабку кореневу систему, мало залишають у ґрунті органічної речовини і їхні посіви уражаються подібними шкідливими організмами. Тому вони найменш удалі як попередники для багатьох ярих культур.

Яра пшениця. Унаслідок невисокої засвоєної здатності кореневої системи й слабого її розвитку яра пшениця дуже вимоглива до родючості ґрунту. Кращими для неї вважаються чорноземні, каштанові й інші родючі ґрунти. На підзолистому й сірому лісовому ґрунтах яра пшениця росте добре, якщо вони окультурені й застосовуються добрива. Важкі глинисті й легкі піщані ґрунти для ярої пшениці непридатні. Для успішного вирощування ярої пшениці необхідні чисті від бур'янів поля, достатній запас вологи і легко засвоєваних поживних речовин у ґрунті.

Кращі попередники: чистий пар, друге поле після пару, зернові бобові, багаторічні трави, кукурудза на зелений корм і ранній силос. Для твердої пшениці основні попередники — поклад, чистий пар і багаторічні трави. Яру пшеницю висівають також у польових сівозмінах після зернових бобових, просапних, озимих, льону, багаторічних трав і ін.

Ярий ячмінь. У порівнянні з ярою пшеницею й вівсом ячмінь характеризується більшою солевитривалістю й посухостійкістю. Він досить ощадливо витрачає вологу, транспіраційний коефіцієнт його коливається від 350 до 400. Однак, унаслідок слабого розвитку кореневої системи весняну посуху переносить гірше, ніж овес.

До нестачі вологи ячмінь особливо чутливий у фазі вихід у трубку — колосіння (критичний період): збільшується число пустих колосків. Разом із тим досить стійкий до високих температур. При температурі повітря 38—40 °С параліч устячок листів у ячменя настає через 25—35 год. Завдяки нетривалості вегетаційного періоду, стійкості до запалу і підвищеної жаровитривалості ячмінь на півдні й південному-сході країни більш урожайний, ніж овес і яра пшениця.

Місце ячменю в сівозміні визначається зональними системами землеробства. У нього широкий вибір попередників, просапні культури (кукурудза, цукровий буряк, картопля, соняшник), зернові бобові (горох, вика, чина, люпин), озимі хліби, однолітні трави, ярі зернові (після пару), оборот шару багаторічних трав.

Овес. До ґрунтів овес невимогливий: його можна вирощувати на піщаних, суглинкових, глинистих і заболочених ґрунтах. Переносить підвищену кислотність (рН 5—6), що дозволяє обробляти овес при освоєнні торфовищ і підзолистих земель. Коренева система вівса має здатність витягати з ґрунту важкорозчинні поживні речовини (наприклад, фосфорну кислоту фосфоритів). Добре реагує на вапнування ґрунту й внесення добрив (азотних і ін.). При достатній забезпеченості вологою овес успішно виростає на піщаних ґрунтах, уступаючи в цьому відношенні тільки житу. На солонцюватих ґрунтах удається гірше, ніж ячмінь. Кращі попередники вівса — просапні (крім цукрового буряка, щоб не поширювати нематоду), зернові бобові, льон-довгунець, озимі.

До кращих попередників проса відносяться шар багаторічних трав, однорічні бобові культури. Добрими попередниками є картопля, баштанні культури, дещо гіршими - просапні цукровий буряк, соняшник, удобрені озимі культури. Не варто сіяти просо після кукурудзи й кукурудзу після проса, тому що культури уражаються кукурудзяним метеликом. Небажані й повторні посіви проса на одному місці, через масове розмноження паразитних грибів (фузаріуму, гельмінтоспоріуму й ін.).

Просо не вибагливе до ґрунтів, але добре реагує на родючість. Високі врожаї дає на чорноземах і каштанових ґрунтах. Болотні, кислі, важкі глинисті ґрунти, вапняково-мергельні і солонцюваті для нього мало придатні. На піщаних ґрунтах просо за продуктивністю не поступається житу. Найкраще розвивається в умовах нейтрального (рН 6,5-7) або слаболужного (рН >7,5) середовища.

До кращих попередників гречки відносяться зернові бобові, просапні (цукровий буряк, картопля, кукурудза), удобрені озимі культури, оборот пласта багаторічних трав.

Скоростиглі сорти гречки використовують як парову культуру. На гречку позитивно впливають полезахисні смуги. Гречка відрізняється помірною вимогливістю до тепла, великою до вологи й швидким ростом і розвитком. Її вирощують на Поліссі й Лісостепу. **Гречка** є добрим попередником для ячменю, зернових бобових, тому що її вегетативна маса добре розвивається затінює ґрунти, подавлює бур'яни (Савицький К.А., 1985).

Узагальнюючи відомості про якість попередників, можна їх звести в наступну зведену таблицю 4.5, не деталізуючи умови обробітку культур.

Рис вирощують у спеціальних сівозмінах. Кращими попередниками **рису** є люцерна, конюшина і їх суміші з травами родини злакових, пар, зайнятий однорічними травами та просапні культури. Після вирощування цих культур, особливо багаторічних бобових трав, 2-4 роки беззмінно висівають рис. При цьому урожайність повторних посівів рису знижується.

Рис віддає перевагу слабокислим ґрунтам (рН 5,7). Під рис використовують також засолені ґрунти з граничною концентрацією шкідливих солей (хлористий і вуглекислий натрій) не більше 0,5 %.

Льон-довгунець вирощують у районах із помірно теплим, вологим і м'яким кліматом Полісся й північного Лісостепу як технічну культуру для отримання волокна. Для росту льону найбільш сприятливі помірні температури весни й літа при перемежованих дощах і похмурій погоді. Унаслідок слабкої засвоюючої здатності коренів льон дуже вимогливий до родючості ґрунту. Для нього необхідні ґрунти середньої зв'язності, вологі, родючі й добре аеровані, чисті від бур'янів. Легкі супіски й піщані ґрунти менш придатні для льон-довгунця. Важкі, глинисті, холодні, схильні до запливання й утворення ґрунтової кірки, а також кислі, заболочені ґрунти з близьким стоянням ґрунтових вод без корінного поліпшення мало придатні для вирощування льону. Краща реакція ґрунту — слабо кисла рН 5,9—6,3.

Кращі попередники під льон-довгунець - удобрені озимі, зернові бобові культури, картопля, цукровий буряк, шар конюшини або суміші конюшини з тимофіївкою, оборот шару й інші попередників. Льон є добрим попередником для озимих і більшості ярих зернових.

Льон-кудряш олійний вирощують у посушливих степових районах, а також у передгірних і гірських районах із достатнім зволоженням. Кращі ґрунти для олійного льону — чорноземи, чисті від бур'янів. Добре удається він і на каштанових ґрунтах. Ґрунти, схильні до заболочення, важкі, глинисті, а також солонцюваті мало придатні для його вирощування.

Краще місце для посіву **олійного льону** — шар багаторічних трав. Гарні попередники — озимі хліби, зернові бобові, баштанні, кукурудза й інші просапні культури.

Кращими попередниками для тютюну є зернові культури, а також цукрові буряки, але за умови внесення восени повної дози мінеральних добрив. У свою чергу тютюн є добрим попередником для зернових колосових культур. Поганими попередниками для тютюну є соняшник, баштанні, які мають спільних шкідників і хвороби.

Махорка відноситься до культур, які можна вирощувати повторно, але тривале культивування на одному місці викликає розповсюдження хвороб, шкідників і паразитів. Найкращими попередниками є багаторічні трави, зернові бобові, кормові буряки.

У сівозміні з махоркою не можна включати культур, які уражаються спільними хворобами – помідори, картоплю, баклажани, перець, гарбузи, соняшник.

Баштанні кормові культури, що культивуються на півдні України, відрізняються високою посухостійкістю і відносною невимогливістю до ґрунтових умов. Особливість рослин баштанних культур — висока вимогливість до тепла. Нормальний ріст і розвиток рослин протікає при низькій вологості ґрунту за наявності могутньої кореневої системи, здатної використовувати запаси вологи, недоступні для інших рослин. Баштанні розміщують після озимої пшениці, яку вирощують на пару, кукурудзи на силос, зернобобових сумішей, багаторічних трав. Застосовують 6—8-польні сівозміни з одним

полем баштану з тим розрахунком, щоб він повернувся на колишнє місце не раніше ніж через 6—7 років. Це дозволяє зменшити ймовірність масового ураження рослин антракнозом, борошнистою росою й іншими хворобами. Баштанні добрий попередник ярих і інших культур. У південних областях після ранніх баштанних сіють озимі.

Проміжні культури. *Проміжними називають культури, які дають урожай на певному полі до сівби або після збирання основної культури сівозміни.* Розрізняють такі проміжні культури: 1) озимі (передпосівні); 2) підсівні; 3) післяукісні; 4) післяжнивні. Впроваджуються проміжні посіви з метою кращого використання орних земель та як агротехнічний захід. Крім того, проміжні посіви є резервом збільшення виробництва рослинницької продукції.

Озимою називають проміжну культуру, яку висівають на початку осені після основної культури, а збирають на зелену масу навесні наступного року до сівби пізніх ярих культур. Це жито й пшениця або їх суміші з викою, ріпак, перко.

Підсівною називають проміжну культуру, яку висівають під покрив основної культури. Підсівною проміжною культурою може бути люцерна, конюшина, ріпак або буркун, підсіяні під ячмінь. Після збирання ярої культури, рослини підсівних культур інтенсивно ростуть і до холодів встигають сформувати врожай зеленої маси. Їх практикують в районах достатнього зволоження і на поливних землях півдня України. На бідних супіщаних ґрунтах Полісся у жито навесні підсівають конюшину, середелу або люпин на зелене добриво.

Післяукісною називають проміжну культуру, яку вирощують відразу після збирання основної культури на зелену масу. Такими культурами горох, ріпак, кормова капуста, однорічні злако-бобові суміші й інші культури, здатні інтенсивно продукувати органічну речовину у осінній період. На півдні України за цією технологією вирощують просо, гречку, скоростиглі сорти картоплі. Попередниками для післяукісних проміжних є кукурудза на зелену масу, злако-бобові суміші, зібрані на початку або в середині літа.

Післяжнивною називають проміжну культуру, яку вирощують відразу після збирання попередника на основну продукцію у вигляді зерна, насіння, коренеплодів або бульбоплодів. Розміщують післяжнивні проміжні культури після озимих і ярих колосових, рідше — зернобобових, ранньої картоплі та інших культур, термін збирання яких припадає приблизно на середину літа. На Поліссі післяжнивно вирощують овес і люпин; у Лісостепу — горох, овес, ріпак; у Степу — кукурудзу, соняшник, суданську траву, сорго.

Проміжні посіви збагачують ґрунт органічною речовиною, сприяють продуктивнішому використанню вологи й поживних речовин з ґрунту, знижують вимивання рухомих форм елементів живлення за межі кореневмісного шару, захищають ґрунт від ерозії. При вирощуванні в проміжних посівах бобових культур ґрунт збагачується азотом за рахунок його фіксації з повітря бульбочковими бактеріями. Проміжні посіви сприяють окультуреності ґрунту й оздоровленню ґрунтового середовища.

4.4. Класифікація сівозмін, їх орієнтовні схеми

Розмаїтість ґрунтово-кліматичних умов країни, своєрідність цілей і задач діяльності кожного господарства, різноманіття видового й сортового складу вирощуваних культур, особливості їхньої біології, агротехніки, обробітку й багато інших обставин визначають множинність сівозмін, що є й освоюються господарствами.

Усі сівозміни класифікують за двома найважливішими ознаками: 1) *за господарським призначенням*, обумовленим насамперед видом основної продукції (зерно, технічна сировина, кормові культури, захист ґрунту); 2) *за співвідношенням окремих груп культур*, що розрізняються біологією й технологією обробітку й паровими полями.

За першою ознакою (господарське призначення) виділяють такі типи сівозмін: *польові, кормові й спеціальні сівозміни* (табл. 4.6).

Таблиця 4.6. Схема класифікації сівозмін

| Типи сівозмін | Види сівозмін |
|-------------------------------------|--|
| Польові | Зерно-парові |
| | Зерно-паро-просапні |
| | Зерно-просапні |
| | Зерно-трав'яно-просапні |
| | Просапні |
| | Трав'яно-просапні |
| | Сидеральні |
| Кормові прифермські й лукопасовищні | Плодозмінні |
| | Просапні |
| | Трав'яно-просапні |
| | Травопільні, в тому числі ґрунтозахисні |
| Спеціальні | Зерно-трав'яні, в тому числі рисові |
| | Просапні, в тому числі овочеві |
| | Трав'яно-просапні (овочеві, бавовникові, коноплярські, тютюнові) |
| | Ґрунтозахисні |

Польові сівозміни. У *польових сівозмінах* понад половину площі відводять для вирощування зернових, просапних, у тому числі картоплі й технічних культур. Під ці сівозміни, відводять основні площі вододільних і вирівняних територій, хоч вони можуть характеризуватися не високою родючістю й недостатньо забезпечені вологою. Тут виділяють наступні види сівозмін: зерно-парові, зерно-паро-просапні, зерно-просапні, зерно-трав'яні, травопільні, трав'яно-просапні, сидеральні, зерно-трав'яно-просапні, плодово-насінні, просапні.

У *зерно-парових* сівозмінах велику частину площі займають посіви зернових культур, а меншу - чисті пари.

Довгий час існувала типова сівозміна: 1 - пар чистий; 2 - озимина (озиме жито або озима пшениця); 3 - ярі (овес, ячмінь, просо і т.п.). У степових районах є такі сівозміни: 1 - пар чистий; 2 - озиме жито; 3 - яра пшениця; 4 - ячмінь; або 1 - пар чистий (кулісний); 2 - яра пшениця; 3 - яра пшениця + просо; 4 - ячмінь.

Зерно-паро-просапні відрізняються від попереднього вигляду тим, що частину посівної площі відводять під просапну культуру. Для зони Лісостепу характерні такі сівозміни: 1 - пар зайнятий; 2 - озимі зернові; 3 - картопля; 4 - ярі зернові; а для степової зони: 1 - пар чистий; 2 - озима пшениця; 3 - цукровий буряк; 4 - горох; 5 - озима пшениця; 6 - соняшник; 7 - кукурудза на силос; 8 - озима пшениця; 9 - ячмінь або 1 – чистий пар, 2 – озима пшениця; 3 – кукурудза на зерно; 4 – зернові бобові; 5 - озима пшениця; 6 – ячмінь; 7 - соняшник.

Зерно-трав'яні сівозміни характеризуються тим, що велику частину площі займають зернові і непросапні культури, відсутні чисті пари і не більше двох полів займають багаторічні трави. Вони поширені в зоні Полісся, Лісостепу: 1 - пар зайнятий віковівсяною сумішшю; 2 - озимі; 3 - ячмінь із підсівом конюшини; 4 - конюшина 1 року користування; 5 - льон-довгунець; 6 - ярі зернові.

Зерно-трав'яні сівозміни є ґрунтозахисними на схилах до 5°, а з застосуванням ґрунтозахисного обробітку ґрунту - 7°.

Зерно-трав'яно-просапні сівозміни включають посіви зернових на площах не більше 50%, а просапні й бобові трави займають нарівно площу, що залишилася. Для бідних піщаних ґрунтів Полісся типова сівозміна має вигляд: 1 – люпин на зерно; 2 – озиме жито; 3 – люпин на зелений корм, силос або зелене добриво; 4 – картопля; 5 – жито або овес. Для Лісостепу типовою є така: 1 - конюшина 1 року користування; 2 - озима пшениця; 3 - просапні; 4 - ярі зернові з підсівом конюшини; 5 – конюшина; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза, просо, соняшник. Для Степу можна запропонувати: 1 – просо; 2 – еспарцет,

горох; 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза; 5 – кукурудза на зелений корм і силос; 6 – озима пшениця або ячмінь; 7 – соняшник. У цій і інших плодово-насінних сівозмінах ніколи жодна з культур не розміщується повторно.

У **просапних сівозмінах** понад половину посівної площі відводять під просапні й меншу частину під зернові культури, а іноді й пари. Вони одержали розвиток із ростом переробної промисловості. Тепер вони мають місце в овочівницьких господарствах, але частіше в районах із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами або на зрошуваних землях: 1 - рицина; 2 - озима пшениця; 3 - цукровий буряк; 4 - кукурудза на зерно; 5 - кукурудза на силос; 6 - озима пшениця; 7 - цукровий буряк; 8 - ячмінь; 9 - соняшник. Для Лісостепу схема просапної сівозміни має вигляд: 1 – кукурудза на силос; 2 – гречка; 3 – цукрові буряки; 4 – кукурудза; 5 – картопля; 6 – соя; 7 – соняшник. Просапні сівозміни необхідно розміщувати на ґрунтах, які не піддаються ерозії (схили до 3°), на рівнинних або зі слабким ухилом землях із застосуванням ґрунтозахисної технології обробітку просапних культур.

Сидеральні сівозміни, розповсюджені на супіщаних і піщаних ґрунтах. В таких сівозмінах одне або декілька полів займають сидеральними культурами (люпин, буркун і ін.), які вирощують у якості основних культур на зелене добриво. На Поліссі є такі сівозміни: 1 – люпин на зелене добриво; 2 – озиме жито; 3 – картопля; 4 – люпин на зерно й зелену масу; 5 – озиме жито й картопля; 6 – овес.

Кормові сівозміни, призначені для вирощування переважно кормових культур. Їх розділяють на два підтипи: **прифермські й сінокісно-пасовищні**. У **прифермських сівозмінах**, розташованих поблизу тваринницьких ферм, вирощують переважно нетранспортабельні соковиті корми (коренеплоди, силосні, зелені). Типова прифермська сівозміна в зоні Лісостепу має вигляд: 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – кукурудза на силос; 4 – озиме жито на зелену масу, післяукісна кукурудза на зелений корм; 5 – кормові буряки; 6 – кукурудза на зелену масу з підсівом люцерни.

У сівозмінах **сінокісно-пасовищних** понад 60-70% площі відводять під посіви багаторічних трав, а на іншій площі розміщують однолітні культури (фуражні зернові, просапні, трави і т.п.). Схема такої сівозміни наступна: 1 – вико-вівсяна суміш; 2 – картопля, кормові буряки; 3 – ячмінь з підсівом багаторічних трав; 4 – багаторічні трави; 5 – багаторічні трави; 6 – багаторічні трави; 7 – багаторічні трави; 8 – багаторічні трави.

Серед **плодозмінних сівозмін**, розповсюджених у Черкаській області можна навести приклад наступної: 1- пар зайнятий; 2 – озима пшениця; 3 – цукровий буряк; 4 – ячмінь й овес із підсівом багаторічних трав; 5 – багаторічні трави; 6 – озима пшениця; 7 – цукровий буряк; 8 – горох і віка на зерно; 9 – озима пшениця й жито; 10 – кукурудза на зерно, просо, горох.

У **травопільній сівозміні**, характерній для районів достатнього зволоження або зрошення, понад 60% площі займають багаторічні й однолітні трави, а іншу площу відводять під посів зернових і просапних. Тут є сівозміни такої структури: 1 - вико-вівсяна суміш із підсівом багаторічних трав; 2-5 - багаторічні трави; 6 - силосні; 7 - кормові коренеплоди; 8 - зернофуражні. Ці сівозміни, характерні для районів і країн розвинутого тваринництва, й добре виконують ґрунтозахисну роль (Вільямс В.Р., 1951).

У **спеціальних сівозмінах** вирощують культури, вимогливі до родючості ґрунтів, умов вирощування, технології обробітку і мають вирішальні специфічні задачі (овочеві, тютюн, коноплі, рис, протиерозійні посіви багаторічних трав і т.п.). Спеціалізація сільського господарства викликає не тільки розширення сівозмін цієї групи, але й веде до зменшення кількості культур у польових сівозмінах, і насичує їх провідними культурами.

Серед **спеціальних сівозмін слід розглянути овочеву**, яка в більшості випадків відноситься до просапних або трав'яно-просапних. На супісках і легких суглинках Київської області є такі овочеві сівозміни: 1 – цибуля на перо й огірки; 2 – капуста рання й кольорова; 3 – столові коренеплоди; 4 – картопля рання або 1 – капуста; 2 – буряки столові; 3 – морква; 4 – силосні культури; 5 – морква; 6 – зелені й інші овочеві культури.

Включення у такі сівозміни багаторічних трав, зернових, зернобобових, кукурудзи на силос значно поліпшує санітарні умови для овочевих культур, сприяє зменшенню кількості бур'янів. Можна рекомендувати таку схему: 1 – озима пшениця, горох, картопля рання, цибуля; 2 – томати; 3 – цибуля; 4 – капуста; 5 – баклажани, перець або 1 – горох овочевий з післяукісним посівом однорічних культур на зелений корм; 2 – томати; 3 – огірки, кабачки; 4 – буряки столові; 5 – цибуля.

На важких зрошуваних ґрунтах півдня України часто застосовують інші овочеві сівозміни: 1 – капуста; 2 – цибуля; 3 – томати; 4 – огірки; 5 – цибуля або 1- капуста; 2 – огірки; 3 – цибуля; 4 – картопля рання; 5 – огірки; 6 – буряки столові.

Тютюнові спеціальні сівозміни освоюють господарства, спеціалізовані на виробництві цих культур. В умовах Чернігівської області освоєно наступні сівозміни: 1 – багаторічні трави 1-го року користування; 2 – багаторічні трави 2-го року користування; 3,4 – тютюн; 5 озима пшениця; 6 – тютюн. Кращими попередниками тютюну є багаторічні трави, пшениця, добрими – цукровий буряк, кукурудза, бобові. В тютюнові сівозміни не варто вводити пасльонові, баштанні культури, соняшник і коноплю із-за того, що ці культури мають спільні з тютюном хвороби і спільних шкідників. Тютюн краще росте на легких за механічним складом ґрунтах.

Рисові сівозміни також відносяться до спеціальних, які вимагають виконання планувальних робіт, тобто вирівнювання поверхні чеків, які пізніше заливають водою. В період затоплення чеків у ґрунтах розвиваються анаеробні процеси, які сприяють накопиченню отруйних закисних сполук. Для їхнього, окислення необхідно в періоди, коли поля вільні від рису, створювати аеробні умови у ґрунтах. Тому у рисові сівозміни включають багаторічні трави (в умовах України, як правило, люцерна 2 років користування) під покрив ярих зернових (ячмінь, рідше овес). За допомогою люцерни успішно борються з бур'янами. Сівозміни мають такий вигляд: 1,2 – трави; 3,4 – рис; 5 – зайнятий пар (або сидеральне поле); 6,7 – рис (Зіневич Л.Л., 1985).

Для вирощування саджанців плодових і лісових дерев вводять **плодово-розсадницькі й лісово-розсадницькі сівозміни**. У таких сівозмінах під саджанці виділяється три поля, тому що саджанці плодових дерев вирощують, як правило, три роки. У лісово-розсадницьких сівозмінах під саджанці виділяється п'ять полів на найбільш родючих землях, чистих від бур'янів. Сівозміна має такий вигляд: 1 – рання картопля; 2 – яра пшениця з підсівом багаторічних трав; 3,4 – багаторічні трави; 5 – картопля; 6 – перше поле розсадника; 7 – друге поле розсадника; 8 – третє поле розсадника.

З інших видів згадаємо **ґрунтозахисні сівозміни**, які застосовують на схилах більших 5°, у яких панують посіви багаторічних трав при повній відсутності просапних культур. До ґрунтозахисних сівозмін відносять й сидеральні сівозміни. Останні розташовують на ґрунтах легких за механічним складом, у яких на двох-трьох полях обробляють культури, зелена маса яких заорюється як зелене добриво. Заорюють і зелену масу проміжних культур, що вирощують у теплий і тривалий післязбиральний період (гірчиця, редька олійна і т.п.) після збирання озимих або ж до висіву навесні основної культури (озиме жито на зелений корм, озимий рапс) (Щербак І.Е., 1979).

Ґрунтозахисну роль посівів різних культур можна оцінити за тривалістю періоду, протягом якого ґрунт, повністю покритий рослинами й практично, не змивається. Багаторічні трави при густому стоянні покривають ґрунт протягом усього року, але ступінь покриття восени, зимою й весною незначний. Озимі зернові культури покривають ґрунт протягом 9-11 місяців, ярі колосові – лише 3 місяці.

На темно-сірих ґрунтах України при схилі 6-8° втрати ґрунту від водної ерозії складають у полі зайнятому конюшиною – 2 т/га, озимію пшеницею – 19; цукровим буряком – 35, чистим паром 50 т/га. На таких схилах пропонують наступні сівозміни: 1-3 – багаторічні трави; 4 – озимі з трав'яними смугами; 5 – кукурудза або суміш її з гарбузами при смуговому розміщенні із смугами трав; 6 – зелені бобові з наступним посівом поживних культур; 7 – озимі і ярі з підсівом багаторічних трав.

Для захисту ґрунтів від вітрової ерозії рекомендують 5-пільні сівозміни з 10-річною ротацією: 1-5 – багаторічні трави; 6,7 – яра пшениця; 8 – кулісний пар; 9,10 – яра пшениця. Кожне поле складається з декількох рівних за площею смуг.

4.5. Спеціалізація сівозмін у агро-кліматичних зонах

У кожній природно-кліматичній зоні України є свій напрям розвитку сільського господарства й структура посівних площ, на основі якої розробляють схеми сівозмін. Так, на **Поліссі**, крім озимої пшениці, важливою продовольчою культурою є озиме жито, основною зернобобовою культурою – горох, люпин, технічною – льон і картопля. Із багаторічних бобових трав найчастіше вирощують конюшину, з однорічних культур на зелений корм і силос – люпин, кукурудзу, злако-бобові суміші. У льоносіючих господарствах вводять наступні сівозміни: 1 – конюшина; 2 – озима пшениця; 3 – льон; 4 – люпин або горох; 5 – озиме жито; 6 – картопля; 7 – гречка, ячмінь; 8 – кукурудза або вико-вівсяна суміш на зелену масу з підсівом конюшини. На бідних мінеральних ґрунтах Полісся впроваджують короткоротаційні сівозміни зі значною часткою картоплі та люпину: 1 – люпин; 2 – озиме жито; 3 – картопля; 4 – ячмінь, овес, гречка; 5 – люпин на зерно, зелений корм або зелене добриво; 6 – картопля.

У **лісостеповій зоні в господарствах загального призначення** структура посівних площ польової сівозміни має 55-65% зернових культур (близько 30 % озимої пшениці, 10 % кукурудзи, 7-8 ячменю, 2 - 3 % гречки, 2-3 проса, 7 - 8 % гороху), 15 - 20 % технічних (12 - 13 цукрових буряків і 2 - 5 % соняшнику) і 20 - 25 % кормових культур (В.О. Єщенко й ін. 2004). Найпоширеніша в зоні 10-пільна сівозміна: 1 – ярі злако-бобові суміші, кукурудза на зелений корм та силос; 2 – озимі пшениця, ячмінь; 3 – цукрові та кормові буряки, картопля; 4 – ячмінь, овес з підсівом конюшини або еспарцету; 5 – конюшина або еспарцет; 6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки; 8 – горох; 9 – озимі пшениця, жито, ячмінь; 10 – кукурудза, соняшник, просо, гречка.

При **спеціалізації господарства на виробництві свинини** в структурі посівних площ мінімальною є частка культур на зелену масу та силос і переважають – зернофуражні культури за рахунок кукурудзи, ячменю. Частка технічних культур - рекомендована для зони. Схема сівозміни має такий вигляд: 1 – вико-горохо-вівсяна суміш, кукурудза на зелений корм і силос, горох; 2 – озимі пшениця, ячмінь; 3 – цукровий або кормовий буряк, картопля, кукурудза; 4 – ячмінь з підсівом конюшини, ячмінь; 5 – конюшина, горох; 6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки; 8 – кукурудза; 9 – ячмінь; 10 – кукурудза, соняшник.

Якщо **господарство спеціалізується на виробництві молока й вирощуванні молодяку великої рогатої худоби** в структурі посівних площ зростає частка кормових культур на зелений корм і силос, бобових трав на сіно. Серед зернофуражних культур перевага надається кукурудзі. Схема польової сівозміни може бути такою: 1 – озимі й ярі на зелений корм, горох; 2 – озима пшениця; 3 - цукрові та кормові буряки; 4 – кукурудза; 5 – ячмінь, овес з підсівом люцерни; 6 – люцерна; 7 – люцерна; 8 – озима пшениця; 9 – цукрові буряки, соняшник; 10 – кукурудза на силос.

За **спеціалізації господарства на виробництві яловичини** в групі кормових мають переважати посіви силосних культур, серед зернових розширюються посіви кукурудзи та скорочують площі посіву озимої пшениці. Для таких господарств рекомендують наступну сівозміну: 1 – однорічні злако-бобові трави, кукурудза на силос; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові й кормові буряки; 4 – кукурудза на зерно й силос; 5 – ячмінь, овес з підсівом конюшини; 6 – конюшина на два-три укуси; 7 – кукурудза; 8 – горох; 9 – озима пшениця; 10 – цукрові буряки, соняшник.

У **господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні цукрових буряків** схема спеціалізованої сівозміни може бути такою: 1 – кукурудза на зелену масу, вико-вівсяна суміш; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ячмінь з підсівом конюшини або

еспарцету; 5 – конюшина або еспарцет; 6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки; 8 – горох; 9 – озима пшениця; 10 – цукрові буряки.

У степовій зоні рослинницька галузь спеціалізується на виробництві продовольчого зерна. Фуражні зернові у північному Степу представлені кукурудзою, яка урожайніша за ячмінь, а в південному Степу - сорго (більш посухостійке за кукурудзу), ячмінь (має вищі й стабільніші врожаї, ніж кукурудза). Горох продуктивніший у північному Степу, менш продуктивний – у центральному. Серед технічних культур у північному Степу вирощують цукрові буряки й соняшник, у центральному більше – соняшник, ніж буряки, а на півдні Степу буряків без поливу не вирощують. У структурі кормової групи культур основна частка припадає на кукурудзу, сорго на силос і зелений корм, озимі та ярі злако-бобові суміші, еспарцет.

Для господарств загального виробничого типу схема польової сівозміни у північному й центральному Степу може бути такою: 1 – пар чистий або зайнятий ярими культурами на зелену масу; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ячмінь з підсівом еспарцету, просо; 5 – еспарцет, горох; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза; 8 – кукурудза на силос, горох; 9 – озимі ячмінь, пшениця; 10 – соняшник; у південному Степу: 1 – чистий пар; 2 – озима пшениця; 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза, сорго; 5 – ячмінь з підсівом еспарцету; 6 – еспарцет; 7 – однорічні злако-бобові суміші; 8 – озима пшениця; 9 – кукурудза і сорго на силос; 10 – озимі пшениця і ячмінь; 11 – соняшник.

Для господарств, що спеціалізуються на виробництві свинини в північному і центральному Степу рекомендовано таку сівозміну: 1 – чистий пар, горох; 2 – озима пшениця; 3 – кукурудза; 4 – ячмінь з підсівом еспарцету, ячмінь; 5 – еспарцет, горох; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза; 8 – кукурудза на зерно й силос; 9 – ярий або озимий ячмінь; 10 – соняшник, цукрові буряки; у південному Степу: 1 – чистий пар; 2 – озима пшениця; 3 – кукурудза, сорго; 4 – ячмінь; 5 – зернобобові; 6 – озима пшениця; 7 – ячмінь; 8 – кукурудза або сорго на силос і зелений корм, вико-вівсяна суміш; 9 – озима пшениця; 10 – соняшник.

Для господарств, що спеціалізуються на виробництві молока, частка зернових в польовій сівозміні зменшується до 48 – 50%, технічних — до 8—10%, а відсоток кормових культур зростає до 32 – 37 %. Схема структури посівних площ польової сівозміни у північному Степу може бути такою: 1 - чистий або зайнятий вико-вівсом пар; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові або кормові буряки, кукурудза; 4 – ячмінь з підсівом люцерни; 5 – люцерна; 6 – люцерна; 7 – кукурудза, озима пшениця; 8 – кукурудза на силос і зелений корм, озимі на зелений корм; 9 – озима пшениця; 10 – соняшник, кукурудза.

Приміські господарства України спеціалізуються переважно на виробництві молока й овочів. Якщо овочевих сівозмін у господарствах немає, то їх вирощують в одному з полів польової сівозміни. На **Поліссі** при молочно-овочевому напрямку господарства можна рекомендувати таку схему польової сівозміни: 1 – конюшина; 2 – конюшина; 3 – озима пшениця; 4 – овочі; 5 – кукурудза на силос, люпин на зерно або зелену масу; 6 – озимі жито або пшениця; 7 – картопля, кормові коренеплоди; 8 – овес або злако-бобові однорічні суміші з підсівом конюшини; 9 - конюшина. У **Лісостепу** типова сівозміна буде: 1 – зайнятий пар; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові, кормові або столові буряки; 4 – горох, кукурудза на силос; 5 – озимий або ярий ячмінь з підсівом люцерни; 6 – люцерна; 7 - люцерна; 8 – озима пшениця; 9 – овочі; 10 – кукурудза, соняшник. У **центральному Степу** такій спеціалізації відповідає схема польової сівозміни: 1 – чистий або зайнятий пар; 2 – озима пшениця; 3 – кормові буряки, кукурудза на силос; 4 – ячмінь або кукурудза на зелену масу з підсівом еспарцету; 5 – еспарцет; 6 – озима пшениця; 7 – овочі; 8 – озимі на зелений корм, горох, соя; 9 – озимі пшениця, ячмінь; 10 – соняшник, кукурудза.

4.6. Особливості формування сівозмін на зрошуваних землях

Принципи побудови сівозмін. Принципи побудови сівозмін на зрошуваних землях мають враховувати, що запаси вологи для одержання дружніх сходів сільськогосподарських культур можуть регулюватись поливами, тому добір попередників здійснюється, в основному, з врахуванням строку їх збирання та створення здорового фітосанітарного стану ґрунту та посівів. Обов'язковим є включення в сівозміну бобових багаторічних трав для підтримання родючості ґрунту. При вирощуванні культур з коротким періодом вегетації в сівозміні вводять проміжні посіви. Передбачають заходи запобігання підняття рівня ґрунтових вод вище критичного, засолення і заболочення земель та іригаційної ерозії. Вимоги до попередників на зрошуваних землях такі ж, як і на незрошуваних.

Структура посівних площ на зрошуваних землях. Структура посівних площ обумовлена ґрунтово-кліматичними умовами, попитом на продукцію, яка визначає спеціалізацію господарства і насичення сівозміни окремими культурами; вимогами до зниження енергомісткості. Головними на поливних землях мають бути технічні культури: соя, соняшник, ріпак, гірчиця, цукрові буряки, овочеві, баштанні, кормові культури (люцерна, еспарцет, буркун, кукурудза на зерно й силос, кормові мішанки, гарбузи), а озима пшениця та інші колосові культури повинні вирощуватися на зрошуваних землях в об'ємах, необхідних для створення оптимальних попередників для технічних і овочевих культур.

Внаслідок інтенсивного зрошення погіршуються водно-фізичні властивості ґрунту й створюються передумови вторинного засолення та підтоплення ґрунтів, тому сівозміни необхідно наситити вологолюбними багаторічними травами. Оптимальним насиченням польових, овочевих, рисових сівозмін люцерною є 25-30 %, кормових - 30 % і більше, прифермерських - 35-50 %.

Введення короткоротаційних сівозмін. Підбір культур і сортів інтенсивного типу, максимальне використання ріллі на протязі вегетаційного періоду за рахунок насичення сівозмін проміжними посівами, вирощування культур з довгим вегетаційним періодом (цукрові буряки, кукурудза, соя, люцерна, суданська трава) дозволяють максимально використовувати сонячну енергію, опади, поливну воду, а також накопичувати бобовими культурами біологічний азот, застосовувати ґрунтозахисну, енергозберігаючу систему обробітку ґрунту, інтегрований захист рослин.

Спеціалізовані короткоротаційні кормові сівозміни поблизу тваринницьких ферм дозволяють до мінімуму скоротити витрати на транспортування кормів.

Розміщення короткоротаційних овочевих сівозмін та з цукровим буряком поблизу населених пунктів, переробних цехів скорочує затрати на доставку робочої сили до місця роботи й продукції до пунктів переробки. На віддалених ділянках слід розміщувати спеціалізовані сівозміни зернових, багаторічних трав на насіння, що вимагають менших витрат на транспортування продукції з врахуванням залишення соломи та інших рослинних решток на полі.

Для зменшення інтенсивності обробітку ґрунту сівозміни слід наситити до однієї третини багаторічними травами, зернобобовими.

Схеми польових сівозмін. Шестипільна: 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – озима пшениця + післяжнивні; 4 – соя; 5 – озимий ріпак + післяжнивні на зелені добрива; 6 – ярий ячмінь з підсівом люцерни. **Семипільна:** 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – озима пшениця + післяжнивні; 4 – соя; 5 – озимий ячмінь + післяжнивні; 6 – соняшник; 7 – однорічні суміші з підсівом люцерни.

Короткоротаційна: 1 – ярий ячмінь з підсівом люцерни; 2 – люцерна; 3 – озима пшениця; 4 – цукрові буряки.

Зернова: 1 – озима пшениця + літній посів люцерни; 2 – люцерна; 3 – люцерна; 4 – люцерна на 1 укіс + кукурудза на зелену масу; 5 – озима пшениця + кукурудза на зелений корм; 6 – озима пшениця + кукурудза на зелений корм або 1 – озима пшениця + просо з

підсівом люцерни; 2 – люцерна; 3 – люцерна; 4 – озима пшениця + просо; 5 – озима пшениця + гречка; 6 – озимий ячмінь + просо.

Кормова: 1 – озима пшениця з викою на зелений корм + кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету; 2 – еспарцет + кукурудза на зелений корм з соєю; 3 – озиме жито з викою й соєю на зелений корм; 4 – багатокомпонентні суміші + кукурудза на зелений корм з підсівом еспарцету; 5 – еспарцет на 1 укіс + кукурудза на зелений корм з соєю; 6 – озиме жито з викою на зелений корм + кукурудза на зелений корм з соєю.

Прифермська: 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – кормові коренеплоди; 4 – кукурудза на силос; 5 – озимі злако-бобові суміші + поукісна кукурудза на силос; 6 – злако-бобові суміші з підсівом люцерни.

Для фермерських господарств: 1 - кукурудза; 2 - соя, або 1 – озима пшениця; 2 – соя, або 1 – озима пшениця + поукісний еспарцет; 2 – еспарцет на насіння; 3 – баштанні.

Овочева: 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – помідори; 4 – кукурудза на зелену масу; 5 – огірки; 6 – помідори; 7 – капуста; 8 – злако-бобова суміш на зелений корм + літній посів люцерни, або 1 – картопля рання; 2 – цибуля; 3 – злако-бобова суміш + капуста; 4 – ярі зернові; 5 – цибуля; 6 – огірки; 7 – мало поширені овочеві культури, або 1 – ячмінь з підсівом люцерни; 2 – люцерна; 3 - люцерна; 4 – помідори; 5 – гарбузові; 6 – коренеплоди; 7 - зелений горошок; 8 – помідори.

Баштанна: 1 – озима пшениця + пожнивна люцерна; 2 – люцерна; 3 – люцерна; 4 – баштанні (кавуни); 5 – баштанні (гарбузи, дині).

4.7. Сівозміни на осушених землях

Структура посівних площ і сівозмін на осушених землях визначається ґрунтовим середовищем. На мінеральних дерново-підзолистих ґрунтах після осушення можна вирощувати практично всі районовані в зоні культури, на торф'яних ґрунтах – знижується урожайність більшості зернових колосових і зернобобових культур. На осушених торфових ґрунтах погано вдаються й однорічні культури суцільної сівби, тому такі землі краще використовувати під тривале залуження. При осушенні органічна речовина торфових ґрунтів піддається надмірній мінералізації й це треба враховувати при формуванні сівозмін. Крім того, зовсім непридатні для вирощування просапних культур лучні торф'яно-болотні й недостатньо осушені ґрунти з неглибоким заляганням ґрунтових вод.

Під польові, кормові та овочеві сівозміни на осушених землях відводять переважно глибокі торфовища. У перші роки використання осушених ґрунтів сівозміни мають рекомендоване для будь-яких ґрунтів співвідношення культур суцільної сівби й просапних, а з часом, щоб знизити процеси розкладання органічної речовини, площі просапних у сівозміні зменшують. Для поліпшення балансу органічної речовини сівозміни насичують проміжними культурами – горохо-вівсяними сумішами та озимим житом на зелений корм.

На осушених мінеральних ґрунтах багатих гумусом зернові в структурі посівних площ сівозміни можуть становити 35–50%, технічні – 15–25%, овочеві – 12–15%, кормові – 30–40 % (В.О. Єщенко й ін. 2004). Схеми сівозмін на осушених землях майже не відрізняються від сівозмін, впроваджених на основних земельних масивах Полісся. На бідних мінеральних ґрунтах легкого гранулометричного складу Полісся польова сівозміна має вигляд: 1 – люпин; 2 – озиме жито + післяжнивні посіви; 3 – картопля; 4 – ячмінь, овес + післяжнивні посіви. На багатших гумусом ґрунтах польова сівозміна може бути: 1 – конюшина; 2 – озима пшениця + післяжнивні; 3 – льон; 4 – озима пшениця + післяжнивні; 5 – картопля; 6 – ячмінь, овес з підсівом конюшини.

На осушених торфоболотних і торф'яних ґрунтах Полісся польові сівозмін більше насичують багаторічними травами і майже виключають вирощування зернобобових культур. Є такі варіанти польової сівозміни: 1 – багаторічні трави; 2 –

багаторічні трави; 3 – багаторічні трави; 4 – озимі зернові + післяжнивні посіви; 5 – картопля; 6 - кукурудза на силос; 7 – ячмінь, овес + літній посів багаторічних трав або 1 - багаторічні трави; 2 – багаторічні трави; 3 – багаторічні трави; 4 – льон, озимі на зерно + післяжнивні посіви; 5 – коренеплоди; 6 – ячмінь, овес; 7 – озимі на зелений корм + післяукісна кукурудза на силос; 8 - ярі колосові + літній посів багаторічних трав.

На неглибоких, сильно мінералізованих глибших торф'яниках різних зон рекомендовано інші травопільні кормові сівозміни: 1 – горохо-вівсяна суміш на зелений корм + літній посів суміші багаторічних трав; 2 – травосуміші; 3 – травосуміші. **На середньо мінералізованих торф'яних ґрунтах** запроваджують кормові сівозміни: 1 – травосуміші; 2 – травосуміші; 3 – травосуміші; 4 – горохо-вівсяна суміш; 5 – озимі на зелений корм + післяукісна кукурудза; 6 – горохо-вівсяна суміш + літній посів сумішок багаторічних трав. Кормово-овочевий варіант сівозміни: 1 – травосуміші; 2 – травосуміші; 3 – травосуміші; 4 – травосуміші; 5 – картопля; 6 – овочі; 7 – горохо-вівсяна суміш + посів сумішок багаторічних трав.

4.8. Сівозміни на еродованих землях

На еродованих землях структура посівних площ у сівозміні має бути такою, щоб добре захищати ґрунт від ерозії. Це мають бути ґрунтозахисні сівозміни з сільськогосподарськими культурами суцільної сівби, в яких зводиться до мінімуму вирощування просапних культур. Тобто, на ґрунтах різного ступеня еродованості доцільно вирощувати кормові культури польових сівозмін, які краще захищають ґрунт від ерозії й менше знижують продуктивність землеробства.

Бобові багаторічні трави люцерна й еспарцет на змитих ґрунтах забезпечують майже таку саму продуктивність, як і на не змитих, а озима пшениця й горох знижують урожайність. У зв'язку з цим структуру посівів ґрунтозахисної сівозміни на сильно еродованих землях насичують бобовими багаторічними травами, а на слабо-змитих ґрунтах для захисту їх від подальшої ерозії в сівозміну можна вводити й однорічні культури суцільної сівби.

Польові ґрунтозахисні сівозміни вводяться в господарствах, де більша частина поверхні земель має рельєф зі схилами крутизни понад 3°. Зерно-трав'яна сівозміна може мати такий набір культур: 1 – горох; 2 – озима пшениця; 3 – вико-вівсяна суміш з підсівом люцерни; 4 – люцерн; 5 – люцерна; 6 – озима пшениця; 7 – ячмінь; 8 – овес. Підтип **прифермської ґрунтозахисної сівозміни** для Лісостепової зони має схему: 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – люцерна; 4 – озимі на зелену масу + післяукісні кукурудза на силос або кормові буряки; 5 – вико-вівсяна суміш з підсівом люцерни.

З метою захисту ґрунту від ерозії **схили крутизною більше 7°** відводять під лукопасовищні кормові ґрунтозахисні сівозміни. Такі поля обробляють рідко й засівають багаторічними бобово-злаковими сумішами, а травостій використовують на сіно, сінаж або для випасання худоби. Сівозміна має таке чергування культур: 1 – вико-вівсяна суміш з підсівом сумішей злако-бобових багаторічних трав; 2 – травосуміші; 3 – травосуміші; 4 – травосуміші; 5 – травосуміші. У Лісостепу й Степу кращі результати забезпечують суміші злакових трав з люцерною й еспарцетом, а на Поліссі — з конюшиною. На Поліссі бобовим компонентом травосумішей, крім конюшини, може бути багаторічний люпин.

4.9. Проектування, уведення й освоєння сівозмін

Проектування сівозмін - складання схеми однієї або кількох сівозмін на основі структури посівних площ бригади, ділянки або господарства. Виконують проектування сівозмін після визначення із спеціалізацією господарства на основі проекту

землекористування. З урахуванням спеціалізації розраховують потребу господарства у різній рослинницькій продукції, а план землекористування містить площі сільськогосподарських угідь, що можуть бути задіяні у виробництві продукції. Під час попереднього планування структури посівних площ вибирають співвідношення між окремими групами культур (зерновими, технічними, кормовими). Після цього добирають видовий склад кожної групи культур, віддаючи перевагу найпродуктивнішим та економічно вигідним. Площу посіву культури визначають діленням необхідного валового збору продукції на очікувану урожайність, що встановлюється на основі фактичної урожайності за останні п'ять років у цьому або сусідньому господарстві з подібною культурою землеробства та з урахуванням перспективи впровадження у виробництво передових технологій. Структура посівних площ має забезпечувати рекомендоване в зоні чергування культур.

Наступним етапом є **визначення кількості сівозмін**, які проектують у межах прийнятої структури посівних площ. На невеликих за площею й однорідних за родючістю рівнинних ґрунтах обмежуються однією сівозмінюю. Якщо ґрунтовий покрив і рельєф місцевості неоднорідний або господарство об'єднує кілька населених пунктів, створюють декілька сівозмін. Це зумовлене тим, що у господарстві є потреба запроваджувати польові, кормові, овочеві або спеціальні сівозміни. У кожному разі земельний масив під окрему сівозміну формують за даними бонітування ґрунтів і показників агрохімічного аналізу з розрахунком, що всі поля придатні для вирощування будь-якої культури сівозміни. Якщо серед масиву є ділянки, непридатні для вирощування хоч однієї з основних культур, то їх вилучають із сівозміни. При цьому, урахують крутизну схилів. Під польову сівозміну відводять землі, де крутизна схилів не перевищує 3°, а землі із крутішими схилами доцільно використовувати під різні типи ґрунтозахисних сівозмін.

Після закріплення площ за окремими сівозмінами для кожної сівозміни складають свою структуру посівних площ, відповідно до описаного вище. Приклад розподілу структури посівних площ господарства наведено в табл. 4.7 (за В.О. Єщенко й ін. 2004).

Таблиця 4.7. Розрахунок площі посіву окремих культур у господарстві та її розподіл між польовою і кормовою сівозмінами

| Культури | Потреба в основній продукції, ц | Очікувана урожайність, ц/га | Площа посіву культури, га | Відводиться під сівозміни | |
|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------|
| | | | | польову | кормову |
| Озима пшениця | 7410 | 47 | 157,7 | 157,7 | — |
| Ячмінь | 3200 | 39 | 82,0 | 82,0 | — |
| Кукурудза | 3370 | 60 | 56,1 | 56,1 | — |
| Горох | 1250 | 31 | 40,3 | 40,3 | — |
| Гречка | 300 | 20 | 15,0 | 15,0 | — |
| Просо | 300 | 30 | 10,0 | 10,0 | — |
| Цукрові буряки | 32000 | 400 | 80,0 | 80,0 | — |
| Кормові буряки | 17000 | 850 | 20,0 | — | 20,0 |
| Вико-вівсяна суміш на зелений корм | 3600 | 180 | 20,0 | — | 20,0 |
| Кукурудза на зелену масу | 15000 | 300 | 50,0 | 50,0 | — |
| Кукурудза на силос | 17 000 | 350 | 48,6 | 28,6 | 20,0 |
| Еспарцет на зелену масу | 8060 | 200 | 40,3 | 40,3 | — |
| Люцерна на зелену масу | 14000 | 350 | 40,0 | — | 40,0 |
| Всього | | | 660,0 | 560,0 | 100,0 |

При складанні схем сівозмін на основі структури посівних площ попередньо **визначають число полів** у кожному варіанті. При цьому всі поля мають бути рівновеликими, а культури займають ціле поле. Щодо приведеного варіанта земельного масиву польової сівозміни загальною площею 560 га, вимога найкраще забезпечується

при наявності семи полів з середнім розміром поля 80 га (560 : 7). При цьому на п'яти полях окремо вирощуватимуть озиму пшеницю, цукрові буряки, ячмінь і кукурудзу на зелену масу (на зелений корм і силос). Якщо б взяли восьми-, дев'яти- або десятипольну сівозміну, які найчастіше застосовують у великих господарствах лісостепової зони, то більшість полів були б збірними, що вкрай небажано з організаційного і агрономічного боку. У семипольній сівозміні кількість збірних полів зводиться до мінімуму, тому такий варіант для структури посівних площ буде найоптимальнішим. За таким самим принципом визначається п'ять полів у прифермській кормовій сівозміні (табл. 4.7).

Після узгодження кількості полів у сівозмінах *складають їх схему*. Виконують цю роботу в кілька етапів.

На першому етапі визначають, скільки (два) і які поля (3 та 6) займе озима пшениця як найвибагливіша до попередників культура. Другий етап - добір із структури посівних площ сівозміни найкращих попередників для озимої пшениці. У цьому прикладі ними в одному полі будуть еспарцет і горох, а в другому – кукурудза на зелений корм і силос. На третьому етапі зазначають культуру в яку підсівають багаторічні трави – попередник озимої пшениці. На четвертому етапі розмішують основну технічну культуру у зоні бурякосіяння цукрові буряки. І на останньому етапі розмішують решту культур зі структури посівних площ сівозміни – частина ячменю в одному полі та кукурудзу, гречку й просо – в іншому.

Загальна схема сівозміни в нашому прикладі буде такою: 1 – еспарцет (40 га), горох (40 га); 2 – озима пшениця (80 га); 3 – цукрові буряки (80 га); 4 – кукурудза на зелений корм (50 га), кукурудза на силос (30 га); 5 – озима пшениця (80 га); 6 – кукурудза (55 га), гречка (15 га), просо (10 га); 7 – ячмінь з підсівом еспарцету (40 га), ячмінь (40 га). Це лише один із варіантів чергування культур у сівозміні. На основі заданої структури посівних площ можна скласти кілька схем сівозмін і вибрати оптимальний.

Для кормової сівозміни оптимальним є чергування культур: 1 – люцерна; 2 – люцерна; 3 – кукурудза на силос; 4 – кормові буряки; 5 – вико-вівсяна суміш на зелений корм з підсівом люцерни. Усі поля мають площу 20 га.

Усю сукупність заходів щодо організації сівозмін у будь-якому господарстві виконують фахівці як самого господарства, так і професіонали регіональних проектних інститутів. **Етап уведення сівозміни або системи сівозмін, передбачає:** експлікацію й трансформацію всіх земельних угідь, визначення спеціалізації господарства, визначення типів і видів сівозмін, розміщення їх на території з урахуванням розміщення населених пунктів, ферм, доріг, джерел водопостачання, соціальних умов, економічного стану господарства й завершується перенесенням проекту сівозміни на місцевість із нарізкою полів.

Етап освоєння передбачає швидке освоєння введеної сівозміни, але не пізніше ніж через 2-3 роки: Чим швидше він буде освоєний, тим швидше господарство почне одержувати додатковий дохід і тим швидше почнеться його економічний ріст і зміцнення. Чим компактніше розміщені поля, тим однорідніший рельєф і чим рівніші за рівнем родючості ґрунти, тим швидше можна освоїти сівозміну. Освоєння сівозмін з 4-5 полями багаторічних трав (травопільні й ін.) подовжується на 5-6 років. Навпроти, сівозміни з короткою ротацією (3-5 років) у селянських господарствах, звичайно, вдається освоїти за один-два роки (Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П., 2008).

При складанні плану освоєння сівозміни рекомендується дотримуватися наступного порядку: 1) скласти план послідовного за роками, починаючи з першого до повного освоєння; 2) намітити план освоєння нових земель, якщо вони входять у поля сівозміни; 3) вписати культури, посіяні в минулі роки під урожай цього року; 4) розмістити ярі культури у порядку їх, спадної цінності; 5) визначити поле для посіву багаторічних трав і для чистого пару, якщо вони передбачені схемою сівозміни або тимчасово допущені в перехідний період на сильно забур'яненних полях.

Освоєння потребує обов'язкового й систематичного обліку всіх агротехнічних заходів, що виконуються на кожному полі сівозміни, із зазначенням виду роботи, якості й часу

виконання, стану ґрунту, розвитку посівів, норми й видів внесених добрив, системи заходів щодо захисту рослин від шкідливих організмів, прийомів і способів боротьби з ерозією ґрунту, відомості про врожай і його якість по кожній культурі й на кожному полі окремо. Усі ці матеріали, що систематично записуються в книгу історії полів, дозволяють на основі аналізу виявити не тільки можливі недогляди, але й визначити шляхи підвищення ефективності виробничої й економічної діяльності господарства в наступному році. *Освоєними називають такі сівозміни, в яких розміщення культур на полях відповідає прийнятій схемі, дотримуються межі полів, установлене чергування культур і технологія їх, обробітку.*

Контрольні питання

1. В чому перевага сівозміни у порівнянні з беззмінними посівами ? 2. Що нового було внесено в теорію й практику землеробства в період інтенсифікації виробництва? 3. Які типи й види сівозмін ви знаєте і чим вони відрізняються один від одного? 4. Яке значення чистих парів у сівозмінах і в яких природних умовах їх застосовують? 5. Чим відрізняється зайнятий пар від чистого? 6. Якого значення набувають багаторічні бобові й бобово-злакові трави у сівозміні і в яких умовах вони найбільш ефективні? 7. Назвіть найкраще місце у сівозміні цукрового буряка, соняшника й картоплі. 8. Чим відрізняються польові сівозміни Полісся від польових сівозмін степу? 9. Складіть приблизну схему кормової сівозміни для господарства молочно-м'ясного напрямку півдня України, Полісся. Чим вони будуть відрізнятися ? 10. Які спеціальні сівозміни ви знаєте, з якою метою і в яких умовах їх уводять? 11. Для чого вводять ґрунтозахисні й протиерозійні сівозміни? 12. В чому полягає суть освоєння сівозміни, як це здійснюється ? 13. Що таке Книга історії поля, яке її значення?

Розділ 5 ОБРОБІТОК ҐРУНТУ

Сукупність заходів обробітку ґрунту, які виконують в оптимальні агротехнічні строки у певній послідовності, називається системою обробітку ґрунту. На Україні поширені такі системи: основного, зяблевого обробітку ґрунту, напівпарового зяблевого обробітку (напівпар), передпосівного й післяпосівного обробітку ґрунту. Окремо виділяють системи обробітку ґрунту на зрошуваних землях, на осушених землях, протиерозійну.

Завдання обробітку ґрунту - створення оптимального стану орного й посівного шарів, окультурення ґрунту й контролювання засміченості полів. Значення обробітку ґрунту зростає при внесенні добрив і меліорантів, а також при створенні оптимальних умов для підвищення схожості насіння сільськогосподарських культур.

Механічний обробіток ґрунту — це вплив на нього робочими органами машин і знарядь із метою створення оптимальних умов для росту й життя сільськогосподарських рослин, підвищення родючості й захисту ґрунту від водної й вітрової ерозії. Основні заходи обробітку ґрунту: оранка, луцення стерні, культивація, боронування, коткування, шлейфування, фрезерування ґрунту.

5.1. Наукові основи й завдання обробітку ґрунту

У давні часи людина неглибоко розпушувала й частково обертала ґрунт за допомогою примітивних ручних знарядь із дерева, кісток тварин, гострого каменю, що дозволяло загорнути насіння та знищити небажані рослини.

Пізніше для більш глибокого обробітку ґрунту почали застосовувати прямі загострені палиці із сучком, на який натискували ногою. З часом палиці почали загострювати в одній площині й з'явився прообраз дерев'яної лопати. Це дозволило збільшити глибину обробітку, краще розпушувати й обертати ґрунт.

На зміну ручній мотиці прийшло рало з прообразом сучасного лемеша. У рало запрягали тварин, але при глибокому обробітку утворювалися брили й грудки, які необхідно було подрібнювати. Так з'явилися різні знаряддя волочіння поверхні ґрунту, які в подальшому перетворилися на коток. Згодом людина винайшла борони, культиватор й інші знаряддя для обробітку ґрунту.

Дерев'яні плуги застосовуються й донині в деяких країнах Азії та Африки. Поява металевих плугів дозволила обробляти ґрунт на значно більшу глибину – до 30 см. Пізніше відбувалось удосконалення форми полиць плуга. Наприкінці XVIII ст. Північноамериканський президент Джефферсон спланував полицю плуга у вигляді гіперболічного параболоїда, яку використовують при оранці на великій швидкостях. У 1863 р. Р. Сакс сконструював плуг із передплужником, яким краще загортали рослинні рештки, органічні й мінеральні добрива. У 1880 р. німецький вчений Е. Вольні розробив теоретичні основи обробітку ґрунту, які пізніше удосконалювали П. Костичев, І. О. Стебут (1957), М. М. Тулайков (1932), О. Дояренко, І. Ревут, В.Р. Вільямс та інші.

У 1909 р. І.Є. Овсінський запропонував замінити полицевий обробіток знаряддям, яке б не огортало ґрунту, а лише розпушувало його на 5-6 см і не висушувало. Учений працював на Полтавщині та Бессарабії. Ідеї І. Овсінського підтримували у Франції, Німеччині (Ф. Ахенбах, 1921, Ф. Глянц, 1922) та інші. У 1939 р. американець Е.Ф. Фолкнер узагальнив досвід обробітку ґрунту плугом в Америці і визнав його основною причиною ерозії та “безумством орача”.

Суперечки про глибину обробітку ґрунту тривають й досі, і дуже часто визначаються природними та господарськими умовами.

Механічний обробіток ґрунту є найважливішим елементом системи

агротехнічних заходів вирощування сільськогосподарських рослин. Він виражається в механічному впливі робочими органами машин і знарядь на ґрунт із метою формування умов найбільш сприятливих для зростання сільськогосподарських культур.

Механічний обробіток характеризується розмаїтістю й універсальністю впливу й не тільки на ґрунт, але й на рослину.

При механічному обробітку створюється однорідний за родючістю орний шар, що сприяє швидкому формуванню розвинутої кореневої системи з перших фаз росту рослин. У процесі механічного обробітку будь-якій частині орного шару, й насамперед посівному (0-10 см), можна надати оптимальної для культур будови. Це сприяє кращому розвитку й росту сходів культурних рослин, формує оптимальний за станом стеблостій посівів.

Обробіток, проведений у стані фізичної спільності, забезпечує добре кришіння ґрунту, а не розпорошення, знижує витрату пального на 10-14%.

При механічному впливі на ґрунт знищують бур'яни й їхнє проросле насіння, що знаходиться у фазі «білої ниточки», гинуть личинки шкідливих комах, а фітопатогенні мікроорганізми, що розвиваються на рослинних залишках, позбавляються сприятливих умов проживання.

У процесі механічного обробітку ґрунту можна сприяти поповненню запасів ґрунтової вологи й зберегти її від марної витрати в процесі фізичного випаровування, одночасно поліпшити повітряний і тепловий режим ґрунту.

Механічний обробіток регулює мінеральне живлення рослин. Зашпаровуючи органічні й мінеральні добрива в різні за глибиною частини орного шару, або, змінюючи інтенсивність мікробіологічних процесів варіюванням способів обробітку ґрунту, можна забезпечити найбільш оптимальні умови мінерального живлення культури.

Не можна переоцінити роль спеціальних заходів механічного обробітку до запобігання розвитку водної й вітрової ерозії ґрунтів.

За дослідженнями ряду вчених, пайова участь обробітку ґрунту у формуванні врожайів ряду культур змінюється від 3-12 % у сприятливих за умовами роки й зростає до 26-60% в екстремальних умовах.

Основні завдання обробітку ґрунту: 1) придати орному й посівному шару ґрунту найкращої будови, у тому числі, унаслідок поліпшення його агрофізичних властивостей; 2) підтримати сприятливий водний, повітряний і тепловий режими ґрунтів; 3) регулювати поживний режим для рослин як цільовим внесенням добрив у ґрунт, так і регулюванням інтенсивності мікробіологічних процесів; 4) знищення шкідливих організмів і зниження в орному шарі їхньої кількості до порога безпеки; 5) закладення на оптимальну глибину в ґрунт дернини трав, рослинних залишків, добрив, меліорантів і інших агрономічних цінних матеріалів; 6) запобігати розвитку й прояву ерозійних процесів ґрунту; 7) сприяти збільшенню потужності й окультуренню орного шару ґрунту; 8) ліквідація форм мікрорельєфу поверхні ґрунту, що забезпечує високоякісне проведення всіх польових робіт від сівби до закінчення збирання культури в оптимальні агротехнічні терміни.

5.2. Фізико-механічні й технологічні властивості ґрунту

До основних фізико-механічних властивостей ґрунту належать зв'язність, пластичність, липкість, спільність, вологість.

Зв'язність ґрунту — здатність його протистояти механічному впливу ґрунтообробних знарядь на роз'єднання ґрунтових часточок. Зв'язність ґрунту залежить від гранулометричного складу, структури, вмісту гумусу, солонцюватості й вологості. Найменшу зв'язність мають піщані, супіщані й легкосуглинкові ґрунти, опір яких при оранці плугами з передплужниками становить 0,2-0,35 кг/см². Найбільш високою зв'язністю володіють важкі суглинкові й глинисті ґрунти (0,55-0,8 кг/см²) а також солончаки й солонці (0,8-2,0 кг/см²). Ці ґрунти погано кришаться, але при зволоженні до оптимальної вологості

кришення зростає. Подальше зволоження таких ґрунтів веде до наростання пластичності й липкості, при цьому ґрунт погано кришиться й прилипає до знарядь. Чим вища зв'язність, тим більше зусиль необхідно прикласти під час механічного обробітку.

Пластичність ґрунту — здатність змінювати й зберігати придану форму при обробітку знаряддями без розпадання на дрібні грудочки. Перезволожені й сухі ґрунти не володіють пластичністю. Зумовлюється вона певним механічним складом і насамперед наявністю у ґрунті колоїдних часток та механічних фракцій розміром менше 0,001 мм у діаметрі. Пластичність проявляється тільки при певному ступені зволоження ґрунту. Глинисті й суглинкові ґрунти мають значно вищу пластичність у порівнянні з піщаними й супіщаними. На пластичність впливає склад колоїдних фракцій ґрунту, склад увібраних основ і вміст гумусу. Зі збільшенням у ґрунтах вмісту увібраного натрію пластичність зростає, а при насиченні вбирного комплексу кальцієм - знижується. Підвищений вміст гумусу у ґрунтах сприяє зниженню пластичності.

За числом пластичності судять про гранулометричний склад ґрунту: 0 - пісок; 0-7 - супісок; 7-17 - суглинок; більше 17 - глина.

Липкість ґрунту — здатність прилипати у вологому стані до робочих органів ґрунтообробних знарядь. Вона вимірюється зусиллям (г), що припадає на одиницю площі (см²), необхідним для вертикального відриву від ґрунту або горизонтального зрушення (із полиці) прилиплої ґрунту. При обробітку ґрунту липкість відіграє негативну роль, викликаючи налипання робочих органів, збільшує тяговий опір і, знижує якість технологічних операцій. Вологість ґрунту, при якій він не прилипає до знарядь, називають **межею липкості**. М. Качинський запропонував 5-бальну шкалу для оцінки липкості: гранично липкий – не менше 15 г/см², сильнолипкий – 5-15; середньолипкий – 2-4; слабо липкий – 0,5-1,5; розсипчастий – 0,1-0,4 г/см². При обробітку сухих і перезволожених ґрунтів важкого гранулометричного складу руйнується структура, тому їх можна обробляти при вузькому інтервалі оптимальної вологості, при більш низьких показниках зв'язності й пластичності.

ґрунти легкого гранулометричного складу у сухому стані не мають зв'язності й пластичності. Їхнє зволоження веде до росту зв'язності за рахунок утворення водних плівок на поверхні часток. Їх можна обробляти в більш широкому діапазоні вологості.

Спілість – це стан ґрунту, який характеризує його готовність до обробітку. Розрізняють фізичну й біологічну спілість.

Визначений інтервал вологості, при якому ґрунт при обробці без великих зусиль добре кришиться й не прилипає до знарядь обробітку, називають фізичною спілістю. Обробіток спілого ґрунту сприяє кращій якості кришення, розпушування й перемішування, забезпечуючи підвищення врожайності сільськогосподарських культур, а також вимагає менших стискальних зусиль і загальних витрат.

Установлено, що агротехнічно-допустимий інтервал вологості фізично спілого середньосуглинкового дерново-підзолистого ґрунту лежить у межах 12—21 % маси абсолютно сухого ґрунту, сірого лісового — 15—23, чорноземів — 15 — 24 % (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Межі вологості спілого ґрунту, % до сухого ґрунту (за А. Проніним)

| Типи ґрунтів | Межа вологості | | Вологість для обробітку | |
|-----------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|----------|
| | Нижня (утворення брил) | Верхня (присипання) | допустима | найкраща |
| Дерново-підзолисті | 11 | 22 | 12-21 | 15-18 |
| Сірі лісові | 14 | 24 | 15-23 | 17-18 |
| Чорноземи | 13 | 25 | 15-24 | 15-18 |
| Каштанові | 12 | 24 | 13-23 | 14-16 |
| Каштанові солонцюваті | 12 | 21 | 13-20 | 16-17 |
| Сіроземи | 14 | 21 | 12-24 | - |

Отже, вологість фізичної спілості ґрунту коливається від 60 до 90 % найменшої вологоємності (НВ). Якщо, наприклад, фізична спілість відповідає 80 % НВ, а остання дорівнює 30 % вагової вологості, то фізична спілість буде при 24 % абсолютної вологості до маси абсолютно сухого ґрунту

Структурний ґрунт має більший відсоток гумусу й катіонів кальцію в ґрунтовому поглинаючому комплексі, що забезпечує більш широкий інтервал оптимальної вологості ґрунту для його обробітку. Різні ґрунти поспівають неоднаково: легкі — на 5—7 днів раніше суглинкових і тим більше глинистих.

При оранці неспілого перезволоженого важкого ґрунту гарного кришення домогтися не можна, шар замазується й швидко підсихає. При підготовці підсушеного ґрунту до посіву культур він розпорошується, а при випаданні опадів утворюється ґрунтова кірка.

Зменшення вологості в порівнянні з оптимальною веде до погіршення кришення й збільшення виходу великої фракції ґрунту. На відміну від чорноземів сірі лісові й дерново-підзолисті ґрунти мають більш вузький інтервал оптимальної вологості для обробітку внаслідок невисокого вмісту гумусу й незадовільного структурного стану. Весняний обробіток цих ґрунтів проводять у стислий термін, а запізнення з ним різко погіршує технологічні властивості ґрунтів.

Технологічні властивості ґрунту залежать від його гранулометричного складу й умісту води. У глинистого ґрунту фізична спілість знаходиться у вузькому інтервалі вологості — 50—65 % НВ. У більш легких ґрунтів (суглинкових, супіщаних) цей інтервал значно ширший — 40—70 % НВ. Більш широким інтервалом оптимальної вологості володіють окультурені ґрунти, що мають високий відсоток перегною й добре структуровані.

Від вологості ґрунту залежать терміни його обробітку, вибір ґрунтообробних знарядь і швидкість їхнього руху. Так, для фрези й пружинного культиватора інтервал фізичної спілості ширший, ніж, наприклад, для лапових культиваторів і дискових знарядь. Зі збільшенням швидкості руху агрегату при обробітку ґрунту інтервал оптимальної вологості зростає, а якість обробітку не погіршується.

Біологічна спілість ґрунту настає при його прогріванні до 10-15° С. При цьому ґрунт стає пухкішим, набуває характерного запаху і внаслідок життєдіяльності мікроорганізмів збільшується його об'єм і накопичуються легкодоступні для рослин елементи живлення.

5.3. Технологічні операції при обробітку ґрунту

Технологічний процес (огортання, розпушування, підрізання бур'янів, ущільнення й ін.), при якому у процесі обробітку змінюють певні властивості ґрунту (форма, якісний стан), називають технологічною операцією. Під час обробітку ґрунту застосовують наступні технологічні операції: **обертання, кришення, розпушування, огортання, перемішування, вирівнювання поверхні, ущільнення, підрізання бур'янів, створення мікрорельєфу, залишення стерні на поверхні ґрунту.** У системі обробітку кожна технологічна операція змінює стан ґрунту відповідно до поставленої задачі для більш повного задоволення вимог рослин до умов життя.

Обертання – технологічна операція, яка забезпечує повне (на 180°) або часткове (не менше 135°) обертання шару ґрунту, що обробляється, у вертикальному напрямку. Мета обертання – загортання в ґрунт дернини, добрив і рослинних решток, які є резерваторами збудників хвороб і шкідників, переміщення вниз профілю верхнього ущільненого або розпиленого й найбільш засміченого насінням бур'янів шару ґрунту з одночасним винесенням на поверхню збідненої на елементи живлення, але з кращими фізичними властивостями нижньої частини орного шару. Операція виконується за допомогою плугів із гвинтовими полицями з передплужниками. У районах поширення вітрової ерозії обертання ґрунту є недоцільним.

Кришення або подрібнення - це розпадання внаслідок механічного впливу цілісної маси ґрунту на дрібні грудочки (відвальні плуги, дискові борони) або ж руйнування вже наявних великих грудок і брил ґрунту (зубові борони, кільчасті ковзанки). Якість кришення залежить від гранулометричного складу й вологості ґрунту, від обдернування, окультурення, конструкції й швидкості руху знарядь обробітку. Агрономічно-цінними визнані грудочки розміром від 10 до 1 мм у нечорноземній зоні й від 3 до 0,25 мм у степових районах, але при наявності пилоподібної фракції (< 0,25 мм) не більше 35-40% від загальної маси ґрунту. Найкраще кришення спостерігається в стані фізичної спілості ґрунту, тоді як при пересиханні брили руйнуються важко й сильно розпорошуються. На ґрунтах торфоболотних та ділянках із значною купиною успішніше можна використовувати інші знаряддя - фрези різних конструкцій. Сухі важкі й задерновані ґрунти кришаться слабо.

Розпушування – зміна взаємного розміщення ґрунтових агрегатів із метою збільшення об'єму ґрунту й його пористості. Воно змінює взаємне розташування грудок із збільшенням некапілярної пористості ґрунту. Це підсилює аерацію, водопроникність ґрунту, стабілізує тепловий режим, але в посушливих умовах збільшує небезпеку його висушування внаслідок посилення дифузії водяного пару. Усе це посилює мікробіологічну діяльність, особливо на важких ґрунтах, при достатній або надлишковій вологості і створює умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин.

Більш пухкого стану ґрунту вимагають просапні культури (картопля, буряки, кукурудза, соняшник) і менш пухкого – культури суцільного посіву (наприклад, зернові). Ця операція краще виконується плоскорізами, плугами, ротаційними мотиками, паровими культиваторами й іншими ґрунтообробними знаряддями.

Огортання ґрунту – взаємне переміщення шарів або горизонтів оброблюваного ґрунту у вертикальному напрямку, одна з найважливіших технологічних операцій. Так, при оранці полицевим плугом у процесі огортання верхнього безструктурного шару, що містить стерню, рослинні залишки, порослі бур'яни, живі шкідливі комахи й їхні личинки, фітопатогенні мікроорганізми, насіння й плоди бур'янів, останній скидається на дно борозни, а нижній структурний, більш вільний від шкідливих організмів виноситься на поверхню, створюючи сприятливі умови для наступної культури. Огортання необхідне для закладання на передбачену глибину дернового шару багаторічних трав, внесених на поверхню добрив, вапна й ін. матеріалів. Кращим знаряддям є полицевий плуг з установленими передплужниками, потім полицеві плуги й лемішні луцильники. Періодичне огортання сприяє створенню однорідного орного шару.

Перемішування – зміна взаємного положення ґрунтових агрегатів із метою створення більш однорідного оброблюваного шару ґрунту. Його застосовують для рівномірного розподілу в оброблюваному шарі ґрунту внесених матеріалів або для додання йому однорідних (гомогенних) властивостей у складі й стані. Ретельне перемішування, необхідне при внесенні добрив і особливо органічних, нерівномірність внесення яких, приводить до строкатості, що виражається в нерівномірності розвитку посівів і неодночасності дозрівання зернових хлібів на численних «плямах» поля. Навпаки, при місцевому (осередковому) внесенні добрив або при внесенні добрив у визначений шар (глибоке закладення органічних добрив на піщаних і супіщаних ґрунтах) перемішування ґрунту зовсім неприпустимо. Ретельне перемішування ґрунту не досягається одним заходом (оранка, розпушування, культивація й т.п.), а можливе лише при послідовному сполученні декількох видів таких заходів і завчасно до посіву культури.

Вирівнювання поверхні ґрунту – усунення нерівностей на поверхні ґрунту з метою зменшення контакту ґрунту з атмосферою й створення сприятливих умов для сівби, догляду за посівами й збирання урожаю. Проводиться на полях у період раннього весняного боронування (закриття вологи, покривне боронування й т.п.). Знижує випаровування з поверхні поля на 12-20% і більше, забезпечує рівномірний за глибиною посів насіння культур, підвищує якість виконання й продуктивність наступних польових

робіт. Його проводять волокушами, боронами, легкими ковзанками, комбінованими агрегатами (РВК-3, ВИП-8 і ін.).

Ущільнення ґрунту – зміна взаємного розміщення ґрунтових агрегатів із метою зменшення пористості. Має різні цілі, але частіше застосовується для додавання верхньої частини орного шару (посівного шару < 8-10 см) необхідної будови.

При оранці під озими дернини багаторічних трав шари ґрунту навіть після ретельного попереднього дискування укладаються нещільно, швидко пересихають, процеси мінералізації сповільнюються, до часу посіву ґрунт не досягає свого природного стану. У цьому випадку, як, наприклад, і при закладенні зеленої маси рослин (люпин, гірчиця) як сидеральних добрив, використовують ковзанки від легких до водоналивних.

Ущільнення ґрунту необхідно як до посіву (при надмірній крихкості ґрунту) дрібнонасінних культур (просо, льон, конюшина, овочеві), щоб запобігти їхньому просіюванню на надмірну глибину з наступним розрідженням сходів, так, і після посіву, щоб забезпечити гарний контакт насіння із ґрунтом і дружнє їхнє проростання.

У посушливих районах ущільнення застосовують на парах або ранньому зябу, створюючи на глибині нижче 3-5 см від поверхні щільні прошарки ґрунту в 5-7 см, щоб різко знизити дифузійне випаровування вологи. Однак дуже небезпечно ущільнення вологого ґрунту після посіву. Ґрунтова кірка, що утворюється, приводить до загибелі проростків культури і сильного розріджування сходів.

Гладкі водоналивні ковзанки можуть мати питомий тиск до $0,5 \text{ кг/см}^2$ і ущільнювати ґрунт на глибину 18-20 см, тоді як легкі з фігурною поверхнею, як і кільчасто-шпорова ковзанка, при питомому тиску $0,05-0,1 \text{ кг/см}^2$ ущільнюють ґрунт на глибину до 5-8 см.

Підрізання вегетативних бур'янів може сполучатися з виконанням інших операцій (розпушування, огортання, перемішування і т.п.). Його виконують стрілочастими, екстирпаторними, однобічними (бритвеними), плоскоріжучими лапами культиваторів і плоскорізів, а іноді і дисковими знаряддями.

Створення мікрорельєфу виражається шляхом нарізання на полі гребенів, борозен, гряд, лунок, мікролиманів, щілин і інших форм, призначення яких дуже різноманітно: відведення води, регулювання повітряного, теплового і поживного режимів ґрунту й збереження його від водної ерозії. Так, нарізання гребенів і гряд (плуги, культиватори з підгортальниками й т.п.) сприяють відводу зайвої вологи, посиленню аерації й прискореному прогріванню ґрунту. Утворення лунок і мікролиманів сприяє затримці й усмоктуванню талих вод. Щільювання поперек схилу сприяє поглинанню дощових і весняних вод і запобігає розвитку водної ерозії. Для цих робіт використовують підгортальники, культиватори, спеціальні плуги й ін.

Збереження стерні на поверхні ґрунту відіграє вирішальну роль у попередженні й запобіганні вітрової ерозії ґрунтів, що особливо сильно виявляється на великих відкритих територіях від лісостепової зони до пустельних степів. Це досягається використанням знарядь із робочими органами, що рихлять, але не обертають ґрунт. Тільки при збереженні на поверхні поля не менш 300-350 штук стернин на 1 м^2 їх, ґрунтозахисна роль виявляється повноцінною.

Спеціальні заходи обробітку ґрунту.

Борознування — утворення борозен під час оранки плугами загального призначення зі знятими через один корпус полицями. Захід є протиерозійним, його називають **комбінованою оранкою**. Практикують утворення борозен під час зяблевої оранки за схемою напівпарового обробітку на простих схилах упоперек їх нахилу. Останню культивуацію проводять паровими культиваторами без борін, де замість стрілочастих лап установлюють через 0,5-1 м підгортальні корпуси, які утворюють розпушену борозну. Борозна затримує талі води й запобігає розвитку водної ерозії. Такі ж борозни за допомогою підгортальних лап утворюють у весняно-літній період на простих схилах проти водної ерозії від зливових дощів.

На схилах складної експозиції, ефективнішим є перехресне борознування з утворенням борозен на поверхні поля за допомогою культиватора з підгортальними корпусами; перший прохід роблять уздовж, а другий — уперек схилу. Застосовують також *переривчасте борознування* — на поверхні ґрунту утворюють коритоподібні заглиблення місткістю 70—80 л кожне й до 4 тис. шт. на 1 га загальним об'ємом 300 м³ для затримання талих вод. Виконують його з осені на ріллі і під час міжрядного обробітку просапних культур.

Валкування — агротехнічний захід обробітку на однополюгих схилах, за допомогою якого створюються тимчасові земляні валики до 15—25 см заввишки для затримання талих вод і снігу. Валики утворюють оранкою звичайними плугами з однією видовженою полицею. При оранці плугом скиба від видовженої полиці накладається на попередню і на ріллі утворюються невеликі вали та борозни, в яких під час інтенсивного сніготанення або зливових дощів затримується вода. На складних схилах видовжена полиця плуга утворює вали, а валкоутворювач робить у борозні перемички, внаслідок чого на ріллі утворюються прямокутники, обнесені валами з чотирьох боків, що запобігає стіканню води й ерозії. На площі в 1 га може бути затримано 350 - 400 м³ води.

Гребенування — спеціальний захід обробітку ґрунтів із низькою водопроникністю й малим орним шаром. Виконують фрезерним гребенеутворювачем, який формує гребені висотою 15—18 см, шириною зверху 32-35 см і шириною міжрядь 70 см. Застосовують при вирощуванні овочевих культур для поліпшення повітряного, теплового (в гребенях дерново-підзолистого ґрунту підвищується температура в 10-сантиметровому шарі на 2-3°, І. Б. Ревут, 1972), поживного режимів на перезволожених землях і при зрошенні.

Грядкування — захід обробітку ґрунту, який забезпечує створення гряд на поверхні ґрунту. Гряда — це сформована поверхня 18-25 см заввишки, 85 - 90 см завширшки й базою між осями 140 см. Застосовують при вирощуванні ранніх просапних культур у районах надмірного зволоження. Гряди нарізають навесні перед садінням або восени. На перезволожених рівних полях без схилів гряди нарізають восени. Це прискорює стікання надлишкової води навесні, внаслідок чого орний шар поспіває швидше.

5.4. Класифікація способів механічного обробітку ґрунту

Спосіб механічного обробітку ґрунту - це характер і ступінь впливу робочими органами ґрунтообробних знарядь і машин на зміну профілю, генетичну й антропологічну різноякісність оброблюваного шару ґрунту у вертикальному напрямку. Розрізняють наступні способи: *безполицевий, полицевий, роторний, комбінований.*

Безполицевий — вплив робочими органами ґрунтообробних знарядь і машин на ґрунт без зміни розташування генетичних горизонтів і диференціації оброблюваного шару за родючістю у вертикальному напрямку з метою розпушування або ущільнення ґрунту, підрізання підземних і збереження надземних органів рослин на поверхні ґрунту. При цьому способі зберігається стерня зернових культур на поверхні ґрунту.

Полицевий — вплив робочими органами ґрунтообробних знарядь і машин на ґрунт із повним або частковим огортанням оброблюваного шару з метою зміни місця розташування різноякісних шарів або генетичних горизонтів ґрунту у вертикальному напрямку в сполученні з посиленням розпушування і перемішування ґрунту, підрізанням підземних і закладенням надземних органів рослин і добрив у ґрунт.

Роторний — вплив на ґрунт обертовими робочими органами ґрунтообробних знарядь і машин із метою усунення диференціації оброблюваного шару за будовою й родючістю активним кришенням і ретельним перемішуванням ґрунту, рослинних залишків і добрив з утворенням гомогенного (однорідного) шару ґрунту.

Комбіновані способи — сполучення обробітку за горизонтами й шарами ґрунту та за термінами здійснення безполицевого, полицевого і роторного способів обробітку.

5.5. Заходи механічного обробітку ґрунту

Однократний вплив на ґрунт різними ґрунтообробними знаряддями й машинами тим або іншим способом із метою здійснення однієї або декількох технологічних операцій на визначену глибину називають заходом механічного обробітку ґрунту.

У залежності від глибини обробітку ґрунту виділено 5 груп заходів: поверхневого (до 8 см), мілкого (8-16 см), звичайного (середнього 16-24 см), глибокого (понад 24 см) й надглибокого або плантажного (понад 40 см) обробітку ґрунту.

5.5.1. Заходи поверхневого обробітку ґрунту

За І.Є Овсінським (1909) з поверхні обробляти ґрунт можна не більше як на 5-7,5 см.

Заходи поверхневого обробітку ґрунту — механічний вплив ґрунтообробних знарядь і машин на поверхню ґрунту й шари, що залягають нижче (до 15 см). До них відносяться: прикочування (коткування), боронування, дискування, лущення стерні, культивування, шлейфування, лункування, підгортання, букетування, милування, комбінований агрегатний обробіток.

Коткування – обробіток ґрунту перед сівбою або слідом за висівом насіння сільськогосподарських культур для покращання водно-фізичних умов їх, зростання. Забезпечує кришення брил, грудок, ущільнення й вирівнювання поверхні ґрунту гладкими, кільчастими, ребристими й іншими котками (рис. 5.1, 5.2).

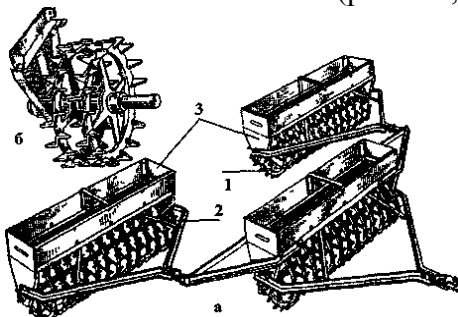


Рис. 5.1. Трьохсекційна ковзанка (котки) кільчаста ЗКК-6А (а) і її робочий орган (б):
1 - секція, 2 - рама, 3 - баластова шухляда

Виконують прикочування різними ковзанками на полях не пізніше ніж на 2-3 день після посіву культури і при небезпеці сильного висушування посівного шару або через його надмірну пухкість.

Коткування крім ущільнення ґрунту також частково рихлить його, дроблячи вологі великі грудки, вирівнює поверхню, поліпшує контакт насіння із ґрунтом і прискорює їхнє проростання. Останнє пояснюється й тим, що при ущільненні ґрунт швидше нагрівається і його температура підвищується на 1,5-2° С.

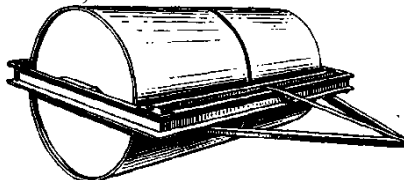


Рис. 5.2. Ковзанка (коток) водоналивна гладка КВГ-2,5

Боронування – один із заходів поверхневого обробітку ґрунту й догляду за сільськогосподарськими рослинами. Застосовується для збереження вологи в ґрунті, знищення ґрунтової кірки, сприяє кришенню, розпушуванню, перемішуванню й вирівнюванню поверхні ґрунту, ушкодженню й знищенню проростків і сходів бур'янів, поліпшує аерацію ґрунту. Операцію виконують різними боронами (сітчасті, зубові, голчасті, рис. 5.3). Боронування ґрунту застосовують у всіх системах обробітку.

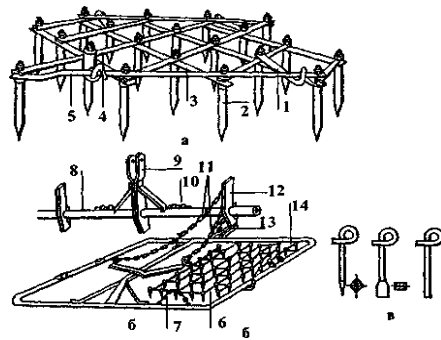


Рис. 5.3. Борони і їхні робочі органи:

а - зубова борона БЗТС-1; *б* - сітчаста борона БСО-4; *в* - зуби сітчастої борони; 1 - причіп; 2 - зуб; 3 і 4 - планки борони; 5 - поперечна смуга; 6 - сітчаста полотнина; 7 і 11 - причіп; 8 - брус навішення; 9 - стійка; 10 - палець; 12 - кронштейн; 13 - тяга; 14 - рама.

Першочерговим заходом на поораних полях є ранньовесняне боронування (закриття вологи, покривне боронування), а також поперечне боронування гарно перезимованих посівів озимих, яке виконують у період фізичної сплості ґрунту зубовими боронами з рамою твердої конструкції (БЗТС-1; БЗСС-1; БП-0,6). Важкі борони рихлять ґрунт до 7-10 см, а легкі - до 5-8 см. Спушуючи верхній 2-4 см шар ґрунту, що почав підсихати, створюють як би природний мульчувальний шар. Він прикриває нижче розташований і насичений капілярною вологою більш щільний шар. Унаслідок цього фізичне випаровування ґрунтової вологи скорочується в 3-5 разів. Достатня кількість вологи й підвищена температура проковує до масового проростання у верхньому шарі насіння бур'янів, які дуже повно знищуються наступними обробками. Суцільну культивуацію ведуть систематично й на парових полях, але в посушливих районах її сполучають із легким наступним прикочуванням (КПС-4, КПП-4). Найбільш часто для цих робіт використовують культиватори зі стрілочастими лапами.

Для міжрядної обробки використовують як звичайні культиватори (КРН-4,2; КРН-5,6), що комплектуються набором змінних робочих органів: стрілочасті лапи, однобічні полільні лапи, долотоподібні розпушувачі, підгортальники, прополювальні борінки і т.п., так і спеціальні культиватори для догляду за посівами цукрового буряка, овочевих (УСМК-5,4Б; КФ-5,4; КОР-4,2; КРН-1,4 і ін.).

У степових ерозійно-небезпечних районах для суцільної парової обробки або передпосівної підготовки ґрунту використовують штанговий культиватор (КШ-3,6), у якого робочим органом є чотиригранна горизонтально розташована й обертова в напрямку зворотному, напрямку руху знаряддя штанга, що виносить у такий спосіб із глибини 5-10 см на поверхню рослинні залишки. Застосовують і протиерозійний культиватор КПЕ-3,8А з подібним штанговим пристосуванням, а також різні плоскорізи (КПП-2,2; КПП-2-150; КППШ-9 і ін.), що зберігають до 80-95% стерні на поверхні ґрунту.

Для догляду за посівами просяпних культур (картопля, кукурудза, соняшник і ін.) у період до появи сходів із високим ефектом застосовують у фазу «білої ниточки» малолітніх бур'янів начіпні сітчасті борони (БСО-4; БС-2; БСН-4), глибину роботи яких можна регулювати в межах 3-8 см і які через незалежну підвіску кожного зуба чудово копіюють поверхню ґрунту.

При утворенні ґрунтової кірки до появи й у момент появи сходів застосування зубових і сітчастих борін дуже небезпечно для слабких проростків культури: при русі полем борони хоча й руйнують кірку, але вони ще й зміщують, обриваючи проросток або його кореневу систему. Незамінним знаряддям при догляді за посівами в такій ситуації є голчаста борона БГ-3 (рис. 5.4). При обертанні її голчасті диски вертикальними уколами руйнують ґрунтову кірку і не зміщують її, зовсім не ушкоджують сходи культур. Борона БГ-3 і її модифікації є ідеальним знаряддям для ранньовесняного боронування й передпосівної підготовки поля на фоні стерні в районах підданих вітровій ерозії.

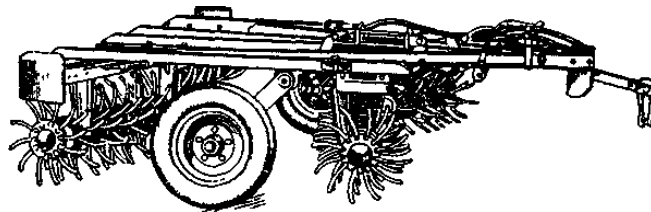


Рис. 5.4. Борона, голчаста БІГ-3

Дискування – обробіток ґрунту дисковими боронами з метою розпушення поверхневого шару та знищення бур'янів. Його проводять перед оранкою, або після, як захід із догляду за культурами. Дискування приводить до кришення, розпушування, часткового огортання й перемішування ґрунту, здрібнює бур'яни дисковими боронами з обертовими сферичними дисками (рис. 5.5).

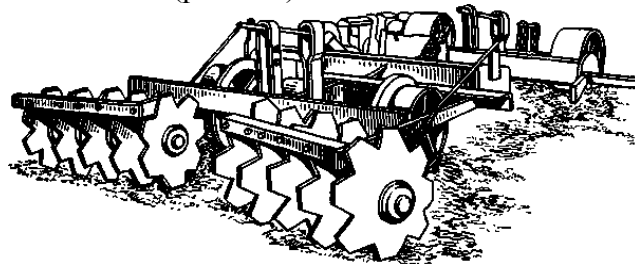


Рис. 5.5. Важка дискова борона з вирізними дисками

Дискування як захід виконує ті ж технологічні операції (кришення, розпушування, перемішування, часткове огортання, підрізування бур'янів), що й лушення після жнив дисковими знаряддями. Однак воно частіше застосовується на поораних полях для обробітку великих брил, закладення широких борозен, вирівнювання гребенів і мікролиманив і попередньо перед оранкою для розрізування й обробітку щільної дернини багаторічних сіяних і лугових трав (БДТ-3,3; БДНТ-3,5 і ін.), для здрібнювання перехресним дискуванням кореневищ пирію й органів вегетативного поновлення інших багатолітників (осот польовий, свинорий пальчастий і ін.).

Лушення стерні - захід обробітку ґрунту після збирання зернових культур, що забезпечує кришення, розпушування, часткове огортання й перемішування ґрунту, здрібнювання підземних і закладення надземних органів рослин, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин відвальними або дисковими лушцильниками (рис. 5.6).

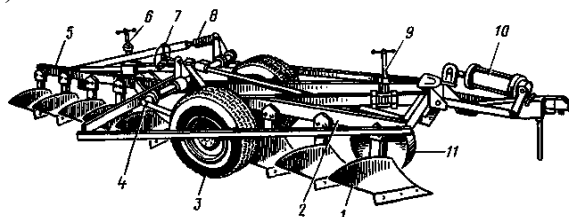


Рис. 5.6. Плуг-лушцильник ППЛ-10-25:

1 — корпус, 2,5 — відповідно передня й задня секції, 3, 11 — відповідно ходове й опорне колеса, 4 — вісь, 6,9 — механізми підйому коліс, 7 — штурвал, 8 — пружинний заглибник, 10 — гідро циліндр.

Лушцильник – сільськогосподарське знаряддя праці для обробітку ґрунту: лушення стерні, розробки пласта багаторічних трав, перелогів, а також для догляду за парами та подрібнення грудок після оранки. Є тракторні дискові лушцильники ЛІГ-5, ЛДГ-10 та лемішні (плуги-лушцильники ППЛ-10-25).

Лушення після жнив виконують на полях, що звільнилися з під зернових культур, які залишають на полі стерню, або після збирання інших однолітніх культур (просо, гречка, однолітні трави, кукурудза і т.п.). У стерні і збережених рослинних залишках живуть і продовжують розмножуватися шкідливі комахи й мікроорганізми, ростуть і плодоносять

пожнивні (щетинник сизий, куряче просо, лобода біла, щирія закинута і т.п.), а також багаторічні бур'яни, а сильно розпилений і ущільнений численними проходами ґрунтообробних і збиральних машин верхній шар ґрунту дуже інтенсивно утрачає вологу і пересихає. Лушення, проведене відразу після збирання культури на глибину 6-8 см, а в посушливих районах нерідко з прикочуванням в агрегаті, одночасно вирішує ряд найважливіших задач: підрізає бур'яни, позбавляє шкідливі організми свіжої органічної речовини як джерела їжі; зашпаровуючи насіння бур'янів у більш вологий шар ґрунту, провокують їх до проростання; розпушений верхній шар ґрунту як природна мульча різко скорочує фізичне випаровування вологи і дозволяє без погіршення якості провести наступну основну оранку на два-три тижні пізніше, уникаючи надмірної напруженості в польових роботах.

Лушення проводять дисковими лушильниками на глибину не більше 10-12 см (ЛДГ-5; ЛДГ-10 і ін.), застосовують і лемішні лушильники (ППЛ-5-25; ППЛ-10-25) на глибину 12-17 см, але іноді застосовують дискові борони. При запізненні лушення на 7-10 днів усі відзначені вище його переваги майже цілком утрачаються.

Культивація — це кришення, розпушування, перемішування ґрунту, підрізання підземних органів бур'янів. Виконується культиваторами з різними робочими органами (лапами) (рис. 5.7).

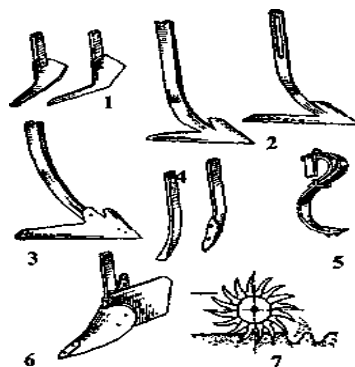


Рис. 5.7. Типи лап культиваторів:

- 1 – однобічні, ріжучі, плоскі; 2 – стрілочні, ріжучі, плоскі; 3 – стрілочна універсальна; 4 – розпушуюча долотоподібна; 5 – розпушуюча на пружинах; 6 – корпус підгортальника; 7 – голчастий диск.

Культиватор (від франц. cultivateur – обробіток) – сільськогосподарське знаряддя для обробітку ґрунту, знищення бур'янів, внесення у ґрунт добрив, проріджування сходів сільськогосподарських рослин у рядках, нарізування поливних борозен тощо. Культиватори бувають ручні, кінні, й тракторні, а також вогневі (пригнічують полум'ям газових пальників життєдіяльність бур'янів; марка КО-2,4). Культиватори також бувають рослинопідживлювачі (КРН-4,2), парові, протиерозійні та інші. Для розпушування ґрунту із залишенням стерні на поверхні в районах вітрової ерозії використовують культиватор-плоскоріз і штангові культиватори.

Культивація, призначена для суцільного на глибину 5-12 см або міжрядного до 16 см обробітку ґрунту, при якому відбувається кришення, розпушування, часткове перемішування ґрунту й підрізання бур'янів і насамперед паростків не пізніше фази 3-4 листів у розеток багаторічних бур'янів. Культивація необхідна для суцільного обробітку ґрунту безпосередньо перед сівбою культури, щоб створити вирівняне під розпушеним шаром «щільне ложе» для насіння культури. Розташовані на щільному ложі, насінини швидко набухають і дружно проростають, поглинаючи ґрунтову вологу, яка надходить знизу капілярами.

Чизелювання – захід мілкового, середнього, глибокого обробітку знаряддями типу культиваторів із рідкими розпушувальними вузькими долотоподібними лапами, розміщеними на міцній рамі на відстані 15-20 см одна від одної. Застосовують на важких

переуцільнених, перезволожених ґрунтах для відведення надлишкової води, аерації, поліпшення теплового режиму, біологічної активності ґрунту.

Фрезування – захід обробки ґрунту, який забезпечує посилене перемішування й кришіння оброблюваного шару. Його застосовують при обробці задернованих і торфових ґрунтів для прискорення їх мінералізації. Фреза являє собою барабан, до якого прикріплені лапи у формі ножів або доліт. Швидкість руху барабана, який має привід від двигуна трактора, становить близько 200 об./хв. Він обертається у напрямку зворотному до руху агрегату, лапи врізаються у ґрунт або дернину і невеликими шматками відрізають і відкидають назад, де вони з великою швидкістю вдаряються у спеціальну решітку й розкришуються. Фрези застосовують також для корінного покращення кормових угідь і пасовищ.

Шлейфування (від нім. schleifen - волочіння) - захід ранньовесняного обробки зябу, для вирівнювання й поверхневого на 3-5 см розпушування ґрунту. Його застосовують для зменшення випаровування вологи з ґрунту та забезпечення дружних сходів культур, на ґрунтах легкого механічного складу раніше ранньовесняного боронування на одну-дві доби. На важких ґрунтах може утворитися ґрунтова кірка внаслідок «замазування» ще перезволоженого ґрунту. Виконують шлейфування волокушею, але частіше шлейф-бороною (ЩБ-2,5), що має на передньому брусі ряд зубів із регульованим кутом їхнього нахилу. Виконують знаряддями, що представляють кілька рядів брусів, з'єднаних ланцюжками (волокуші), із зубами на передньому брусі або із зубами й ножем-шкребок із регулятором нахилу (рис. 5.8).

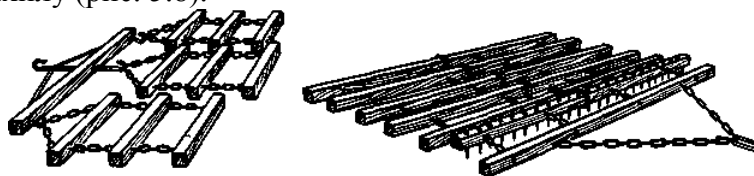


Рис. 5.8. Шлейфи: а — волокуша, б — цвяховий

Лункування — агротехнічний захід утворення замкнених заглиблень ґрунту на схилах крутизною до 5° для зменшення поверхневого стоку дощових і талих вод та запобігання водній ерозії ґрунту. Проводять дисковими лункоутворювачами одночасно з оранкою на зяб або після неї. Лункування ґрунту накопичує 250-300 м³ води на 1 га, підвищує врожайність зернових на 2,5-3 ц/га. Лункоутворювач – пристрій до дискових лушпильників для лункування ґрунту. Найпоширеніший лункоутворювач, дисковий причіпний (до трактора Т-74) гідрофікований ЛОД-10. Продуктивність 7,5 га/год.

Підгортання рослин — агротехнічний захід обробки просапних культур; розпушування верхнього шару ґрунту в міжряддях, різновид міжрядної обробки з привалюванням ґрунту до основи стебел просапних культур робочими органами культиваторів-підгортальників. Проводять для поліпшення аерації й прогрівання ґрунту, посилення живлення рослин, а для кукурудзи – підвищення стійкості проти вилягання.

Букетування – агротехнічний захід обробки, що забезпечує проріджування сходів просапних (буряка) із заданими розмірами вирізів і букетів, кришення, розпушування ґрунту й підрізання підземних органів рослин у вирізах. Виконується культиваторами з плоскоріжучими, спеціально розставленими лапами поперек рядків.

Комбінований агрегатний обробок — комплекс заходів, що забезпечує сполучення декількох технологічних операцій: обробки ґрунту (кришення, розпушування, вирівнювання, ущільнення), закладення в ґрунт насіння й добрив ґрунтообробними, посівними агрегатами типу РВК-3,6, КА-3,6, стерньовими сівалками типу СЗС-2,1, а також культиваторами рослинопідживлювачами для міжрядного обробки ґрунту в посівах просапних культур із внесенням добрив (рис. 5.9).

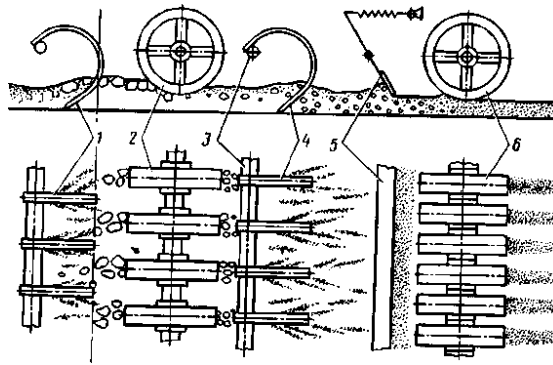


Рис. 5.9. Комбінований агрегат РВК-3,6:
 1 - пружинні лапи; 2 — розріджена ковзанка; 3 — брус кріплення лап;
 5 — пристрій, що вирівнює; 6 — ковзанка

Милування — вирівнювання поверхні ґрунту з одночасним розпушуванням верхнього й ущільненням нижче лежачого шару, видаленням слабо укорінених бур'янів. Виконується милою (окута залізом дошка або дерев'яний брус шириною близько 20 см і товщиною близько 10 см, прикріплений двома тяжами до трактора) при підготовці ґрунту для сівби рису.

5.5.2. Заходи середнього обробітку ґрунту

Заходи звичайного (середнього) обробітку ґрунту — вплив ґрунтообробних знарядь і машин на ґрунт визначеним способом у межах старокиївського або ново оброблюваного шару на глибину 16—25 см.

Оранка — захід полицевого обробітку, що забезпечує огортання, кришення, розпушування, часткове перемішування ґрунту, підрізання підземних і закладення надземних органів рослин, добрив, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин робочими органами полицевих і дискових плугів. Оранка поліпшує фізичні властивості ґрунту, його водний, тепловий і повітряний режими, знищує бур'яни і післяжнивні рештки, переміщує у верхні горизонти колоїдні частки ґрунту, вимиті опадами в нижчі шари. Оранка виконується плугами з відвалами різної конструкції, що визначає відмінність за складом вироблених технологічних операцій і якістю їхнього виконання.

Плуг — сільськогосподарське знаряддя для основного обробітку ґрунту (оранка). Плуги поділяються на кінні й тракторні (навісні й причіпні: загальні (польові) й спеціального призначення (садові, лісові, плантажні та ін.); лемішні й дискові. Лемішні плуги бувають одно-, дво-, і багатокорпусні. Корпус складається з лемеша, полиці, польової дошки й стояка. У польових плугів перед кожним корпусом встановлюють передплужник, а перед останнім корпусом — ще й дисковий ніж (рис. 5.10). Іноді для розпушування підорного шару ззаду основного корпусу встановлюють ґрунтопоглиблювач. Існують також безполицеві плуги.

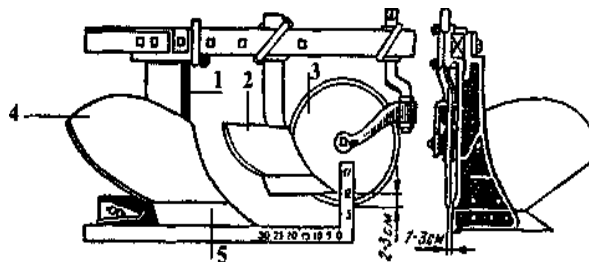


Рис. 5.10. Установка передплужника і дискового ножа:
 1 - стійка корпусу; 2 - передплужник; 3 - дисковий ніж; 4 - полиця; 5 — леміш

Плуги з гвинтовими відвалами добре обертають шар ґрунту, але погано його кришать, навпроти, плуги з циліндричною поверхнею відвалу добре кришать шар ґрунту, але погано його обертають.

Для оранки використовують різні полицеві плуги (ПЛН-5-35, ПТК-9-35, ПВН-3-35). При користуванні оборотними плугами поле не розбивають на загони і на ньому не утворюються ні розвалені борозни ні звалені гребені, а таку оранку називають гладкою.

Безполицеве розпушування забезпечує кришення, розпушування ґрунту без огортання звичайними плугами зі знятими полицями, плугами без полиць, чизельними плугами, чизель-культиваторами й важкими протиерозійними культиваторами з долотоподібними лапами.

5.5.3. Заходи глибокого обробітку ґрунту

Заходи глибокого обробітку — це періодичний вплив ґрунтообробних знарядь і машин на ґрунт визначеним способом із метою збільшення потужності оброблюваного шару без істотної зміни генетичного горизонту на глибину 25—35 см (рис. 5.11).

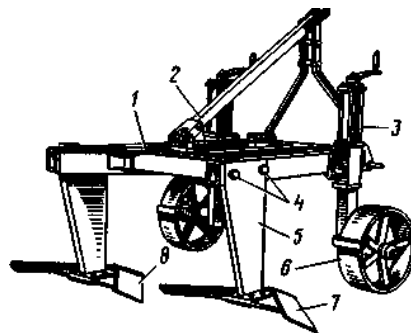


Рис. 5.11. Культиватор-плоскоріз глибокорозпушувач КПП-250:

1 — рама, 2 — центральний розкіс, 3 — гвинтовий механізм, 4 — болти кріплення стійок, 5 — стійка, 6 — опорне колесо, 7 — леміш, 8 — долото

Оранка з приорюванням нижче-лежачого шару ґрунту — захід полицевого обробітку ґрунту, що забезпечує огортання кришення, розпушування ґрунту, підрізання підземних і закладення в ґрунт надземних органів рослин, добрив, насіння бур'янів, зачатків хвороб і шкідників культурних рослин звичайними плугами з передплужниками на глибину 25—30 см.

Полицевий обробіток на глибину 30-35 см найчастіше застосовують на темно-каштанових ґрунтах, які мають ущільнений підорний шар, а також на чорноземах звичайних та типових під цукрові буряки, кукурудзу, чистий пар.

Безполицевий обробіток плугами Т. С. Мальцева (безполицеве розпушування) — забезпечує кришення, розпушування ґрунту без огортання, підрізання підземних органів рослин спеціальними корпусами без полиць на глибину 30—35 см і більше. Застосовують для обробітку кіркових і неглибоких солонцюватих ґрунтів, де солонцевий шар залягає близько до поверхні (з внесенням під розпушування половину норми гіпсу), а також для поглиблення орного шару лісових ґрунтів під цукрові й кормові буряки, картоплю, кукурудзу 1-2 рази за ротацию сівозміни, а також на схилах сірих лісових ґрунтів.

Обробіток плоскорізом — захід безполицевого обробітку ґрунту, що забезпечує кришення, розпушування ґрунту й підрізання підземних органів рослин на глибину 27—30 см глибоким плоскорізом-розпушувачем із збереженням на поверхні ґрунту до 90% стерні.

Щілювання ґрунту — спосіб обробітку ґрунту, що забезпечує зростання водопоглинення ґрунту й підвищення врожайності сільськогосподарських культур;

прорізування вузьких щілин на рівнинних землях і схилах щілювачем. Щілиноріз – машина для щілювання ґрунту. Розрізняють щілиноріз-кротувач навісний ЩН-2-140, щілиноріз-сівалку ЩСГ-1, розпушувач-щілиноріз РЩР-2-120.

Кротування — заходи безполицевого обробітку ґрунту, що забезпечують утворення спеціальними знаряддями щілин, отворів (кротовин) у ґрунті на глибині 30 см і більше для регулювання водного й повітряного режимів перезволоженого ґрунту (рис. 5.12А).

Оранка плугами із заглибленням — захід комбінованого обробітку ґрунту, що виконує ті ж технологічні операції, що й звичайна оранка, але з додатковим безполицевим розпушуванням шару, що залягає нижче ґрунту ґрунтопоглиблювачем стрілчастими лапами на глибину 30—35 см (оранка 20 см + розпушування 10—15 см, рис. 5.12 Б).

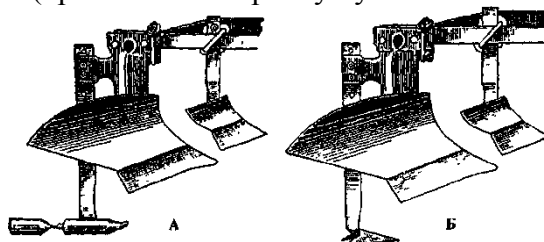


Рис. 5.12. Плуг, обладнаний кротовиною (А) і ґрунтопоглиблювачем (Б)

Застосовують для поглиблення й окультурення орного шару на чорноземах з малопотужним гумусовим шаром, на середньо- та сильно змитих ґрунтах, а також на середніх і глибоких солонцюватих ґрунтах.

Оранка плугами з вирізними корпусами — захід комбінованого обробітку, що забезпечує огортання, кришення, розпушування старокиївського шару ґрунту, закладення в ґрунт рослинних залишків полицею плуга, а також суцільне безполицеве розпушування шару, що залягає нижче ґрунту, із переміщенням його через виріз між лемешем і полицею із підрізанням коренів рослин на глибині 30—35 см.

Застосовують для оранки окультурених солонцюватих ґрунтів.

Комбінований агрегатний обробіток — захід глибокого обробітку, що забезпечує сполучення пошарового обробітку ґрунту з різними способами закладення добрив у горизонтах. Здійснюється спеціальними пристосуваннями до плугів із ґрунтопоглиблювачами, вирізними корпусами й іншими знаряддями аналогічних конструкцій.

Східчаста різноглибинна оранка — захід полицевого обробітку поперек схилу плугами, у яких парні корпуси орють на звичайну глибину, а непарні глибше на 10—15 см для затримки води на схилах.

5.5.4. Заходи надглибокого обробітку ґрунту

Заходи надглибокого обробітку (плантаж) — це періодичний вплив на ґрунт спеціальними ґрунтообробними знаряддями й машинами з метою корінної зміни генетичного горизонту ґрунту з взаємним переміщенням шарів і горизонтів у вертикальному напрямку на глибину більше 35 см.

Плантаж (франц. plantage, від лат. planto – висаджую) – глибока плантажна оранка (50-100 см) застосовується для обробітку ґрунту під виноградники, плодові сади, деревні розсадники. Плантаж поєднують з удобренням, вапнуванням і гіпсуванням ґрунтів восени плантажним плугом.

Плантажний плуг – тракторне знаряддя для підготовки плантажу. Застосовують плуги ППН-50 – для передпосадкового обробітку ґрунту під виноградники, садові та лісові насадження й ППУ-50А – для глибокої оранки важких кам'янистих ґрунтів під виноградники і лісові насадження.

Одноярусну плантажну оранку практикують на Поліссі для підняття на поверхню

піску суглинкового шару (40-55 см) з одночасним пріорюванням люпину або іншої культури на зелене добриво.

Плантажна двошарова оранка — захід полицевого обробітку, що забезпечує кришення, розпушування, взаємне переміщення верхньої й нижньої частин оброблюваного шару ґрунту, підрізання підземних і закладення в ґрунт надземних органів рослин, насіння бур'янів, збудників хвороб і шкідників культурних рослин плантажними плугами з установкою робочих корпусів на двох рівнях на глибину 40 см і більше.

Застосовують для періодичного поглиблення орного шару чорноземних ґрунтів із глибоким гумусовим шаром.

Плантажна тришарова оранка — захід полицевого обробітку ґрунту, що забезпечує кришення, розпушування й взаємне переміщення у вертикальному напрямку трьох різноякісних частин оброблюваного шару плугами різних конструкцій на глибину 50—75 см.

Застосовують на солонцюватих каштанових ґрунтах для ліквідації негативної дії натрію з попереднім внесенням гіпсу та розпушування ущільненого ілювіального шару.

5.5.5. Оранка – захід обробітку ґрунту загального призначення

Основним заходом обробітку ґрунту є оранка. У результаті основного обробітку ґрунту відбуваються наступні процеси: 1) змінюється будова, а іноді й генетичний горизонт оброблюваного шару ґрунту з метою створення умов для оптимального сполучення водного, повітряного й теплового режимів; 2) підсилюється кругообіг поживних речовин за рахунок активізації мікробіологічних процесів, мінералізації органічних речовин і залучення в кругообіг поживних речовин із більш глибоких шарів ґрунту; 3) знищується механічним шляхом бур'яниста рослинність і створюються сприятливі умови для очищення ґрунту від джерел розмноження бур'янів, хвороб і шкідників культурних рослин; 4) у ґрунт зашпаровуються рослинні залишки або, при необхідності, зберігається стерня на поверхні; 5) попереджається виникнення водної й вітрової ерозії ґрунту; 6) зашпаровуються в ґрунт органічні й мінеральні добрива, ґрунтові гербіциди й структуроутворювачі; 7) підвищується ефективність вологозарядкових поливів; 8) створюються умови для проведення наступних робіт із підготовки ґрунту і раціонального використанню машинно-тракторного парку.

5.5.5.1. Форми плугів і їх призначення

Оранку проводять плугами з різною формою полиці (циліндричною, культурною, напівгвинтовою, гвинтовою і комбінованою). Технологічні операції і якість оранки багато в чому залежать від форми полиці.

Плуг із циліндричною полицею добре кришить ґрунт, але не обертає його цілком. Технологія впливу на ґрунт полягає в тому, що підтятий шар, піднімаючись циліндричною поверхнею полиці, добре кришиться й падає на дно борозни. Плуги з такою формою полиці застосовують на окультурених, не задернованих і легких ґрунтах.

Плуг із гвинтовою полицею робить повний оберт шару, але слабо кришить його. Ці плуги, призначені для обробітку зв'язаних сильно задернованих ґрунтів (цілина, поклад, луг, пасовища). Застосовують їх обов'язково з дисковими ножами.

Плуги з напівгвинтовою й культурною полицею займають проміжні положення, **а комбіновані** — між культурними й напівгвинтовими полицями. **Напівгвинтові полиці** краще обертають, але гірше рихлять пласт. Їх установлюють на чагарниково-болотних плугах для обробітку осушених торф'яних і болотних мінеральних ґрунтів, а також на посиленних плугах загального призначення для обробітку задернованих староорних ґрунтів.

Плуги з культурною формою полиці й передплужниками забезпечують гарне огортання, розпушування й кришення ґрунту. **Чим більша крутість полиці й кут атаки лемеша, тим сильніше кришиться й пушиться ґрунт. Максимальне кришення ґрунту досягається при використанні циліндричних полиць.**

У нашій країні випускають, в основному, плуги з культурною формою полиці з передплужниками, а оранку, проведену такими плугами, називають **культурною**. Передплужники встановлюють перед кожним основним корпусом плуга і при оранці вони зрізують шар ґрунту 8—12 см із поживними залишками, насінням бур'янів, шкідниками й збудниками хвороб рослин. Ширина передплужника дорівнює $\frac{2}{3}$ захоплення основного корпусу, що забезпечує краще укладання верхнього шару ґрунту на дно борозни. Передплужник, крім закладення верхньої частини орного шару й стерні, скидає на дно борозни розпилений, що втратив структуру ґрунт. Однак така конструкція передплужника не дає при оранці повного переміщення униз верхньої частини орного шару через малу ширину захоплення, укороченого лемеша й полиці в порівнянні з основним корпусом плуга й тому не забезпечує високоякісної обробітку ґрунту при роботі, особливо на підвищених швидкостях.

У зв'язку з цим П. В. Шалінім запропонований передплужник із шириною захоплення, рівній ширині основного корпусу. Крім того, К. С. Хвиля запропонував дисковий передплужник, що особливо ефективний на дерново-підзолистих ґрунтах і чорноземах. Він цілком зашпаровує стерню висотою до 30—40 см, без забивання рослинними залишками й ґрунтом корпусу при одночасному зниженні на 10—14 % загального тягового опору плуга й гарному кришенні ґрунту. Однак дискові передплужники не одержали широкого поширення через конструктивні недоліки.

Після оранки плугом із передплужником ґрунт стає, пухким, вирівняним, без брил у порівнянні з оранкою плугом без передплужників. Орють плугом із передплужником тільки при глибині орного шару не менше 20 см.

Оранку плантажним плугом проводять під плодові й деревні насадження, виноградники на глибину 50—75 см при ширині захоплення кожного корпусу 50—60 см.

На дерново-підзолистих, сірих лісових, чорноземних і солонцевих ґрунтах при створенні потужного окультуреного орного шару нерідко застосовують двошаровий і тришаровий обробіток спеціальними двох-, триярусними плугами (автори В. П. Мосолов, Т. Г. Ботів, М. І. Дальський, Г. І. Чікалікі, І. В. Утей).

Дискові плуги з вирізними робочими органами не забезпечують повного огортання оброблюваного шару й закладення поживних залишків. Використовують їх для оранки кам'янистих ґрунтів, обробітку ґрунту після розкорчування дерев, коли корені, що знаходяться в орному шарі, перешкоджають обробітку, не дають можливості застосовувати полицеві плуги. Дискові плуги можна також використовувати для основного обробітку піщаних ґрунтів. Вони непридатні для обробітку дернових і щільних ґрунтів, де потрібно огортання верхнього шару.

Безполицеве розпушування проводять безполицевими плугами, плоскорізами, чизелями, фрезами. **Безполицеве розпушування** як захід основного обробітку ґрунту широко використовують не тільки в посушливих районах, але й у районах із достатнім зволоженням у сполученні із заходами полицевого обробітку із застосуванням гербіцидів. Ефективною є, заміна весняної оранки безполицевим розпушуванням у чистих і зайнятих парах, а також при обробітку просапних культур. Безполицеве розпушування за допомогою плоскорізів, незважаючи на позитивні сторони, має і ряд недоліків: труднощі закладення в ґрунт органічних добрив, слабе кришення оброблюваного шару ґрунту і недостатньо ефективне контролювання бур'янів, хвороб і шкідників сільськогосподарських культур (Т. С. Мальцев, 1955, О. І. Бараєв, 1960).

5.5.5.2. Техніка проведення оранки

У землеробстві застосовують 3 варіанти техніки оранки: загінну, беззагінно-кругову й гладку.

Загінна оранка — основний варіант полицевого обробітку ґрунту, де кожне поле попередньо розбивають на непарну кількість загонів, ширина яких залежить від довжини (чим довше поле, тим ширший загін, 40-140 м), потужності трактора й подвійної ширини захоплення плуга (рис. 5.13).

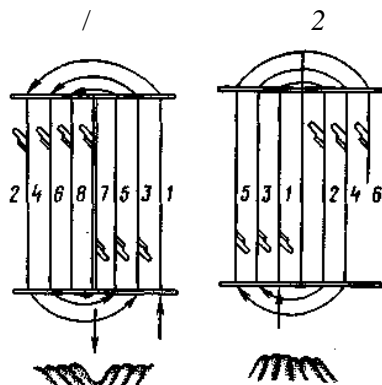


Рис. 5.13. Схема загінної оранки: 1 — у розгін (гладка); 2 — у склад (звальна)

При збільшенні довжини загону менше затрачається часу на холості проходи агрегату на поворотах, але ускладнюється його обслуговування.

Поле на загонах розбивають так, щоб основні загонали були правильної геометричної форми (прямокутник, трапеція), а площі клинів і смуг для наступної оранки зводять до мінімуму. На лінії першого робочого ходу агрегату розставляють вішки.

При **варіанті оранки петлями** вішки встановлюють на середині кожного загону для оранки у звалення, тобто перші вішки від краю поля на відстані, рівній сумі ширини загону, а наступні — від установлених вішок на відстані, рівній подвоєній ширині загону. При **варіанті оранки без петель** перші вішки розставляють від краю поля на відстані 3/4 ширини загону, а наступні — від установлених вішок на відстані, рівній ширині загону. На кінцях загонів відбивають поворотні смуги для розвороту трактора з плугом. Ширина поворотних смуг залежить від способів агрегування, розмірів агрегатів і техніки оранки. Для тракторів МТЗ-80 і МТЗ-82 вона складає 10—12 м, а для трактора К-701 із напівначіпним плугом — 25—30 м. При безпетельному варіанті оранки ширина поворотної смуги зменшується на 20—25 %.

Контрольну лінію роблять плугом, відрегульованим на глибину оранки 20—22 см. При оранці загонів необхідно плуг заглибити на поворотній смузі під час перетинання контрольної лінії передплужником першого корпусу, а виймають плуг із ґрунту — наприкінці робочого ходу плуга при проходженні останнім корпусом контрольної лінії.

На полях, розміщених на схилах загонали варто нарізати поперек схилу. При складній конфігурації ділянок орати необхідно так, щоб на більшій їхній частині прохід агрегату був поперек схилів.

Щоб не допустити збільшення розмірів гребенів і борозен, оранку ґрунту в загонах чергують: один рік у склад, а іншого — у розгін. На прямолінійних полях, що не мають схилів, кожну наступну оранку доцільно проводити поперек напрямку попередньої. Це вирівнює мікрорельєф поля й зменшує утворення мікролиманів на ґрунті й поліпшує умови для росту й розвитку рослин. Необхідно забезпечити закладення рознімних борозен після оранки всіх загонів. Рознімні борозни добре вирівнюють плугами після оранки, коли перший корпус, повинний орати на повну глибину, а задній лише торкатися лемешем поверхні ґрунту.

Коли оранку починають із правої сторони загону, а наприкінці його плуг (після вимикання) повертають ліворуч, щоб зорати ґрунт з іншої сторони загону, це називають

оранкою у **розгін**. У цьому випадку в середині загону утворюється розвалена борозна.

Якщо ґрунт починають орати із середини загону, то це оранка у **склад**. При цьому в середині загону утворюється складена борозна, а на краях — розгінні борозни. Найбільш поширені безпетлясті варіанти оранки: комбінований і двохзагінний, а також петлясті з чергуванням загонів у розгін і у склад.

При **безпетельному комбінованому** варіанті оранки перший робочий хід проводять на відстані, рівній $3/4$ ширини загону від лівого краю поля. Спочатку загін орють у розгін доти, поки можливі безпетельні повороти, тобто коли ширина незораної смуги буде дорівнювати сумі двох радіусів повороту ($2R$). Потім залишену смугу разом із крайньою правою доорюють у склад.

При **безпетельному двох-загінному** варіанті оранки спочатку орють перший загін у розвал доти, поки ширина незораної смуги буде складати біля двох радіусів ($2R$), тобто поки не будуть потрібні повороти агрегату у вигляді петлі. Потім проводять оранку другого загону, розташованого поруч. У завершення смуги, що залишилися, на обох загонах доорюють спільно у звал.

Варіант оранки петлями доцільний при довжині поля більшій 500—600 м. Якщо число загонів непарне, перший загін орють у склад. Потім також у склад прокладають першу борозну третього загону на відстані подвоєної ширини загону від першого складеного гребеня. Другий загін орють у розгін. Таким чином, при непарній кількості загонів послідовність обробітки буде 1, 3, 2, 5, 7, 6 і т.д., а при парному — 2, 1, 4, 3, 6, 5 і т.д.

При чергуванні загонів у склад і у розгін розгінних борозен буває майже в 2 рази менше, ніж при безпетельному варіанті оранки.

Іноді застосовують **беззагінно-круговий** варіант оранки. Він включає обробіток середньої частини поля у склад доти, поки відстань від поораної смуги до всіх чотирьох країв поля не стане однаковою. На частині поля, що залишилася, агрегат працює по черзі на всіх чотирьох сторонах, відвалюючи шар убік поораної смуги. На кутах загону щоразу плуг піднімають у транспортне положення, і агрегат розвертають уліво за траєкторією закритої петлі на 270° . При оранці немає розгінних борозен, але односторонні повороти трактора знижують експлуатаційні показники й застосування її обмежене.

Гладенька оранка — різновид **полицевої оранки без звальних гребенів та розгінних борозен**. Виконують її оборотними плугами ПОН-30, ПОН-2-30, або балансирними. Застосовується в гірських районах і на зрошуваних землях. Після гладкої оранки на поверхні ріллі не утворюються гребені і борозни, що сприятливо впливає на розподіл води при поливах. Однак вітчизняні енергонасичені трактори типу К-701, Т-150, Т-150К, ДТ-75С не пристосовані для роботи з оборотними плугами. Вони не мають необхідної оглядовості й їх варто обладнати спеціальною системою стеження. Підвищена металоемність плугів для гладкої оранки, необхідність створення системи стеження, різко підвищують вартість такої оранки.

Контурна оранка застосовується на складних схилах, де траса трактора з плугом пролягає лініями близькими до горизонталей місцевості. Застосовують для боротьби з водною ерозією за контурно-меліоративної організації території. При такій оранці скиба завжди відкидається вгору схилу, а схил орють зверху донизу балансирними або оборотними плугами або звичайними плугами в один бік.

Гребениста оранка — полицева оранка плугом з однією або двома подовженими полицями з утворенням одного або двох гребенів на поверхні ріллі. Застосовують на схилах для затримки талих вод. Проводять її впоперек схилу.

Ступінчаста оранка виконується звичайними плугами, в яких через один корпус устанавлюють корпус з видовженим стояком, щоб обробляти ґрунт на більшу глибину. Ступінчасте дно ріллі зменшує внутрішньо-ґрунтовий стік води. Застосовують її лише на схилах.

Ярусна оранка — полицева оранка, при якій окремі ґрунтові шари міняються місцями. Вона може бути двоярусною й трьохярусною і застосовується для поглиблення орного

шару та глибшого загорання решток культур, органічного добрива або засміченого верхнього шару ґрунту.

Меліоративна оранка – глибока оранка спеціальними плугами для поліпшення фізико-хімічних властивостей ґрунту. Здійснюють оранку плантажними плугами переважно на солонцях для їх розсолення.

5.5.5.3. Швидкісний обробіток ґрунту

Збільшення швидкості на усіх видах польових робіт, особливо при обробітку ґрунту, приводить до зростання продуктивності праці й зменшення потреби в машинах і знаряддях. Якість кришення ґрунту поліпшується при підвищеній вологості і при її недоліку, тому що з підвищенням швидкості обробітку показник оптимальної вологості ґрунту для високоякісного обробітку зростає. Чим вища швидкість обробітку ґрунту, тим при більшій вологості можна його обробляти, а отже, раніше починати польові роботи навесні і при випаданні опадів у літньо-осінній період.

Швидкісний обробіток сприяє збереженню вологи в ґрунті й створенню більш сприятливих умов для росту сільськогосподарських культур.

Обробіток ґрунту на підвищених швидкостях знижує питомий опір і стискальні зусилля при його проведенні. Збільшення швидкості ефективно при проведенні оранки, суцільній культивуванні, луценні, боронуванні й прикочуванні. Ефективність швидкісного обробітку ґрунту зростає на більш рівних полях і довгих гонах. Ефективність швидкісної культивуванні й боронування зростає при оранці без гребенів і борозен, із гарним кришенням. Швидкість на різних польових роботах різна. Вона визначається агротехнічними вимогами при виконанні технологічних операцій обробітку культур з урахуванням зональних особливостей.

За даними досліджень Пермського СХІ на дерново-підзолистих суглинкових окультурених ґрунтах при збільшенні швидкості руху орного агрегату з 5—6 до 9—10 км/год не знижувалася кількість структурних агрегатів (0,25-7 мм) і не спостерігалася небезпечного розпилення ґрунту. Одночасно кількість брил на поверхні поля зменшилася в середньому за 3 роки в 1,6 рази, а кількість гребенів на ріллі - на 21,5 %, зменшилася твердість ґрунту, підвищилася загальна й некапілярна пористість. При збільшенні швидкості руху орного агрегату з 5,4 до 12,3 км/год продуктивність зростає на 37 %.

Збільшення швидкості руху ґрунтообробних агрегатів економічно й агротехнічно доцільно не тільки при оранці, але й при культивуванні, луценні, коткуванні, боронуванні.

5.6. Системи обробітку ґрунту

Сукупність заходів основного, передпосівного й після посівного обробітку ґрунту, який виконується у визначеній взаємозалежній послідовності, що впливає з основних задач, обумовлених біологією вирощуваних культур, їхнім місцем у сівозміні й зональними ґрунтово-кліматичними особливостями, називають системою механічного обробітку ґрунту.

В основу класифікації систем обробітку ґрунту покладені біологічні й агротехнічні особливості вирощуваних культур, розходження в попередниках, зональні ґрунтово-кліматичні умови й обумовлені перерахованими вище ознаками способи й заходи основного, передпосівного й післяпосівного обробітку ґрунту.

У залежності від біологічних і агротехнічних особливостей вирощуваних культур виділені наступні системи обробітку ґрунту: 1) під ярі культури — ярі не просапні культури; просапні; 2) під озимі культури; 3) під проміжні культури.

Система обробітку ґрунту під основні групи сільськогосподарських культур поділена в залежності від наступних попередників: 1) ярі й озимі не просапні; 2) багаторічні трави; 3) просапні; 4) чисті й кулісні пари; 5) зайняті й сидеральні пари 6) система нульового обробітку ґрунту.

Обробіток ґрунту під проміжні культури підрозділяють у залежності від наступних попередників: 1) озимі й однолітні трави на зелений корм; 2) багаторічні трави; 3) озимі й ранні ярі зернові; 4) просапні ранні культури.

Подальша диференціація систем обробітку ґрунту обумовлена матеріально-технічними умовами господарства й особливостями ґрунтово-кліматичних зон країни.

У нашій країні умови ведення землеробства істотно відрізняються за ґрунтово-кліматичними зонами.

1. Дерново-підзолисті ґрунти Полісся, із коротшим вегетаційним періодом, достатнім зволоженням, але часто з недоліком тепла й проявом водної ерозії.

2. Лісостепова й степова зони з добре розвиненими ґрунтами в умовах порівняно довгого вегетаційного періоду, але недостатнього зволоження, прояву водної й вітрової ерозії ґрунту.

3. Основні зони зрошуваного землеробства із засоленими ґрунтами в умовах тривалого вегетаційного періоду, посушливого клімату і систематичного зрошення.

4. В останні роки у багатьох країнах світу й Україні стали застосовувати “*систему нульового обробітку ґрунту*”, яка полягає у контролюванні бур’янів тільки хімічними заходами, а обробітку ґрунту не проводять. Сівбу проводять спеціальними сівалками на непідготовлених за сучасними технологіями ґрунтах.

Розглянемо найбільш істотні системи обробітку ґрунту, обумовлені вимогами вирощуваних культур, особливостями ґрунтово-кліматичних умов, системами сівозмін і іншими факторами.

5.6.1. Системи обробітку ґрунту під ярі культури

Системи обробітку ґрунту під ярі культури включають зяблевий (основний), весняний допосівний і післяпосівний обробіток.

5.6.1.1. Системи основного обробітку ґрунту під ярі культури

Основний обробіток під ярі культури проводять восени або навесні. Вибір термінів обробітку ґрунту визначається необхідністю регулювання водного режиму, засміченістю поля, наявністю шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських рослин. Осінні терміни обробітку, як правило, є оптимальними для виконання усіх вимог, пропонує до обробітку ґрунту.

За терміном проведення обробітку виділяють зяб ранній і пізній.

Зяб ранній – поле, на якому основний обробіток проведено у літні місяці, **зяб пізній** – основний обробіток проведено наприкінці осені.

У залежності від ґрунтово-кліматичних та господарських умов розрізняють **звичайний** та **полішений** зяблевий обробіток ґрунту.

Звичайний зяблевий обробіток – обмежується лише одним основним обробітком або системою, що включає лущення й основний обробіток ґрунту на задану глибину. Перший варіант застосовують після культур пізнього терміну збирання на полях без рослинних решток, другий – після культур раннього терміну збирання, та культур із великою кількістю надземних решток.

Полішений зяблевий обробіток – обробіток ґрунту після культур раннього терміну збирання, який включає, крім лущення та основного обробітку, додаткові заходи

механічного догляду за посівним шаром із метою провокації проростання й подальшого знищення бур'янів. Розрізняють два варіанти: *напівпаровий* та *комбінований*.

Напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту включає лушення стерні, ранню оранку в агрегаті з котком або важкою бороною, одну-дві культивації ріллі для знищення бур'янів, передзимове розпушування або лункування для попередження водної ерозії.

Комбінований зяблевий обробіток ґрунту – система послідовних заходів: обробіток дисковими луцильниками на 6-8 см або важкими дисковими боронами, повторне лемішне лушення (або культиваторами-плоскорізами) на 10-12 см при відростанні розеток через 3-4 тижні, для контролювання коренепаросткових бур'янів – третє лемішне лушення на глибину 14-16 см, оранка у жовтні. Метод ефективний у посушливих районах. Іноді полицеву оранку замінюють глибоким плоскорізним розпушуванням, щоб не виносити на поверхню нових порцій насіння бур'янів.

У системі обробітку ґрунту сполучення способів і заходів може бути різним. Способи й заходи передпосівного обробітку ґрунту визначають обліком раніше проведеної системи основного обробітку (способу, заходу й їхніх сполучень), а також з обліком ґрунтово-кліматичних умов, що складаються, і біологічних вимог культури.

Система (осіннього) зяблевого обробітку ґрунту на полях, що звільнилися після збирання зернових культур суцільної сівби, складається з двох взаємозалежних заходів: лушення стерні і наступної зяблевої оранки.

Після збирання зернового попередника, поле із стернею, що залишилися на ньому, не пізніше ніж на 2-3 день обробляють дисковим луцильником на глибину 6-8 см. Унаслідок цього розпилений і ущільнений верхній шар ґрунту розпушується, різко знижуються втрати вологи, знищуються бур'яни, ушкоджуються шкідливі комахи й їхні личинки, що живуть на рослинних залишках, а обсипане насіння бур'янів, що знаходилося на поверхні ґрунту, зашпаровується у вологий шар ґрунту й тим провокується до проростання. Через 2-3 тижні після масової появи сходів бур'янів, і деякого зволоження ґрунту за рахунок конденсації вологи в холодні осінні ночі, проводять культурну оранку плугом із передплужником (глибина 8-10 см) на загальну глибину не менше 20-22 см. У південних районах при глибокому гумусовому шарі й наступному розміщенні просапних культур оранку проводять на глибину не менше ніж на 25-27 см.

Якщо поле сильно засмічене корінням багаторічних бур'янів, то лушення доцільніше провести лемішним луцильником. При сухій осені поле після лушення доцільно коткувати. Зі слабкою появою сходів бур'янів зяблеву оранку після лушення не відкладають більш ніж на 2,5-3 тижні. Зяб, виконаний до 15 вересня, вважається раннім і за своєю якістю під яру культуру прирівнюється до зайнятого пару.

У центральних і південних районах країни за умов більш тривалої осені система зяблевого обробітку ґрунту під просапні (буряк, кукурудза, соняшник) складається з глибокої оранки на 27-29 см, яку доповнюють потім поверхневим обробітком поля. Це сприяє кількаразовому знищенню розеток багаторічних бур'янів, що з'являються, (метод виснаження), додатковому нагромадженню вологи. **Така система основного обробітку одержала назву напівпарової, оскільки обробіток в осінній період нагадує обробіток чистого пару в другій половині теплого періоду.**

У степових районах, підданих вітровій ерозії, післязбиральний обробіток жнив виконують голчастими боронами (БІГ-3; БШ-15; БШ-20) із наступним осіннім безвідвальним розпушуванням на 14-16 см (КПП-2,2 і ін.), домагаючись максимального збереження стерні на поверхні ґрунту.

Система зяблевого обробітку полів, що вийшли з-під просапних культур, залежить від стану ґрунту й засміченості посівів. На полях чистих від бур'янів із пухким ґрунтом (після картоплі, буряка), відведених під зернові культури, обмежуються відвальним лушенням або оранкою на глибину 12-14 см. При наявності бур'янистих рослин і пересохлого ущільненого ґрунту поле попередньо дискують, а через 1,5-2 тижні й при наявності великої кількості рослинних залишків (бадилля, листя й стерні кукурудзи й т.д.)

його орють плугом із передплужником на глибину не менше 23-25 см.

Після збирання кукурудзи, соняшнику, сорго для якісного подрібнення рослинних решток застосовують важку дискову борону. Оранку рекомендують проводити двоярусними плугами, які краще загортають рослинні рештки, ніж плуги загального призначення.

Після культур, які пізно зібрані, оранку проводять відразу після луцення стерні без вирівнювання зябу, щоб не посилювати водну ерозію ґрунту.

Поля, що вийшли з-під багаторічних трав, бувають сильно висушені, мають дуже щільну дернину й мають високий питомий опір обробці. На такому полі попередньо необхідно ретельно обробити дернину дисковим зняряддям на глибину 8-10 см і краще в перехресному напрямку. Потім, установлюючи передплужник на глибину 8-10 см, проводять відвальну оранку на глибину не менше 20-22 см.

У північних районах на важких ґрунтах зяблеву оранку багаторічних трав проводять як можливо раніше, інакше навесні дернина, що слабо розклалася ускладнює проведення наступних посівних робіт. У більш південних районах із тривалою осінню на легких за механічним складом ґрунтах оранку полів на зяб з-під багаторічних трав переносять на більш пізній період. При ранній оранці внаслідок інтенсивної мінералізації дернини значна кількість елементів мінерального живлення, що утворилися, осінньо-зимовими опадами буде винесена за межі кореневмісного шару, а якість ґрунту й запаси в ній органічної речовини істотно знизяться.

5.6.1.2. Системи допосівного обробітку ґрунту під ярі культури

Система допосівного обробітку ґрунту – заходи, які застосовують із ранньої весни до сівби або садіння сільськогосподарських культур. **Мета системи** – створити посівний шар ґрунту, для швидкого проростання насіння й подальшого росту рослин. **Основні задачі передпосівної підготовки ґрунту під ярі культури полягають у наступному:** забезпечити збереження ґрунтової вологи; знизити кількість бур'янів, як і інших шкідливих організмів, до безпечного рівня; загорнути у ґрунт добрива, засоби хімічної меліорації або пестициди; створити сприятливі умови для своєчасного посіву і дружньої появи сходів оброблюваної культури, створити умови для якісного догляду за посівами й збирання врожаю.

Система допосівного обробітку ґрунту під усі ярі культури першим і обов'язковим заходом на поораних з осені полях включає раннє весняне боронування для вирівнювання поверхні. Проводять вибірково на кожному полі, оскільки стан фізичної спільності ґрунту настає неодноразом навіть на окремих частинах єдиного масиву. На ґрунтах легких за механічним складом і структурних цю роботу можна починати трохи раніше, використовуючи волокуші, шлейфи й легкі борони, обмежуючи глибиною обробітку до 3-4 см. На важких, безструктурних і запливаючих ґрунтах стан фізичної спільності настає орієнтовно на один-два дні пізніше. Роботи виконують середніми або важкими зубовими боронами у два сліди. Час від часу борони очищають від рослинних решток. Збільшення глибини раннього весняного боронування понад 5-6 см висушує посівний шар і сповільнює появу сходів висіяної культури. За якісного ранньовесняного розпушування в оброблюваному шарі має бути до 20 % часточок розміром до 20 мм і не більше 2 % від маси – розміром до 50 мм.

Розпушений і вирівняний ґрунт прикриває капіляри, зменшує випаровування вологи, краще провітрюється, добре прогрівається.

Перший ранньовесняний обробіток ґрунту проводять діагонально до напрямку оранки. У Степу на брилистому та обробленому безполицевими зняряддями ґрунті застосовують голчасті борони БГ-3А або пружинні БП-8.

У районах поширення ерозії перший обробіток ґрунту проводять штанговими або плоскорізними культиваторами.

За сприятливий умов перезимівлі передпосівне боронування й шлейфування зябу в Україні інколи доцільно виключити зовсім.

Культури раннього терміну сівби (овес, ячмінь, яра пшениця, льон, багаторічні трави, горох, вика й ін.) вимагають високої вологості посівного шару й починають проростати при температурі більшій 1-3° С. Тому їх варто висівати якомога раніше. Але одне раннє весняне боронування не здатне сформувати однорідний за складом і глибиною посівний шар. Тому перед посівом цих культур (краще в той же день, але не раніше ніж за 2-3 дні до сівби) обов'язково проводять передпосівну культивуацію на глибину посіву насіння з метою формування щільного посівного ложа. При необхідності культивуацію проводять із боронуванням в агрегаті, а для дрібнонасієних культур - в агрегаті з кільчасто-шпоровими ковзанками. Цю культивуацію проводять у залежності від інтенсивності наростання температури повітря й проростання насіння бур'янів через два-три дні після раннього весняного боронування. Узагалі при виконанні польових робіт варто керуватися правилом, що кожен наступний прийом, повинний проводитися поперек або по діагоналі попереднього. Це виключає утворення на полі посіву помітних гребенів і борозен як і інших небажаних елементів мікрорельєфу.

Під цукрові буряки ґрунт обробляють ретельніше. Їх висівають відразу після закінчення сівби ранніх ярих культур. У районах нестійкого й недостатнього зволоження після ретельного вирівнювання ґрунту (боронування, шлейфування) проводять лише одну культивуацію з боронуванням (якщо борона не розробляє грудочки, то замість неї монтують спіральні ротори із шлейфами) на глибину загортання насіння – 4-5 см. У районах достатнього зволоження на важких запливаючих ґрунтах (щільність 1,3-14 г/см³) проводять дві культивуації: першу відразу після боронування й шлейфування на глибину 8-10 см (якщо утворюються грудки, то в два сліди: перший на 6-7 см, другий – на 7-10 см), а другу – на глибину загортання насіння. Перед сівбою при щільності ґрунту меншій 1,0 г/см³ ефективно передпосівне коткування ґрунту гладенькими водоналивними або кільчасто-шпоровими котками.

Для культур пізнього терміну сівби (кукурудза, картопля, соняшник, квасоля, гречка, просо й ін.) оптимальна температура проростання насіння складає 12-18° С. Тому від моменту раннього весняного боронування до оптимального часу їхнього посіву або посадки є період у 7-12 днів. У цей період можна провести не менше двох-трьох поверхневих обробок, використовуючи як комбіновані агрегати (АПК-2,5; РВК-3,6 і ін.) для розпушування, вирівнювання й ущільнення ґрунтів, так і окремі знаряддя для глибокого розпушування ґрунтів, що ущільнилися, (ПЧ-4,5).

У районах, підданих вітровій ерозії, на полях із стернею раннє весняне боронування проводять голчастими боронами (типу БГ-3) на глибину 4-6 см. Після масової появи бур'янів проводять сівбу комбінованими сівалками, якими одночасно виконують передпосівний обробіток ґрунту (ЛДС-6, СЗС-2,1).

5.6.2. Системи обробітку ґрунту під озимі культури

У структурі посівних площ озимі культури займають значні площі і формують продовольчий фонд зерна в державі. Їх врожайність залежить від багатьох чинників, в першу чергу, від системи обробітку ґрунту, яка відрізняється від системи обробітку під ярі культури.

Основне завдання обробітку ґрунту під озимі культури – накопичення і збереження доступної для рослин вологи у орному шарі.

Оптимальні агротехнічні терміни сівби озимих зернових культур (пшениця, жито, ячмінь, тритікале) визначаються з таких умов: 1) їхня осіння вегетація має

складати не менш 55-60 днів; 2) до сівби насіння культур після обробітку ґрунту має пройти не менш 20-25 днів; 3) до часу сівби ґрунт має містити в орному шарі достатню кількість вологи (20-30 мм), щоб гарантувати дружну появу сходів озимих і нагромадити в рослинах достатню кількість запасних речовин для успішної перезимівлі посівів.

5.6.2.1. Основний обробіток під чисті пари

Чисті пари застосовують у Степу і на невеликих площах у східних та південно-східних районах Лісостепу. Іноді їх улаштовують і в більш зволжених регіонах України.

Чорний пар. Обробіток ґрунту повинен диференціюватись залежно від ґрунтової зони, попередників, типу забур'янення, вологозабезпечення, часу збирання попередника *за одним із варіантів поліпшеного зяблевого обробітку*. Підготовку ґрунту слід починати відразу збирання попередника. Утримання поля чистим від бур'янів і сходів падалиці від збирання попередника до сівби озимих є важливим заходом боротьби з багатьма шкідниками озимих й хворобами.

Поле, призначене під *чистий пар після соняшника, кукурудзи, сорго, суданської трави*, дискують бородами БДТ-7, БД-10 або луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15А, ЛДГ-20А у двох напрямках, щоб подрібнити післяжнивні рештки і рівномірно розподілити їх на площі та створити умови для проростання бур'янів. *Після стерньових попередників*, якщо переважають однорічні бур'яни, поле двічі дискують луцильниками на глибину 6-8 і 8-10 см. Якщо переважають багаторічні бур'яни, перше луцення проводять на глибину 8-10, друге, а по можливості й третє - на глибину 10-12 та 12-14 см, використовуючи знаряддя КПШ-9, КПЕ-3.8, ОПТ-3-5, КТС-10, або чизельний культиватор ЧКУ-4, обладнаний стрілочастими лапами. *Через 2 тижні* після останнього луцення, коли проростуть бур'яни, вносять добрива й *проводять глибоку оранку* на 28-30 см, або глибокий плоскорізний обробіток. Окультурені, чисті від багаторічних бур'янів поля орють на 20-22 см. *В посушливих й ерозійних умовах* проводять безвідвальний обробіток плугами ПЛН-6-35 або іншими, обладнаними безвідвальними корпусами КБ-35, КБЯ-30-35.

Весняний пар. Його виконують навесні. При проведенні луцення стерні восени, взимку на поля вивозять гній, перед оранкою ретельно розкидають і виконують полицеву оранку на глибину 20-22 см до просихання ґрунту, тобто відразу після сівби ранніх ярих. Оранку проводять в агрегаті з важкою зубовою бороною для поліпшення кришення скиби й вирівнювання ріллі. У посушливих умовах плуг агрегують із кільчасто-шпоровим котком або подрібнювачем грудок ПВР-3,5.

5.6.2.2. Основний обробіток після парозаймаючих культур і непарових попередників

Підготовка ґрунту під озимі після парозаймаючих культур має мету створити кращі умови для отримання сходів і подальшого розвитку рослин. Отже, чим швидше зберуть парозаймаючу культуру, тим довшим буде термін для накопичення вологи й поживних речовин у ґрунті, тим якісніше можна очистити поле від бур'янів.

В деяких господарствах після збирання парозаймаючої культури на полях випасають худобу. Це затягує терміни обробітку, ґрунт ущільнюється й пересихає, після оранки утворюються брили, які вимагають додаткових затрат на обробіток. Тому основний обробіток зайнятих парів виконують одночасно із збиранням парозаймаючих культур із метою кращого розпушення й кришення ґрунту.

Звільнене поле *озимих на зелений корм* (кінець квітня-травень) відразу дискують для подрібнення рослинних решток і створення мульчуючого шару. Потім орють на глибину

20-22 см, агрегатом у складі плуга й котка або борін (при зволоженому ґрунті – плуга й важкої зубової борони). Оранку можна замінити обробітком важкою дисковою бороною на максимальну глибину.

Звільнене *поле багаторічних трав після першого укосу* (червень) попередньо луцять на 6-8 см, потім орють на глибину 25-27 см. Глибина оранки пласта багаторічних трав у зоні Полісся (дерново-підзолисті ґрунти) та в Північному Лісостепу (темно-сірі й сірі ґрунти) зумовлена товщиною гумусового шару й становить 23-24 см. У Степу й Південному Лісостепу полицевий обробіток пласта багаторічних трав часто замінюють безполицевим. Обробіток проводять агрегатом у складі плоскоріза, голчастої борони, кільчасто-шпорових котків. Глибина обробітку ґрунту від 12-14 см (переважають малорічні бур'яни) до 16-18 см (коренепаросткові бур'яни).

На Поліссі *пари зайняті сидератами* (люпин) не пізніше ніж за 20 днів до сівби озимих скошують або прикочують і заорюють плугами без передплужників (замість них ставлять дискові ножі) з одночасним прикочуванням ґрунту кільчасто-шпоровими котками.

Для приорювання сидератів застосовують також одноярусну плантажну оранку на 40-55 см з одночасним підняттям на поверхню піску суглинкового шару.

Після *однорічних злаково-бобових сумішок* на полі луцять стерню й орють полицевими плугами на глибину 20-22 см. На піщаних дерново-підзолистих ґрунтах Полісся й чорноземних Північного Лісостепу оранку часто замінюють плоскорізним обробітком на таку ж глибину. При цьому урожайність озимини не знижується.

Після *кукурудзи на зелену масу* поле дискують на 10-12 см і орють на глибину 20-22 см. У посушливі роки для обробітку краще застосовувати важку дискову бороною. У районах вітрової ерозії обробіток ґрунту виконують комбінованим агрегатом: плоскоріз – голчаста бороною – кільчасто-шпоровий коток.

На Поліссі й північно-західних районах Лісостепу основним способом підготовки ґрунту після кукурудзи на силос під озимі є оранка на глибину 20-22 см із передплужниками з одночасним коткуванням або боронуванням. Перед цим поле дискують для подрібнення рослинних решток

Після збирання *ранніх сортів картоплі* (червень-липень) на чистих від бур'янів полях обмежуються мільким обробітком лапчастими або плоскорізними культиваторами на глибину від 10-12 см до 14-16 см.

Після збирання *зернобобових культур* (горох, люпин, вика) на Поліссі й Північному Лісостепу при наявності багаторічних бур'янів ґрунт відразу дискують на глибину до 8 см, а потім орють на глибину 20-22 см з одночасним коткуванням і боронуванням.

При недостатньому зволоженні у степових районах підготовку ґрунту під озиму пшеницю після гороху на важких суглинкових ґрунтах здійснюють дисковими луцильниками на глибину до 8 см у кілька слідів.

Підготовку ґрунту під озимі після *багаторічних культур* здійснюють поверхневим обробітком дисковими знаряддями на глибину 6-8 см.

Після *озимих і ярих зернових колосових, рідше після круп'яних культур* підготовку ґрунту під озимі здійснюють за такою схемою. Незважаючи на ущільнення й пересихання ґрунту в час збирання зернових культур його відразу луцять на глибину 6-8 см. Після цього проводять оранку плугами з передплужниками в агрегаті з котком у районах недостатнього зволоження на глибину 16-18 см, у західному Лісостепу й Поліссі – на 20-22 см.

5.6.2.3. Весняно-літній обробіток чистих парів

Весною обробіток чорного пару починають із "закриття" вологи бороною БЗСС-1.0, БЗТС-1.0 в 1-2 сліди. Протягом весни й літа проводять різноглибинний обробіток, який забезпечує максимальне збереження вологи й знищення бур'янів. Після закриття вологи, коли з'являються сходи бур'янів, проводять культивування культиваторами КШП-8, КЗБ-21,

КПЭ-9 на глибину 10-12 см, а на забур'яненних багаторічними бур'янами полях - на глибину 12-14 см з одночасним боронуванням. Наступні культивациї проводять у міру появи бур'янів із поступовим зменшенням глибини на 1-2 см. Не слід зловживати частими культивациями. Слід боронувати широкозахватними агрегатами в стадії "білої ниточки" проростків бур'янів під поверхнею ґрунту. Борони незрізаними ребрами спрямовують вперед по ходу агрегату. Щоб зменшити втрати вологи на полях забур'яненних багаторічними бур'янами проводять меншу кількість культиваций та боронувань, а поле обробляють гербіцидами.

Якщо перед збиранням парозаймаючої культури й сівбою озимої культури достатньо часу, а в шарі ґрунту 0-20 см є не менше 20 мм доступної рослинам вологи, то урожайність пшениці мало залежить від способу обробітку ґрунту. Але при умові, якщо є ущільнений підпосівний і дрібногрудкуватий посівний шар з агрегатами не більше 3 см у діаметрі.

В умовах достатнього зволоження після культур, які рано збираються, після луцення стерні проводять оранку плугами з передплужниками в агрегаті із секціями кільчасто-шпорових котків і боровами. Глибина оранки 20-22 см, а після багаторічних трав - 25-27 см. На дерново-підзолистих ґрунтах - на глибину орного шару 16-18; 18-20 см. Після кукурудзи, особливо якщо вона збирається не раніше як за 20 днів до сівби пшениці, проводять поверхневий обробіток ґрунту. Поверхневий обробіток ґрунту на глибину 8-12 см дисковими голчастими або плоскорізними знаряддями ефективний після всіх попередників у роки з посушливою погодою.

У південних районах, де зима малосніжна, а літо посушливе з метою накопичення вологи створюють кулісні пари з високо-стеблових культур. Для цього використовують кукурудзу, сорго, гірчицю, соняшник і ін.

Кулісними називають пари, якщо на розглянутому чистому парі при необхідності в другій половині літа поперек пануючих вітрів висівають 2-3-х рядкові куліси. Ширина між кулісами визначається 15-20 кратною висотою кулісних рослин, вчасним закінченням вегетаційного періоду й кратністю робочої ширини знарядь, що обробляють простір між кулісами. Озимі висівають поперек рядків куліс.

Після збирання зернового попередника поле в осінній період не обробляють, прагнучи зберегти максимальну кількість стерні. Навесні з початку вегетації малолітніх бур'янів поле обробляють голчастою бороною (БИГ-3, БМШ-15). З масовою появою розеток багаторічних бур'янів поле навесні рихлять КПП-2,2 на 6-8 см. Улітку проводять ще розпушування за допомогою КПП-2,2 на 8-10 см, прагнучи зберегти до 60-70% стерні. З появою бур'янистих рослин і скорочення щільності стерньового фону проводять обробку штанговим культиватором КШ-3,8А с одночасним посівом у липні гірчичних куліс. Поверхневу обробку просторів між кулісами завершують плоскорізом КПГ-250 на глибину 20-22 см. Навесні перед посівом по пару ярі пшениці проводять раннє весняне боронування БИГ-3 на 5-6 см, передпосівну обробку КПП-2,2 на 6-8 см і в середині квітня-травня посів культури стерньовою сівалкою СЗС-2,1.

В Україні кулісні пари мають обмежене застосування через утруднене контролювання бур'янів. Самі куліси часто є притулком для шкідників і хвороб посівів озимих.

5.6.2.4. Допосівний обробіток ґрунту після парозаймаючих культур і непарових попередників

Після проведення основного обробітку ґрунту приступають до догляду за полем під озимі культури. Фізичний стан виораного або обробленого іншим способом поля, тривалість періоду від проведення основного обробітку ґрунту до сівби озимих культур визначають знаряддям, якими оброблятимуть поле, глибину й час обробітку.

Після *озимих на зелений корм* до першого обробітку ріллі приступають після появи сходів бур'янів. Поверхня ріллі в цей час досить вирівняна і не пересушена, а оптимальні терміни сівби озимини наступлять через чотири місяці.

Так само обробляють *пласт багаторічних трав*, не зважаючи на те, що до сівби озимини залишається на 25-30 днів менше.

Наступний обробіток здійснюють паровим культиватором при масовій появі бур'янів або важкими зубовими боронами після випадання дощу та утворення кірки навіть за відсутності бур'янів. Так же уперше обробляють поля після основного обробітку плоскорізними або дисковими знаряддями.

Ріллю після стерньових попередників у посушливі роки коткують важкими водоналивними ребристими котками з метою ущільнення й надходження води з нижніх шарів до верхніх. Зумовлене це тим, що приорана стерня, потрапляючи на дно борозни, ізолює орний шар від капілярного притоку вологи з нижніх шарів ґрунту.

Кількість проміжних культивацій поля залежить від тривалості періоду парування поля, а передпосівну культивацію здійснюють після всіх попередників на однакову глибину — 5-6 см, глибину загортання насіння.

Передпосівний обробіток має проводитись старанно відрегульованими на глибину обробітку лапами культиватора КПС-4, УСМК-5.4 або інших із боронами; або комбінованими агрегатами РВК-7.2; РВК-5, ВПП-5.6 і не залишати не оброблених "огріхів". Нерівномірно оброблений посівний шар за глибиною призводить до нерівномірної глибини загортання насіння, зниження польової схожості насіння, нерівномірності розміщення сходів на площі й розтягнутості появи їх у часі, порушення синхронності розвитку рослин. Передпосівний обробіток проводять у день сівби на глибину загортання насіння. Якщо культивація проведена глибоко, а ґрунт пухкий, то поле перед сівбою слід закоткувати.

Загальні правила планування обробітку ґрунту після парозаймаючих культур і непарових попередників під озимі культури такі:

- не запізнюватись з першим обробітком поля після збирання попередника, провести лущення на глибину 6 - 8 см;
- глибину основного обробітку встановлюють залежно від зволоження ґрунту, забур'яненості й часу між збиранням попередника і сівбою озимих; мілкіше обробляють ґрунт у посушливих умовах, на чистих площах, при пізньому збиранні попередників;
- за умов посушливої погоди й запізнення з обробітком замість оранки поле обробляють безполицевими знаряддями;
- при основному обробітку ґрунт після непарових попередників доводять до посівного стану;
- ґрунт від основного обробітку до сівби утримують із розпушеним верхнім шаром і у чистому від бур'янів стані;
- останню культивацію з боронуванням проводять перед сівбою на глибину загортання насіння; у посушливих умовах і на чистих від бур'янів полях обмежуються боронуванням.

5.6.3. Система обробітку ґрунту під проміжні культури

Після збирання кормових культур на зелений корм (травень-червень), а також після збирання зернових колосових (кінець червня - липень) поля залишаються вільними від культурних рослин. Такі поля вкриваються бур'янами, а ґрунти втрачають воду й поживні речовини. Для більш ефективного використання земельних ресурсів і запобігання забур'янення полів їх використовують під проміжні культури. Розрізняють *підсівні, післяукісні, післяжнивні та озимі проміжні посіви*.

Підсівною називають проміжну культуру, яку висівають під покрив основної культури. Прикладом підсівної проміжної культури може бути ріпак або буркун, підсіяні

під ячмінь. Після збирання останнього рослини підсівних культур починають інтенсивно рости і до настання холодів встигають сформувати врожай зеленої маси. Проміжні посіви практикують у районах достатнього зволоження і на поливних землях півдня України. На бідних землях Полісся у підсівних проміжних посівах вирощують середлу або люпин на зелене добриво, яке підсівають навесні здебільшого під травостій озимого жита, інколи — під посів ярих колосових культур.

Післяжнісні культури вирощують після збирання основних культур навесні або у першу половину літа на зелений корм або сіно. Ними можуть бути горох, ріпак, кормова капуста, однорічні злако-бобові сумішки та багато інших культур, здатних інтенсивно продукувати органічну речовину у відносно прохолодний осінній період. У південних районах післяжнісно вирощують просо, гречку й скоростиглі сорти картоплі.

Післяжнивні культури висівають слідом за збиранням врожаю основної культури на зерно. На Поліссі післяжнивно вирощують овес і люпин; у Лісостепу — горох, овес, ріпак; у Степу — кукурудзу, соняшник, суданську траву, сорго.

Озимою називають проміжну культуру, яку висівають на початку осені після основної культури, а збирають на зелену масу навесні наступного року до сівби пізніх ярих культур. Такими культурами є жито й пшениця або їх сумішки з викою мохнатою, ріпак і перко.

Проміжні культури попадають у сприятливі умови теплового й водного режиму й розвиваються швидше ніж висіяні навесні. Обробіток ґрунту під проміжні культури залежить від вологості ґрунту, ступеню ущільнення й забур'яненості поля.

Глибина обробітку ґрунту під післяжнісні культури у Лісостепу й Поліссі становить 16-18 см, на півдні – 14-16 см, а під післяжнивні культури зменшують до 6-8 см. Обробіток проводять якнайшвидше після збирання попередньої культури, щоб зменшити втрати вологи. Під післяжнісні культури поле слідом за збиранням врожаю спочатку злущують, а потім – орють. Для обробітку ґрунту застосовують дискові й лемішні лушпильники, плоскорізи в агрегаті з голчастою бороною, чизельні культиватори. Зораний ґрунт у той же день обробляють культиваторами з боронами, а перед сівбою дрібно-насієних культур – застосовують кільчасто-шпорові котки.

На легких ґрунтах в умовах достатнього зволоження обробіток проводять дисковими боронами на глибину 10-12 см, а на дерново-підзолистих в'язких – ефективніша оранка. В умовах посушливого клімату Степу за відсутності опадів й зрошення післяжнивні посіви можуть не висіватись.

В умовах зрошення Степу післяжнивно можна вирощувати багато культур, в тому числі й кукурудзу на зерно (вдається 3-4 рази в 10 років). Якщо до 25-30 червня в умовах Херсонщини вдається злущити, зорати поле й посіяти післяжнивну кукурудзу після зернових і до кінця жовтня не буває заморозків, то культура встигає сформувати повноцінний урожай зерна у 60-100 ц/га.

На дерново-підзолистих піщаних ґрунтах Полісся як післяжнивну культуру вирощують люпин на сидеральне добриво. До настання осінніх заморозків він устигає сформувати значну надземну масу (250-350 ц/га), заорювання якої поліпшує поживний режим бідних піщаних ґрунтів. Після жнив поле лущать лемішними або дисковими знаряддями на глибину 10-12 см і культивують з одночасним боронуванням на глибину загортання насіння. Після сівби поле прикочують кільчасто-шпоровими котками.

До проміжних культур відносять й сівбу озимих культур на зелений корм. Ґрунт обробляють за системою обробітку під озимі культури, викладеній вище.

5.7. Сівба, садіння та система післяпосівного обробітку ґрунту

Насінництво – галузь сільськогосподарського виробництва, яка забезпечує внутрішні й зовнішні потреби держави у високоякісному сортовому та гібридному насінні.

Сівба – найважливіша технологічна операція в інтенсивній технології вирощування кожної сільськогосподарської культури, де насіння розміщують рівномірно на площі й на певній глибині

Садіння – технологічна операція висаджування у ґрунт розсади, саджанців або органів вегетативного розмноження сільськогосподарських культур.

5.7.1. Значення сортового насіння

Сорт - сукупність подібних за господарсько-біологічними властивостями й морфологічними ознаками рослин однієї культури, родинних за походженням, відібраних і розмножених для оброблення у певних природних і виробничих умовах із метою підвищення врожайності й якості продукції. Сорт - це біологічний фундамент врожаю. “За сьогоднішніми оцінками, пайова участь селекції у підвищенні врожайності у світовому землеробстві досягає 70%, вона буде зростати ...» (А.А. Жученко).

Практика показує, що *застосування кращих рекомендованих сортів і гібридів зернових культур* в умовах виробництва підвищує врожай у середньому на 0,3-0,4 т з 1 га, а в багатьох випадках і значно більше. Така ж роль сорту і в інших культурах.

Разом із тим практика показує, що *не можна переоцінювати роль сорту*. Спроби підвищити врожайність тільки за рахунок сорту не дають результату. Більше того, *у ряді випадків нові сорти при невисокому рівні агротехніки виявляються не кращими за ті, які використовувалися раніше*. Як відзначає Е.Д. Неттевич, автор багатьох сортів ярих і ячменю, якщо проаналізувати динаміку врожайності зернових культур за останні 30-50 років за окремими регіонами, то можна помітити, що сортове насіння не завжди дає очікуване збільшення врожаю. Головна причина - *невідповідність рівня культури землеробства високим вимогам нових сортів*, в основному інтенсивного типу. Тому, *найважливішою задачею селекціонерів і технологічних центрів на найближчі роки залишається виведення стійких до мінливих жорстких умов і факторів середовища й до особливо небезпечних хвороб і шкідників сортів і гібридів сільськогосподарських культур підвищеної продуктивності й розробити середньо- й низько затратні екологічно безпечні технології їхнього насінництва й виробництва*.

В Україні існує система насінництва, яка постійно удосконалюється. Ця система має ряд ланок.

Науково-дослідні установи - *розповсюджувачі нових сортів* (гібридів), включених у Державний реєстр, забезпечують *вихідним насінним матеріалом* рекомендованих і перспективних сортів *дослідно-виробничі господарства*, науково-дослідні установи й учбово-дослідні господарства, сільськогосподарські установи, які *вирощують насіння еліти й першої репродукції* у розмірах, що забезпечують задоволення потреби в них спеціалізованих насінницьких господарств для проведення сортооновлення й сортозаміни.

Спеціалізовані насінницькі господарства розмножують отримане насіння з розрахунком *забезпечення потреби колективних і фермерських господарств зони*, що обслуговується ними, у сортовому насінні для виробничих посівів і створення державних ресурсів. Робота проводиться за договорами з державними й приватними фірмами.

За цілим рядом культур необхідно *в кожному господарстві* мати добре налагоджене насінництво, у задачу якого входить щорічне вирощування високоякісного насіння для *виконання власної весняної й осінньої сівби*. У виробничих умовах, особливо при недостатньо високому рівні агротехніки, насіння поступово знижує свої сортові якості й поступово погіршуються. Тому насінний матеріал періодично треба обновляти.

Найвищими якістьями володіють елітні сорти насіння, що виробляються науково-дослідними установами, де застосовують добір кращих рослин. Елітне насіння, наприклад, зернових культур, повинно мати *сортову чистоту* (або *типовість* для перехресного запилення культур) 100%, відхилення в результаті природної мінливості

сорту - не більш 0,2%. Чистосортність посівів кожної культури й сорту визначається *апробацією*.

Для різних культур терміни сортооновлення різні: для самопильних культур (пшениця, ячмінь, овес) - один раз у 5-6 років, для тих, що запилюються перехресно (жито, гречка) - через 3-4 роки.

5.7.2. Посівна якість насіння

Насіння кожного районowanego сорту може дати високий врожай тільки в тому випадку, якщо воно володіє гарними посівними якостями й відповідає **вимогам Державного стандарту** на посівну якість насіння. **Основні показники посівної якості насіння - їхня чистота (відсутність домішок інших культур і бур'янів), схожість, вологість, а також повновагість і вирівнювання за масою й розміром** (табл. 5.2). Насіння не повинно бути зараженим шкідниками й хворобами.

Таблиця 5.2. Основні показники посівних якостей насіння, що враховують при розподілі їх на класи

| Культура | Клас | Насіння основної культури, % | Уміст насіння інших рослин, шт. на 1 кг | | Схожість не менше, % |
|----------------|------|------------------------------|---|---------------------------------|----------------------|
| | | | Усього | У тому числі бур'янів не більше | |
| Пшениця м'яка | I | 99 | 10 | 5 | 95 |
| | II | 98 | 40 | 20 | 92 |
| | III | 97 | 200 | 70 | 90 |
| Пшениця тверда | I | 99 | 10 | 5 | 90 |
| | II | 98 | 40 | 20 | 87 |
| | III | 97 | 200 | 70 | 85 |
| Жито | I | 99 | 10 | 5 | 95 |
| | II | 98 | 80 | 40 | 92 |
| | III | 97 | 200 | 70 | 90 |
| Ячмінь | I | 99 | 10 | 5 | 95 |
| | II | 97 | 300 | 70 | 90 |
| Просо | I | 99 | 16 | 10 | 95 |
| | II | 97 | 200 | 150 | 85 |
| Кукурудза | I | 99 | 5 | не допускається | 96 |
| | II | 98 | 5 | не допускається | 90 |
| Гречка | I | 99 | 20 | 10 | 95 |
| | II | 98 | 120 | 80 | 90 |
| Горох | I | 99 | 5 | не допускається | 95 |
| | II | 97 | 30 | 5 | 90 |
| Соняшник | I | 99 | 5 | 2 | 95 |
| | II | 98 | 15 | 5 | 90 |
| Люцерна | I | 96 | 150 | 100 | 80 |
| | II | 96 | 250 | 200 | 70 |
| Льон | I | 98 | 200 | 150 | 95 |
| | II | 97 | 550 | 500 | 90 |
| | III | 96 | 1500 | 1500 | 85 |

Контроль за якістю насіння у всіх господарствах здійснюють державні *насінневі інспекції*. Для цього на початку зими й перед посівом у господарствах відбирають за спеціальною методикою від кожної партії насіння середні *зразки*.

Для відбору зразків використовують прилади, що називаються щупами. Маса середнього зразка в залежності від насіння тієї або іншої культури коливається від 50 г (морква й інші дрібно насінні культури) до 1 кг (зернові культури). Від кожної партії відбирають

два середніх зразки, один із яких поміщають у мішечок із матерії, а інший для визначення вологості й зараженості насіння - у пляшку, що щільно закривають воском або сургучем. Ці зразки разом з актом відбору пересилають у контрольно-насінневу лабораторію.

Чистота. Для визначення чистоти насіння із середнього зразка виділяють дві навіски: кукурудзи, гороху й інших крупно насінних культур по 200 г, пшениці, жита, ячменю й інших хлібних злаків по 50 г, конюшини й інших дрібно насінних культур по 4-5 г кожна. Виділяють навіски на особливому приладі - дільнику або шляхом узяття невеликих виїмок, а також хрестоподібного розподілу насіння середнього зразка, розсипаних на гладкій поверхні тонким шаром. **Помістивши навіску на розбірну дошку або лист білого гладкого паперу, його ретельно розбирають, виділяючи дві основні фракції:** 1) чисте, здорове, насіння аналізованої культури; 2) відхід. До відходу відносять: а) биті, щуплі, пророслі й ушкоджені насінини основної культури; б) живе сміття - насіння бур'янів і насіння інших культурних рослин (їх підраховують у штуках), ріжки ріжка, насіння уражене головною, живі личинки комах; в) мертве сміття - грудочки землі, пісок, плівки, шматочки стебел, мертві комахи і т.д.

Кожну із фракцій окремо зважують на технічних вагах із точністю до 0,01 г і виражають у відсотках від маси всієї навіски. Так, якщо при розборі навіски (50 г) чистого насіння виявилось 49,2 г, а відходу - 0,8 г, то чистота насіння буде дорівнювати :

$$(49,2 \cdot 100) / 50 = 98,4 \%$$

Схожість, тобто здатність в умовах достатнього зволоження, тепла й доступу повітря давати нормально розвинені проростки, - найважливіший показник якості насінного матеріалу. Для визначення схожості із фракції чистого насіння відраховують чотири проби по 100 штук і поміщають у ростовище на вологе ложе (чистий прожарений пісок або фільтрувальний папір). При цьому насіння розкладаються так, щоб воно не стикалося. Пророщують насіння в спеціальних термостатах (для більшості культур при 20° С). Через певний для кожної культури час (для пшениці, жита ячменю через 7 днів) підраховують проросле насіння, число яких у середньому з усіх чотирьох проб і буде характеризувати схожість насіння у відсотках. Польова схожість завжди нижча (на 5-20% і більше у залежності від умов) лабораторної схожості.

Енергія проростання - число насіння, що проросли за перші 3 дні у відсотках. Енергія проростання характеризує швидкість і дружність проростання насіння.

Життєздатність насіння. Під життєздатністю насіння розуміють уміст у насінному матеріалі живого насіння, вираженого у відсотках. Визначають життєздатність для швидкого встановлення якості насіння або для з'ясування причин низької їхньої схожості. Визначають життєздатне насіння за розходженням забарвлення живої й мертвої тканин при витримуванні у розчинах тетразолу (у нежиттєздатного насіння зародок цілком фарбується) у розчині або органічних барвниках - індигокарміні, кислому фуксині (барвники фарбують мертві тканини, живі зародки не фарбуються).

Вологість і зараженість насіння шкідниками визначається із середнього зразка, упакованого в скляний посуд. Вологість визначають за допомогою спеціального приладу - вологоміру або висушуванням, у розмеленому вигляді (у сушильній шафі при температурі 100-130°С до постійної маси. Різниця між зважуванням до і після висушування, виражена у відсотках від початкової маси насіння, покаже уміст вологи в них. Вологість насіння не повинна перевищувати встановленої для кожної культури межі (для зернових 14-15%).

Маючи показники чистоти й схожості, визначають посівну придатність насіння. Для цього, відсоток схожості множать на відсоток чистоти й добуток ділять на 100. Якщо, за даними лабораторного аналізу насіння, мало схожість 95%, а чистоту - 99%, то посівна придатність складе:

$$95 \times 99 / 100 = 93\%$$

Державним стандартом установлені основні показники якості насінного матеріалу. За цими стандартами насіння зернових культур поділяють на три класи в залежності від чистоти, схожості й наявності домішок насіння бур'янів і інших рослин. У таблиці 7.1

приводяться норми Державних стандартів. Насіння, яке відповідає вимогам Державного стандарту, вважаються кондиційним; насіння за своєю якістю нижче III класу - некондиційним, використовувати його для посіву не можна. Для характеристики повновагості і крупнистості насіння визначають масу 1000 насінин у повітряно-сухому стані в грамах. Для цього із фракції чистого насіння відраховують без вибору дві проби по 500 зернин. Кожну пробу зважують окремо, знаходять середнє і перераховують на тисячу.

5.7.3. Підготовка насіння до сівби

5.7.3.1. Призначення й заходи підготовки

Основне призначення підготовки - довести кожен партію насіння до вищих посівних кондицій, виділити сортуванням (калібруванням) однорідні, вирівняні фракції, знищити збудників хвороб і шкідників. Користуються також заходами, що прискорюють проростання насіння й появу сходів, а також посилюють початковий ріст рослин і підвищують їхню стійкість до несприятливих факторів середовища.

Очищення й сортування. При обмолоті врожаю комбайнами не досягається повне очищення зерна від бур'янів і інших домішок. **Обробіток зерна, що надходить від комбайна, для формування партій насіння включає як обов'язкові заходи: очищення, сушіння й сортування.** Насінне зерно, повинне бути розсортоване на однорідні партії за розмірами й масою, що дуже важливо для підвищення врожайності й здійснення комплексної механізації обробітку культур, що висівають сівалками точного висіву (кукурудза, соняшник, цукровий буряк і ін.). Виробничі дослідження показали, що сівба каліброваним насінням ярої й озимої пшениці, ярого ячменю й вівса підвищує врожайність цих культур у середньому на 0,23-0,37 т на 1 га, кукурудзи й соняшника на 0,4-0,6 т з 1 га.

У господарствах для первинного обробітку насіння застосовують машини й агрегати ОВС-25, ЗВС-20А, ЗАВ-40, ЗАВ-50 і ін. Використання сортувальних машин ОС-4, 5А, СМ-4, «Пектус-Гігант» дозволяє виділити з партії 70-75% насіння, кращого за посівною якістю.

Передпосівна підготовка насіння включає протруєння, повітряно-тепловий обігрів, інокуляцію насіння бобових культур, інкрустування, дражирування, скарифікацію й ін.

Намочування. Для прискорення появи сходів і підвищення врожаю застосовують намочування насіння. Насіння намочують, звичайно, в 2-3 заходи, щоб вода не стікала, а усмоктувалася і щоб почалося набрякання. Потім насіння підсушують і висівають. Іноді у воду додають мікроелементи, різні біологічно активні речовини (БАР).

Пророщування бульб картоплі на світлі. Бульби картоплі пророщують у теплих (12-15° С) і світлих приміщеннях при відносній вологості повітря 80-85% протягом 25-30 днів. Картоплю укладають на стелажі шаром у 2-3 бульби. У процесі проростання з пазушних бруньок («вічок») бульб з'являються укорочені темно-зелені пагони у вигляді стебла. Щоб бульби проростали рівномірно, їх періодично перекладають. Зручно пророщувати картоплю в стандартних шухлядах, розрахованих на 10-12 кг бульб, або в плівкових мішках у вигляді шланга, що вміщують 12-15 кг бульб. Картоплю в мішках можна пророщувати в плівкових теплицях, де мішки розвішують на спеціальних стійках. Для кращої вентиляції у мішках роблять 15-20 отворів діаметром 12-15 мм.

Проростання має особливо велике значення для вирощування ранньої картоплі й посадки її на зайнятих парах. Для посадки машинами картоплю пророщують протягом 18-20 днів, щоб довжина паростків не перевищувала 0,5 см. Неповне пророщення протягом 10-20 днів можна проводити в неопалюваних світлих приміщеннях, під навісами, на молотильних токах або в котлованах і на відкритих площадках, захищених від північних вітрів. На ніч бульби вкривають матами. Проростання бульб прискорює ріст і розвиток картоплі і підвищує врожай на 2,0-3,0 т з 1 га.

Повітряно-тепловий обігрів. При несприятливих умовах - знижених температурах і підвищеній вологості насіння повільно проходять післязбиральне дозрівання і довгий час залишаються мало схожими, хоча й життєздатними. Для підвищення схожості такого насіння проводять повітряно-тепловий обігрів. Особливо корисний обігрів насіння озимих хлібів, якщо висівають свіжо зібране насіння. Для цього насіння розсипають шаром 6-8 см на відкритому повітрі на брезентах, утрамбованих площадках або під навісами. Тривалість обігріву на сонці 3-5 днів, у тіні - 5-7 днів, при постійному перемішуванні. В опалювальних приміщеннях насіння обігрівається при температурі 20-30° С протягом 3-4 днів.

Протруєння. Один з основних обов'язкових заходів підготовки насіння до сівби - знезаражування їх від збудників бактеріальних і грибних хвороб і запобігання від ушкоджень шкідниками, що можуть завдати великої шкоди врожаю.

Незамінне знезаражування насіння, наприклад, при захисті зернових культур від кореневої гнилизни, сніжної цвілі, сажкових грибів. У рослин, уражених головною, у колосках замість нормально розвиненого зерна утворюються мішечки, наповнені спорами головної, які при обмолоті заражають масу насіння. Існує кілька видів головної, яка уражає різні культури. *За способом розмноження й характеру ураження зерна виділяють два основних типи головної.*

1. Види, спори яких зберігаються під час збереження зерна на його поверхні й проростають тільки, потрапляючи разом із насінням у ґрунт, утворюють потім грибницю, що проникає в тканини рослин. До них відносяться тверда головня пшениці, жита, ячменю, вівса, курна головня проса, курна й пухирчаста головня кукурудзи й ін. у боротьбі з цими видами головної можна використовувати протруйники, що володіють тільки контактною дією, наприклад, максим 025.

2. Види, у яких грибниця проникає в насіння ще до збирання врожаю, зберігається в зимовий період усередині зовні нормальних зерен. До них відноситься курна головня пшениці й ячменю. У боротьбі з цими видами головної ефективні тільки протруйники, що мають системну дію: вітавакс 200, байтан-універсал, фенорам. Їх можна використовувати і проти більшості сажкових грибів першої групи. При відсутності протруйників застосовують термічну обробку зерна (грибниця гине від високої температури).

Насіння зернобобових культур (гороху, кормових бобів і ін.), а також льону уражаються аскохітозом, бактеріозом, фузаріозом і ін. Їх протравлюють фундазолом, максимумом 025 і ін.

Небезпечною хворобою цукрового буряка, особливо в північних районах вирощування, є буряковий довгоносик, надійним захистом, від якого також є протравлювач насіння адіфур 35 СТ. Існують також хімічні препарати для захисту насіння від шкідників, що живуть у ґрунті: гаучо, фурадан, промет 400 і ін. Їхнє застосування забезпечує захист сходів від перших весняних шкідників (наприклад, блоха).

Існує три способи хімічного протруєння насіння: сухий, напівсухий і вологий. Оскільки майже всі сучасні протруйники випускаються у формі порошків, що змочуються, у даний час застосовують майже винятково сухе протруєння зі зволоженням, використовуючи не більш 10 л води на 1 т насіння.

Термічне знезаражування насіння застосовують проти курної головної пшениці й ячменю. Обробіток починають із попереднього прогрівання насіння у воді при температурі 28-32° С протягом 4 год., щоб викликати життєдіяльність грибниці головної, що знаходиться усередині насіння. Потім їх витримують у гарячій воді при 50-53° С протягом 7-10 хв., щоб убити грибницю. Після цього насіння підсушують і висівають. Насіння протравлюють машинами ПС-10, ПСШ-5, КПС-10, «Мобітоке» і ін.

Скарифікація й стратифікація. У насіння люпину, конюшини червоної, буркуну й ряду інших культур дуже тверді оболонки, у результаті насіння, будучи життєздатними в сприятливих умовах, повільно набухають, а окремі з них не набухають зовсім (тверде насіння). Для усунення цього застосовують *скаріфікацію* - захід, заснований на механічному ушкодженні оболонок насіння (нанесенні подряпин), що підвищує схожість.

Цей захід виконують на спеціальних машинах - скарифікаторах. Для одержання дружних сходів яблуні й ряду інших культур їхнє насіння піддають **стратифікації** - тривалому впливу низьких температур (0-+3°-5°C). Насіння витримують у вологому піску, торфі, на льоді (1-3 міс.) при температурі 0-+5°C або під снігом.

Інкрустація - протруєння насіння препаратами закріпленими на плівкоутворювачах. Пестицид наносять на поверхню насіння з розчином полімеру, який після випаровування води утворює щільну плівку на насінні. У якості плівкоутворювача використовують 5%-вий розчин водного полівінілового спирту (ПВС) або 2%-вий водний розчин натрієвої солі карбоксиметилцелюлози (NaКМn). Технологія інкрустації аналогічна протравлянню водними суспензіями.

Дражування насіння. Для деяких культур (цукровий і кормовий буряк, бобові трави, овочеві культури) застосовують дражування насіння, що дозволяє включати в оболонку навколо насіння, мікроелементи, пестициди, регулятори росту, це підвищує стійкість сходів, забезпечує їхній кращий розвиток і зберегання.

Інокуляція насіння зернобобових рослин і багаторічних бобових трав сприяє утворенню бобово-різобіального симбіозу - розвитку на корнях бобових рослин бульбочок, у яких знаходяться бульбочкові бактерії з роду Різобіум. Цей захід за сприятливих умов сприяє фіксації протягом одного року азоту повітря на посівах бобових до 70-100 кг на 1 га, а в південних районах - до 500-600 кг, що забезпечує потреби бобової культури і поліпшує азотне живлення наступної культури сівозміни.

5.7.3.2. Характеристика протруювачів, стимуляторів росту, біопрепаратів й допустимі рівні вмісту в об'єктах природного середовища

Адіфур 35 СТ – текуча паста карбофуран, 350 г/л. Інсектицид для протруювання насіння цукрових буряків від комплексу ґрунтових і наземних шкідників сходів. Насіння обробляється на насінневих заводах перед сівбою або завчасно, але не раніше 6 місяців до сівби нормою 25-30 л/т для фракцій 4,5-5,5 мм і 30-35 л/т для фракцій 3,5-4,5 мм.

Апрон XL FS – текучий концентрат суспензії, металаксим-М, 350 г/л. Фунгіцид-протруйник насіння соняшника від пероноспорозу, вертицильозу, білої гнилі (3,0 л/т, протруювання насіння перед сівбою); насіння огірків – від переноспорозу, бактеріозу (2,5 л/т, протруювання насіння перед сівбою); буряків цукрових – від коренеїда, переноспорозу (2,0 л/т, протруювання перед сівбою).

Байтан універсал – змочуваний порошок (триадименол, 150 г/кг + імазаліл, 25 г/кг + фуберидазол, 20 г/кг). Фунгіцид для протруювання насіння пшениці ярої та озимої від твердої й летючої сажки, гельмінтоспоріозної та фузаріозної кореневої гнилі, плісняви снігової, пліснявіння насіння, борошністої роси (2,0 кг/т, протруювання насіння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); насіння ячменю ярого й озимого – від кам'яної сажки, сітчастої плямистості, гельмінтоспоріозної та фузаріозної кореневої гнилі, пліснявіння насіння, борошністої роси (2,0 кг/т, протруювання насіння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); насіння жита озимого – від снігової плісняви, гельмінтоспоріозної та фузаріозної кореневої гнилі, пліснявіння насіння (2,0 кг/т, протруювання насіння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння).

Вітавакс 200 – змочуваний порошок карбоксин 375 г/кг + тирам 375 г/кг. Фунгіцид контактної та системної дії для протруювання насіння пшениці озимої та ярої від летючої та твердої сажки, гельмінтоспоріозної і фузаріозної кореневої гнилі, пліснявіння насіння (3,0 кг/т, протруєння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); ячменю ярого й озимого – від летючої й кам'яної сажки, чорної летючої (несправжньої сажки, гельмінтоспоріозної та фузаріозної кореневої гнилі, пліснявіння насіння (3,0 кг/т, протруєння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); кукурудзи – від летючої пухирчастої сажки, пліснявіння насіння, кореневої і стеблової гнилі (2,0 кг/т,

протруєння насіння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); ріпак на технічні цілі – від пліснявіння, чорної плямистості або чорної плісняви, переноспорозу, гельмінтоспориозно-кореневої гнилизни (2,0-3,0 кг/т, протруєння насіння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); коріандр – від рамуляріозу (3,0 кг/т, протруєння насіння суспензією препарату 10 л води на 1 т насіння); льон-довгунець (на технічні цілі) – від антракнозу, крапчастості (1,5-2,0 кг/т, протруєння насіння суспензією препарату 3-5 л води на 1 т насіння).

Гаучо – 70 % змочуваний порошок імідаклопрід. Фунгіцид-протруєвач насіння буряків цукрових від комплексу ґрунтових і наземних шкідників посівів (128,6 г препарату на 100 тис. насінин, що відповідає 60 кг на 1 т насіння, передпосівний обробіток насіння на насінних заводах); насіння кукурудзи, соняшника – від дротяників (90 г д. р. або 130 г препарату на 100 тис насінин, допосівний обробіток насіння).

Дерозал – концентрат суспензії карбендазим, 500 г/л. Протруєвач насіння пшениці озимої та ярої, ячменю озимого та ярого проти кореневої гнилизни, снігової плісняви, сажкових хвороб. Насіння протрують суспензією препарату нормою 1,5 л/т в 10 л води на 1 т насіння.

Дивіденд 030 FS – текучий концентрат суспензії дифеноконазолу, 30 г/л. Протруєвач насіння пшениці озимої та ячменю ярого перед сівбою проти корневих гнилей та сажкових хвороб нормою 2,0 л/т.

Космос 250 – текучий концентрат суспензії фіпроніл 250 г/л. Фунгіцид проти комплексу ґрунтових і надземних шкідників сходів соняшника, кукурудзи (4,0 л/т, обробіток насіння перед сівбою), цукрових буряків (0,1 л 100 тис насінин, обробіток насіння перед сівбою), ріпаку (8,0 л/т, обробіток насіння перед сівбою).

Максим 025 FS – текуча паста флудиоксоніл, 25 г/л. Інсектицид для протруєння насіння гороху проти фуріозу й аскохітозу, кукурудзи – стеблових і корневих гнилей, озимої пшениці – летючої та твердої сажки, кореневої гнилі, снігової плісняви. Насіння гороху обробляється перед сівбою нормою 1 л/т; насіння кукурудзи - протрується суспензією препарату 1 л/т пасти, яку розводять в 5 л води; насіння озимої пшениці – протрують суспензією препарату 1,5 л/т, розведеною у 10 л води на 1 т насіння.

Превікур 607 СЛ – водний розчин пропамокарбу гідрохлориду, 722 г/л. Передпосівний фунгіцид-протруєвач насіння буряків цукрових та кормових проти коренеїда нормою 4,0 л/т у складі захисно-стимулюючої композиції.

Промет 400 CS – мікрокапсульована водна суспензія фурато-карб 400 г/л. Фунгіцид для протруєння пшениці озимої від хлібної жужелиці, кукурудзи – від дротяників, буряків цукрових – від дротяників, звичайного бурякового довгоносика, чорного довгоносика, блішки, соняшника – від дротяника й довгоносиків. Насіння пшениці обробляють перед сівбою нормою 2 л/т. Насіння кукурудзи, буряків цукрових і соняшника інкрутують перед сівбою на насінних заводах відповідно нормою 25,0 л/т та 30 л/га.

Реал 200 – текучий концентрат суспензії триконазол, 200 г/л. Застосовується для обробітку зерна пшениці, жита, ячменю озимих, ячменю ярого, кукурудзи від летючої та твердої сажки, плямистості листя. Насіння обробляється перед сівбою дозою 0,2 л/т.

Сульфокарбатіон К – 90-95 % порошок N-(диоксотіолат-3-іл) дитіокарбамат калію 950 г/кг. Фунгіцид-протруєник насіння цукрових буряків від коренеїда східного (4,0 кг/га, протруєння насіння суспензією препарату 15 л води на 1 т насіння); зерна пшениці озимої та ярої – від кореневої гнилі, пліснявіння, сажкових хвороб (0,2-0,6 кг/га насіння перед сівбою); зерна кукурудзи – від кореневої гнилі, сажки (1,0 кг/т насіння перед сівбою).

Флуосан – текучий концентрат суспензії тирам, 533 г/л. Застосовують для протруєння насіння кукурудзи від пліснявіння насіння, кореневої та стеблової гнилі, пухирчастої сажки. Насіння обробляють перед сівбою нормою 3,0 л/т.

Фундазол – 50 % змочуваний порошок беномілу. Фунгіцид для протруєння насіння пшениці ярої та озимої проти летючої та твердої сажки, церкоспорельозної та фузаріозної

кореневої гнилі, снігової плісняви (норма препарату 2,0-3,0 л/т, розведеного в 10 л на 1 т насіння); ячменю ярого та озимого – від летючої, кам'яної, чорної летючої (несправжньої) сажки, фузаріозної кореневої гнилі (2,0-3,0 л/т, 10 л на 1 т); вівса – від летючої сажки, фузаріозної кореневої гнилі (2,0-3,0 л/т, 10 л на 1 т); жита озимого – від снігової плісняви, фузаріозної кореневої гнилі, стеблової сажки (2,0-3,0 л/т, 10 л на 1 т); проса – від фузаріозної кореневої гнилі, сажки (2,0 л/т, 10 л на 1 т); рису – від перикуляріозу, фузаріозної кореневої гнилі (2,0-3,0 л/т, 5-8 л на 1 т); люпину – від аскохітозу, фузаріозу, антракнозу, сірої гнилі, пліснявіння насіння (3,0 л/т, 10 л на 1 т + 0,2 кг нітрагіну на норму насіння 1 га); вики – від аскохітозу, фузаріозної кореневої та сірої гнилі (2,0 л/т, 5-10 л води + 0,4 кг/т молібденовокислого амонію); кормових багаторічних злакових трав – від пліснявіння насіння, аскохітозу, гелмінтоспоріозу, фузаріозу, ріжків (3,0-4,0 л/т, на 5-7 л води на 1 т насіння); конюшини – від фузаріозної кореневої гнилі (3,0 л/т, 5-10 л води на 1 т насіння); томати – від фузаріозного в'янення (5,0-6,0 л/т, 10 л води на 1 т насіння за 1-15 діб до сівби); капуста білокачанна – від сірої гнилизни (0,5 л/т обробіток качанів навесні 0,5 % суспензією препарату); морква (маточні коренеплоди) – від фомозу, білої та сухої гнилі (2,0 л/т, одноразове занурення коренеплодів в 5 % суспензію препарату перед зберіганням); яблуня – від фузаріозної кореневої гнилі, пліснявіння насіння (5,0 л/т, протруювання кондиційного насіння перед стратифікацією 5-10 л води на 1 т насіння); паслін, календула лікарська – від кореневої гнилі, борошнистої роси (5 л/т, протруювання насіння суспензією препарату, 10 л води на 1 т насіння); горох овочевий, кормовий, зерновий – від аскохітозу, гнилі кореневої, сірої (2,0 л/т, обробка насіння перед сівбою).

Допустимі рівні вмісту препаратів в об'єктах навколишнього середовища приведено у табл. 5.3.

Таблиця 5.3. ГДК протруювачів в об'єктах природного середовища

| Назва препарату | ДДД, мг/кг на добу | Максимально допустимі рівні вмісту у продукції сільськогосподарських рослин, мг/кг | ГДК, п.р.з., мг/м ³ | ГДК у повітрі, мг/м | ГДК у воді, мг/м ³ | ГДК у ґрунті, мг/кг |
|-----------------|-------------------------|---|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| Адіфур 35 СТ | 0,15 | Буряки цукрові – відс. | 5,0 | 0,05 | 0,3 | 0,4 |
| Апрон XL | 0,03 | Огірки 0,04, буряки цукрові – 0,05 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 0,05 |
| Байтан універ. | 0,03 | Зерно хлібних злаків, просо – відсут. | 0,5 | 0,01 | 0,05 | 0,02 |
| Вітавакс 200 | Контроль за карбоксином | | | | | |
| | 0,01 | Зерно хлібних злаків, овес, просо, кукурудза, горох – відсут. | 1,0 | 0,015 | 0,1 | 0,05 |
| | Контроль за тирамом | | | | | |
| | 0,005 | Зерно й олія кукурудзи, горох – відсут. | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,2 |
| Гаучо | 0,06 | Цукрові буряки, хміль – відс, виноград – 0,07 | 0,2 | 0,005 | 0,007 | 0,04 |
| Дерозал | 0,01 | Буряки цукрові – 0,1, зерно злаків – 0,2 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | 0,1 |
| Дивіденд | 0,002 | Зерно хлібних злаків – відсут. | 0,2 | 0,001 | 0,001 | 0,3 |
| Емістим С | 0,003 | Контролю не потребує | 1,0 | 0,001 | 0,02 | 0,1 |
| Івін | 0,003 | Томати, огірки – не потребує | 1,0 | 0,001 | 0,02 | 0,1 |
| Космос 250 | 0,00025 | Насіння ріпаку – 0,04, олія - 0,02 | 0,01 | 0,0004 | 0,001 | 0,05 |
| Максим 025 | 0,015 | Зерно пшениці, кукурудзи – відсут., гороху – 0,2 | 1,0 | 0,002 | 0,1 | 0,2 |
| Провікур | 0,02 | Капуста, томати й сік, огірки, баклажани, перець, кавуни – 0,05, буряки цукрові – 0,01 | 0,7 | 0,007 | 0,08 | 0,1 |
| Промет 400 | 0,003 | Зерно хлібних злаків, соняшника, кукурудзи, буряків цукрових – відс. | 0,05 | 0,0001 | 0,0006 | 0,05 |
| Реал 200 | 0,025 | У продуктах уміст не допускається | 0,2 | 0,002 | 0,001 | 0,05 |
| Сульфокарбатіон | 0,04 | Зерно пшениці, кукурудзи – 0,2, буряки цукрові – не допуск., картопля - 0,1 | 1,0 | 0,005 | 0,05 | 1,0 |
| Триман-1 | 0,003 | Картопля – 0,1, пшениця – 0,08 | 0,5 | - | - | - |
| Флуосан | 0,005 | Зерно й олія кукурудзи – відсут. | 0,5 | 0,05 | 0,01 | 0,2 |
| Фундазол | 0,02 | Зерно злакових хлібів – 0,5, рис – 0,5, цукрові буряки – 0,1, капуста, яблука, суніці, томати, лікарська сировина - не допускається | 0,1 | 0,001 | 0,1 | 0,1 |
| Штефазал | 0,0001 | Зерно хлібних злаків – 0,2, буряки цукрові – 0,1 | 0,1 | 0,001 | 0,1 | 0,1 |

Штефазал – концентрат суспензії карбендазим, 500 г/л. Застосовують для протруювання насіння ячменю ярого та озимого проти сажкових хвороб, кореневої гнилі, снігової плісняви. Норма препарату 1,5 л/т насіння, розведеного в 10 л води.

При інкрустації насіння використовують наступні стимулятори росту рослин, які вироблено в Україні.

Агростимулін – водна суспензія розчинна (N-оксид-2,6-диметилпіридину і комплекс ростових речовин). Використовують для інкрустації насіння пшениці озимої, ячменю ярого, гречки, сої, гороху, люцерни, конюшини для підвищення родючості. Норма витрати препарату 5-10 мл/т насіння.

Бетастимулін – 5,1 % водна суспензія розчинна (N-оксид 2,6-диметилпіридину з щавлевою кислотою та Емістимом С). Застосовують для інкрустації насіння буряків цукрових для підвищення врожайності. Норма витрати препарату 15 мл/т насіння.

Зеастимулін – 5,1 % водна суспензія розчинна (N-оксид 2,6-диметилпіридину з мурашиною кислотою + Емістим С). Застосовують для інкрустації насіння кукурудзи для підвищення врожайності. Норма витрати препарату 15 мл/т насіння.

Фумар – 1 %, 10 % рідина диметилового ефіру амінофумарової кислоти. Застосовують для інкрустації насіння пшениці, ячменю, рису, соняшника для підвищення врожайності. Норма витрати препарату 1-2 мл/т насіння.

При дражируванні насіння застосовують наступні регулятори росту рослин, що виробляють в Україні.

Вермісол – розчин комплексу гумінових кислот, вітамінів і гормонів; сухий залишок – 5-15 г/л. Застосовують для змочування насіння пшениці, томатів із метою підвищення врожайності. Норма витрати препарату для пшениці 12-15 л/т, для томатів – 0,4 % розчин.

Вермістим – розчин природних фізіологічно-активних речовин, мікро- та макроелементів. Проводять обробіток насіння для підвищення врожайності зернових, кукурудзи, гречки, проса, рису, соняшника, буряків цукрових та кормових, льону, ріпаку, бобових, капусти, картоплі, томатів, огірків, цибулі, моркви, баштанних, ефіроолійних, квітів. Норми витрати препарату 3-10 л/т.

Емістим С – водний розчин екстракту ростових речовин в 60 % етанолі. Випускають в ампулах 1,2,5 см³ та флакони 100 см³. Застосовують для передпосівного обробітку насіння одночасно з протруюванням для підвищення енергії проростання та польової схожості насіння, поліпшення якості продукції, збільшення врожаю, зменшення вилягання **пшениці озимої, ячменю, ріпаку, рису, гречки, кукурудзи**. Норма витрати 10 см³ в 10 л води на 1 т насіння.

Для насіння **томатів, огірків, перцю солодкого, цибулі, кавунів, дині** застосовують змочування насіння протягом 6 годин нормою 5 мл в 10 л води на 1 т насіння. Це сприяє підвищенню енергії проростання та польової схожості насіння, поліпшення якості розсади, прискорення термінів дозрівання плодів, покращання їх якості, збільшення врожайності, зменшення вмісту нітратів та важких металів. З такою ж метою, як і овочі обприскують **бульби картоплі** перед висаджуванням нормою 3 мл в 20 л води на 1 т.

Івін – водний розчин (N-оксид – 2,6-диметилпіридину. Ампули 1, 10 мг в 1; 2 см³; 100 мг д.р в 5 см³. Передпосівне замочування **насіння томатів і огірків** на 18-24 години з метою підвищення врожайності, прискорення дозрівання плодів, поліпшення якості продукції - зменшення вмісту важких металів і нітратів, збільшення вмісту вітаміну С, цукрів, сухої речовини. Норма витрат для томатів 1 амп. 10 мг д.р. на 2 л води на 1 кг насіння, для огірків – 2 амп. 10 мг д.р. на 2 л води на 1 кг насіння.

Марс-У – 77 % рідина (поліетиленгліколь 400 – 230 г/л, поліетиленгліколь 1500 – 540 г/л, гумат натрію – 30 г/л. Використовують для обробітку насіння пшениці озимої, ячменю, вівса, проса, кукурудзи, гречки, гороху, соняшника, цукрових буряків одночасно з протруюванням для підвищення врожайності. Норма витрати 200 г/т насіння.

Триман-1 – кристалічний порошок (акво N-оксид-2 метил-піридин-марганець-/2/-хлорид). Використовують для передпосівної обробки насіння пшениці, вівса, ячменю,

жита та бульб картоплі для підвищення врожайності. Норми витрат препарату 0,1-20 г/т.

В Україні насіння кукурудзи, гречки, вівса інокулюють біопрепаратом “Клепс”, що дозволяє підвищити врожайність культур. **Клепс** – порошок (бактерії *Klebsiella oxytoca* ВН-13, титр 10^{12} куо/г та *Bacillus mucilaginosus* В-4901, титр 10^{6-8} куо/г). Норма витрат 10 г/т насіння.

Останнім часом інтенсивно вивчають й рекомендують виробництву для обробітку насіння різні препарати, що містять біологічно активні з'єднання, а також фізичні фактори (лазерне опромінення, магнітний обробіток і ін.).

5.7.4. Терміни сівби

Посіяти в кращі, оптимальні терміни - створити найбільш сприятливі умови тепла, вологи й світла для проростання насіння, а в наступному - для росту рослин, формування ними високого і якісного врожаю. Несвоєчасна сівба, коли сходи або дорослі рослини можуть потрапити в несприятливі умови (заморозки, суховії т.п.), може привести до втрати врожаю. Великі втрати врожаю спостерігаються при пізніх термінах сівби.

Терміни сівби різних культур залежать від їхніх біологічних особливостей і вимог до факторів середовища. **Усі ярі культури розділяють на дві групи. Перша група** - ранні ярі, насіння яких проростає при температурі нижчій 5°C , а сходи стійкі до заморозків. До цієї групи відносяться яра пшениця, ячмінь, овес, горох, боби, сочевиця, чина, люпин, нут, багаторічні і деякі однолітні трави (вика, середела). **Ці культури в більшості регіонів висівають у ранні або середні весняні терміни, коли ґрунт досягає стану спілості. У другу групу** входять теплолюбні культури, що проростають при $8-12^{\circ}\text{C}$ і нестійкі до заморозків. До них із зернових культур відносяться кукурудза, просо, сорго, рис; із бобових - соя й квасоля; з олійних - рицина, арахіс, кунжут; із прядильних - бавовник; а також баштанні - кавуни, гарбузи, дині, кабачки. Їх висівають при прогріванні верхнього (10 см) шару ґрунту до $10-12^{\circ}\text{C}$, а деякі, наприклад, баштанні, - $12-15^{\circ}\text{C}$ (**середньо весняні і пізно весняні терміни**).

Озимі культури - пшеницю, жито, ячмінь - висівають у **літньо-осінні терміни**, наприкінці серпня або вересні, приблизно за 50-60 днів до настання стійкого похолодання (сума температур $550-660^{\circ}\text{C}$), щоб сходи добре розкущились; це має велике значення для їхньої перезимівлі, при цьому не можна поспішати з посівом інтенсивних сортів на парових попередниках, тому що в цих полях ґрунт містить більше вологи. На чистому парі інтенсивні сорти краще висівати наприкінці оптимальних термінів.

Багато культур можна висівати в різний термін і використовувати як **післяжні** (літній ранній термін), **пожнивні культури** (літній пізній термін), для одержання другого врожаю в цей же рік. У різних регіонах у ці терміни висівають кукурудзу, просо, гречку, горох, віку, люпин, рапс і ін. на зелену масу для корму і на зелене добриво.

5.7.5. Способи сівби

Врожайність культур сівозміни залежить від правильного вибору способу сівби й ширини міжрядь. Цей вибір залежить від морфології (розмір, форма й ін.) рослини, мети вирощування, засміченості поля, якості підготовки ґрунту до сівби, наявності в господарстві необхідної техніки, прийнятої технології обробітку й збирання даної культури. Способи сівби вирішують дві основні задачі: 1) рівномірне розміщення насіння на площі поля, рівномірна та необхідна глибина їх посіву, щоб створити кращі умови для появи дружних сходів і найбільш повного використання рослинами світла, вологи й

поживних речовин; 2) створення умов для комплексної механізації обробітку сільськогосподарських культур.

Рядкова сівба із шириною міжрядь 15 і 20 см виконується рядковими сівалками. При сучасних нормах висіву зернових і інших культур відстань між насінням у рядку складає близько 1,2-1,5 см. У результаті має місце зайва загущеність рослин у рядках.

Вузькорядну сівбу виконують спеціальними дисковими або сошниковими сівалками з міжряддями 7,5 і 10 см. При цьому способі посіву насіння розподіляються так само рівномірно, як і при перехресному, але за один прохід сівалки, тобто з меншими витратами засобів і праці. У порівнянні зі звичайним рядковим способом при вузькорядному й перехресному посівах врожай озимих і ярових культур (пшениці, жита, ячменю), льону й інших підвищується в середньому на 0,2-0,3 т з 1 га.

Перехресну сівбу проводять рядковими сівалками у два проходи - уздовж і поперек, але зі зменшеною в 2 рази нормою посіву. У результаті насіння в рядку розміщуються на відстані близько 3 см; цим створюються кращі умови для використання рослинами світла, вологи і поживних речовин. Перехресну сівбу в подовжньому й поперечному напрямках ведуть одночасно двома сівалками, щоб зменшити холості перегони, стали застосовувати перехресно-діагональну сівбу. Поле, призначене для перехресно-діагонального посіву, поділяють на 3-4 частини у вигляді прямокутників і починають засівати їх від кута по діагоналі кожного прямокутника, потім сівалку повертають назад по сліду попереднього її проходу. Недолік перехресного посіву - подвійні витрати праці й енергії на посів.

Широкорядну сівбу проводять із шириною міжрядь 45 і більше см. При такій сівбі міжряддя обробляють культиваторами. У залежності від висоти й потужності тих або інших культур ширина міжрядь може досягати 90 см і більше.

При **гніздовому способі сівби** насіння в рядку розміщують окремими гніздами по кілька штук. Це дає змогу заощаджувати насіння, а за умови утворення кірки на важких ґрунтах кілька рослин із гнізда легше проникає на поверхню. Міжрядний механізований обробіток посівів виконують в одному напрямку.

Стрічковою називають рядкову сівбу декількома рядами, що утворюють стрічки, які чергуються з більш широкими міжряддями. Відстань між окремими рядками 7,5-15 см, між стрічками – 45-60 см. При однорядковій і стрічкової сівбі створюються умови для більш могутнього розвитку рослин і застосування механізованого догляду за посівами. Так висівають просо, гречку, коренеплоди й інші культури.

Пунктирна сівба. Ширококорядна сівба з одиночним рівномірним розподілом каліброваного насіння у рядках дозволяє здійснювати комплексну механізацію догляду за рослинами. Застосовують різні способи. Так, багаторічні трави на зелену масу сіють рядковим або вузькорядним способами, а на насіння - ширококорядним із міжряддями 45-60 см. Кукурудзу на зерно висівають із міжряддями 70 см, а при використанні гербіцидів для одержання зеленої маси практикують рядковий спосіб. На засмічених полях, у відсутності гербіцидів кормові боби, сою, квасоллю, нут доцільно висівати ширококорядним способом (45-60 см) для проведення міжрядного обробітку, а не рядковим способом.

Вузькорядний спосіб на полі з брилистою поверхнею застосовувати не слід, тому що великі грудки ґрунту не проходять між сошниками вузькорядної сівалки. У цьому випадку можлива лише рядкова сівба сівалкою з дисковими сошниками.

Квадратний спосіб сівби (садіння) – розміщення одиноких насінин у кутах квадрата. Обробіток ґрунту у міжряддях таких посівів виконують автоматизовано в декількох напрямках, що значно знижує затрати на догляд за посівами. Таким способом сіяли кукурудзу, соняшник, рицину.

Квадратно-гніздовий спосіб – розміщення кількох насінин, бульб або цибулин у кутах квадрата. Використовують при вирощуванні овочевих та деяких технічних культур. Дозволяє рівномірно розміщувати культури на площі, що сприяє кращій освітленості й меншій затраті праці при механізованому догляді за рослинами.

Борозенний спосіб сівби – розміщення насіння на дні спеціально створеної борозни.

Застосовують у посушливих районах при сівбі зернових колосових культур у більш вологий глибший шар ґрунту. Виконують сівалками, перед сошником якої є спеціальні боронувальники, що розчищають пересохлий ґрунт. Борозни захищають рослини від видування, сприяють накопиченню снігу взимку, що захищає від вимерзання. На таких полях значно рідше утворюється ґрунтова кірка, але влітку збільшується випаровування вологи через нерівність поверхні.

Гребневий спосіб сівби – розміщення насіння на спеціально створених підвищених місцях в умовах перезволожених і холодних ґрунтів. Використовують для вирощування картоплі, овочів у північних районах, що сприяє відводу води, кращому прогріванню, й доступу повітря. Висота гребенів 14-16 см, глибина загортання бульб – 4-5 см. Посіви здійснюють спеціальними сівалками – градувач-гребенеутворювач-сівалка ГСД-1,4.

Шаховий спосіб садіння застосовують при вирощуванні плодкових і ягідних кущових культур. Культури розмішують у шаховому порядку, а обробіток проводять у чотирьох напрямках. На схилах таке розміщення рослин сприяє зниженню водної ерозії.

Суцільну сівбу проводять вручну, використовують відцентрові розкидачі добрив, літаки, а також сівалки з вийнятими із сошників сім'япроводами або без сошників. Суцільну сівбу застосовують при підсіві багаторічних трав під озими в ранньовесняний період, при сівбі багаторічного люпину по снігу й ін.

Сівбу смугами, як і змішані посіви застосовують при обробітку кормових культур для підвищення поживності корму. Так висівають кукурудзу й сою, сорго й сою, кукурудзу й кормові боби. При цьому чергуються смуги злаків і бобових, що засівається одним або двома проходами сівалки. При **змішаній сівбі** (міжряддя 7,5-15 см) насіння двох або декількох культур (вика й овес, горох і овес, озима вика й тритікале, і ін.) перемішують перед посівом і висівають в один рядок.

5.7.6. Норма висіву

Під нормою висіву розуміють кількість або масу схожих насінин, що висівають, на 1 га. Від норми висіву залежить густина стояння рослин, яка впливає на освітлюваність, вологоспоживання й забезпечення елементами живлення, що дуже важливо для одержання високого врожаю. Норми висіву не тільки для різних культур, але й для кожного сорту однієї й тієї ж культури змінюються в широких межах у залежності від ґрунтово-кліматичних умов і рівня агротехніки (табл. 5.4). Широкого поширення одержав **метод розрахунку норм висіву на основі необхідної густоти стояння рослин і маси 1000 насінин.** Для цього дослідним шляхом встановлюють, скільки потрібно висіяти кондиційних насінин даного сорту (у млн. шт. на 1 га), щоб мати густоту стояння рослин перед збиранням, необхідну для одержання високого врожаю.

Таблиця 5.4. Норма висіву, млн. схожих насінин/бульб на 1 га

| Культура | Норма |
|-------------------------|-----------|
| Льон | 16-20 |
| Тимофіївка | 7-10 |
| Ячмінь | 4-7 |
| Озима пшениця | 3-6 |
| Конюшина | 2-4 |
| Люпин багаторічний | 1,5-2 |
| Горох | 0,8-1,5 |
| Боби кормові | 0,6-1,1 |
| Соя | 0,3-0,8 |
| Кукурудза на силос | 0,07-0,12 |
| Картопля середньо рання | 0,03-0,07 |

Норму висіву насіння установлюють для кожної культури з врахуванням їх біологічних особливостей.

Для визначення норми висіву розраховують посівну придатність насіння (ПП), %:

$$ПП = ЧС/100.$$

де: Ч - чистота насіння, %; С – схожість насіння, %.

Наприклад, при чистоті насіння 99 % і схожості 95 % посівна придатність складе:

$$ПП = 99 \times 95/100 = 94,05 \%$$

Оптимальну норму висіву насіння встановлюють експериментально, а вагову (Н, кг/га) – за формулою:

$$Н = 100МА/ПП,$$

де: М – число насінин, млн. на 1 га; А – маса 1000 зерен, г.

Приклад. На 1 га потрібно висіяти 5 млн. зернин, при масі 1000 зернин 50 г і посівній придатності 94,05 %. Норма висіву складе:

$$Н = 5 \times 50 \times 100/94,05 = 264,8 \text{ кг/га}$$

Вирішальна умова при висіванні рослин - забезпеченість вологою, тому норма висіву усіх зернових культур закономірно зростає при русі з посушливих районів південного-сходу до вологих районів північно-заходу.

Норми висіву кожної культури й сорту, прийняті в господарстві на основі даних дослідних установ і місцевого досвіду, необхідно щорічно уточнювати з урахуванням посівної придатності насіння. Крім того, норма висіву залежить від термінів і способів сівби, запасів вологи в ґрунті й агротехніки. При перехресному й вузькорядному способах насіння висівають на 10-15% більше, ніж при рядковому, а в умовах широкорядних посівів, навпаки менше. При змушеному запізнюванні із сівбою, коли ґрунт підсихає, норму висіву підвищують на 10-15%.

5.7.7. Глибина сівби

Глибина сівби - відстань у вертикальній площині від поверхні ґрунту до нижньої частини насіння. Визначення глибини сівби для одержання дружних життєздатних сходів вимагає обліку багатьох умов: крупності насіння, виносу сім'ядоль на поверхню ґрунту й запасу поживних речовин у насінні. Чим крупніше насіння, тим при необхідності на більшу глибину їх можна сіяти: насіння кукурудзи - на 5-10 см, пшениці - на 3-8 см, а таких дрібнонасінних культур, як гірчиця, конюшина, люцерна, льон і ін., - на 1-3 см, при цьому треба враховувати також характер проростання і початкового росту сходів. Насіння рослин, що виносять при проростанні сім'ядолі на поверхню ґрунту (соя, льон, корене-плоди), сіяють на меншу глибину, ніж, наприклад, горох, чину, що не виносять сім'ядолі.

На ґрунтах легкого гранулометричного складу, що швидко просихають, застосовують більш глибоке закладення насіння, ніж на ґрунтах важкосуглинкових і глинистих. У північних районах у міру підвищення зволоження всі культури сіють на меншу глибину, ніж у чорноземній зоні і тим більше в південних посушливих районах нашої країни. В усіх природних зонах і при сівбі всіх сільськогосподарських культур насіння необхідно зашпаровувати у вологий шар ґрунту. Це неодмінна умова одержання повноцінних, одночасних сходів. Разом із тим варто пам'ятати, що при зайво глибокому закладенні насіння велика частина запасу пластичних речовин насіння (до 70%) витрачається на подолання проростком опору шару ґрунту над насінням, у результаті поява сходів затримується, має місце сильна розрідженість посівів, ослаблені рослини ушкоджуються хворобами, заглушаються бур'янами.

5.7.8. Контролювання якості посівних робіт

Основний показник якості сівби - висів заданої кількості насіння кожним сошником на однакову глибину. Залежить від двох основних умов - **старанності регулювання сівалки й доброякісності передпосівної підготовки ґрунту.** Важливо регулюванням установити однакову відстань між сошниками сівалки, тому що в зближених рядках у результаті конкуренції рослини зріджуються, а збільшені міжряддя заростають бур'янами.

Перед початком сівби розмічають поле, провішують лінії поворотних смуг, а також лінію для першого проходу при русі трактора за візиром. Під час сівби необхідно контролювати фактичну глибину закладення насіння промірами в декількох місцях поля. І якщо буде виявлено, що окремі сошники зашпаровують насіння дуже мілко або частина їх залишається на поверхні, а інші зашпаровуються занадто глибоко, цей недолік негайно усувають регулюванням. При неоднаковому заглибленні сошників насіння попадають на різну глибину, сходи з'являються недружніми, розвиток рослин у посіві буде нерівномірним і приведе до зниження врожаю. Особливо необхідно стежити за фактичним висівом насіння, висівом кожним сошником, і, якщо виявиться помітне відхилення від установленої норми (більш ніж на 3%), сівалку додатково регулюють, очищають сошники, що забилися.

Важливим показником якості сівби є прямолінійність рядків і точність установки маркерів, щоб не допустити просівів і зміни ширини стикових міжрядь. Це особливо важливо при широкорядній сівбі культур, догляд за якою включає міжрядний обробіток.

Основну оцінку якості посівів проводять після появи сходів.

5.7.9. Післяпосівний обробіток і догляд за посівами

Післяпосівний обробіток – система заходів обробітку ґрунту від сівби (садіння) до збирання сільськогосподарських культур. У системі післяпосівного обробітку ґрунту виділяють три етапи: обробіток ґрунту відразу після сівби, обробіток від сівби до появи сходів, обробіток ґрунту після появи сходів.

Обробіток ґрунту відразу після сівби має завдання створення умов якнайшвидшої появи сходів, тобто повного контакту насіння з ґрунтом та вирівнювання поверхні. Для цього застосовують боронування, шлейфування, коткування.

Обробіток ґрунту від сівби до появи сходів проводять із метою знищення кірки й бур'янів у фазі “білої ниточки”. Для цього використовують ротаційні мотики, борони й котки.

Обробіток ґрунту після сходів – створення сприятливих умов для забезпечення рослин факторами життя в оптимальному співвідношенні відповідно до біологічних особливостей культури з поліпшенням фізичного стану середовища й знищення бур'янів.

Усі заходи післяпосівного обробітку посівів при вирощуванні різних культур можна об'єднати в наступні основні групи:

1. **Заходи, направлені на підсилення припливу води до насіння, що проростає** (коткування) або зменшення випаровування вологи, поліпшення аерації верхнього шару ґрунту (боронування, культивування ґрунту в міжряддях, розпушування захисних зон);

2. **Заходи контролювання бур'янів** (боронування поверхні до і після появи сходів, міжрядний обробіток ґрунту, хімічна прополка гербіцидами), **хвороб і шкідників.**

3. **Заходи, за допомогою яких управляють ростом і розвитком рослин і формують урожай** (кореневе й позакореневе підживлення, обробка біологічно активними речовинами, підкошування трав, передзбиральне видалення бадилля в картоплі, підсушування рослин на корені розчинами хімічних препаратів для зменшення вологості, висадження розсади й ін.).

4. *Заходи регулювання густоти стояння рослин для кращого використання ними світла, вологи й поживних речовин, одержання високого врожаю кращої якості (проріджування сходів).*

5.7.9.1. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за озимими культурами

Догляд за озимими культурами включає комплекс заходів, що здійснюються у різні періоди життя рослин. Особливе значення мають заходи захисту рослин від загибелі узимку. Восени при посіві озимих у пухкий ґрунт і при недостатньому зволоженні відразу ж проводять коткування кільчастими ковзанками ЗКШ-6, КЗК-10. Ущільнення й вирівнювання поля сприяє появі дружних сходів, збільшує польову схожість, створює кращі умови для зміцнення й перезимівлі рослин. При догляді за озимим житом, особливо при переростанні озимих, ефективно боронування. На легких ґрунтах його проводять боронами із середніми зубами БЗСС-1, на важких - важкими боронами БЗТС-1 поперек рядків у два сліди. Неприпустиме пасіння худоби на посівах озимих, котра різко погіршує їхню перезимівлю і веде до зниження врожаю.

Для підвищення морозовитривалості озимих культур, особливо озимої пшениці й ячменю, важливого значення набуває внесення під час посіву в рядки *гранульованого суперфосфату* ($P_2O_5 = 16-18\%$, норма внесення 25-50 кг на 1 га) і осіннє підживлення фосфорно-калійними добривами, що сприяє кращому загартуванню рослин, підвищує стійкість до низьких температур і грибних захворювань.

Добрива під посіви озимих зернових культур вносять у рядки під час сівби або під час основного обробітку ґрунту. Мінеральні вуглеамонійні солі вносять під культивування нормою 60-90 кг/га, органо-мінеральні біоактивні суміші “Перетворювач”, “Перетворювач С”, “Перетворювач У” – перед сівбою нормою 1,5-3,0 т/га. *Вуглеамонійні солі (ВАС)* – гранули, кристали NH_4 – 17 %, CO_2 – 54 %. *Перетворювач* – N – 4-9 %, P – 1,5 %, K – 2-8 %.

У центральних, південних і південно-східних малосніжних районах країни в боротьбі з вимерзанням прагнуть нагромадити товстий сніговий покрив, що захищає озимі від прямої дії морозу і шкідливого впливу крижаної кірки. Ефективність вчасно проведеного снігозатримання дуже велика. За даними наукових установ цих регіонів снігозатримання підвищує врожай озимої пшениці на 0,4-1,2 т зерна з 1 га.

Оснovo весняного догляду за посівами озимих складає раннє підживлення (слідом за сходом снігу) *азотними й азотно-фосфорними добривами, а на сильно розвинених озимих - фосфорними й калійними, щоб попередити полягання.*

Разом із тим, не слід вносити азотні добрива рано навесні по замерзлій поверхні ґрунту, що рекомендувалося раніше, тому що в цьому випадку значна частина добрив змивається талими й дощовими водами у водойми, забруднюючи їх. Збільшення врожаю зерна озимих від своєчасного раннього весняного підживлення азотом (20 кг на 1 га) складає 0,3 т і більше з 1 га.

На нормально розкущених з осені перезимованих озимих не менш важливе значення має весняне боронування посівів для розпушення ущільненого за зиму верхнього шару ґрунту; це охороняє від випаровування ґрунтової вологи й поліпшує проникнення в ґрунт води й повітря. Боронування разом із тим дозволяє видалити з посівів відмерле листя, що часто є джерелом зараження рослин сніжною цвілью й ін. патогенами. Збільшення врожаю зерна озимих від своєчасного боронування складає в середньому 0,2-0,3 т на 1 га. Слабо розкущені або зріджені посіви, а також посіви на легких ґрунтах і в районах вітрової ерозії боронувати недоцільно.

На посівах, де за зимово-весняний період відбулося випирання вузлів кущіння, проводять *коткуванням* важкими ковзанками, щоб притиснути вузли кущіння до ґрунту й створити умови для укорінення й додаткового кушіння рослин.

Для контролю шкідників (хлібна жужелиця, шкідлива черепашка, хлібна смугаста блішка) посіви озимої пшениці й ін. обробляють інсектицидами. Обробку проводять з урахуванням економічного порога шкідливості (ЕПШ), а саме при наявності на 1 м² посіву личинок хлібної жужелиці 1-5 під час сходів і 1,5-2,0 на початку куціння озимих; хлібного жука-куски - 3-5 у період цвітіння й формування зерна, 6-8 штук на 1 м² посіву - у фазі молочної спілості; злакових мух - 30-50 шт. на 100 змахів сачком у період сходів; хлібної п'явиці - 40-50 шт. на 1 м² у період куціння - виходу в трубку.

Характеристика інсектицидів для контролю шкідників й допустимі рівні вмісту в об'єктах природного середовища.

Базудин, 600 EW – 60 % водна емульсія діазинон. Застосовується для обприскування **пшениці** від шкідливої черепашки, п'явиці, попелиці, трипси, хлібної жужелиці (норма 1,5-1,8 л/га, в період вегетації, востаннє за 30 днів до збирання, не більше 1 разу); **гороху** – проти попелиці горохової, зернівки, горохової плодожерки (0,5-0,75 л/га, в період вегетації, за 20 днів до збирання, 1 раз); **яблуні** – проти яблуневого квіткоїда, сірого брунькового довгоносика, листовійки, попелиці (1,2 л/га, в період вегетації, за 20 днів, 1 раз); **троянди ефіроолійної** – проти хлібної жужелиці (1,5 л/га, в період вегетації, за 20 днів до збирання, не більше 2 раз).

Бульдок – концентрат емульсії бута-цифлутрин, 25 г/л. Новий піретроїд для інтенсивних технологій. Застосовується для обрис-кування посівів **пшениці, ячменю** проти попелиці, клопів, черепашки, п'явиці (норма 0,25 л/га, в період вегетації, останнє за 20 днів до збирання, не більше 1 за вегетацію); **картоплі** – проти колорадського жука (норма витрати 0,25 л/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 1 за вегетацію); **ріпаку** – проти ріпакового квіткоїда, пильщика (норма 0,3 л/га, в період вегетації, останнє за 20 днів до збирання, не більше 1 за вегетацію); **яблуні** – проти листовійки, плодожерки (норма 0,5 л/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 1 за вегетацію); **виноградників** – проти гронової листовійки, кліща (норма 0,3-0,4 л/га, обприскування насаджень на початку відродження гусені гронової листовійки I і II віку, останнє за 30 днів до збирання, не більше 2 за вегетацію). Характеризується швидкою початковою дією, мінімальною кількістю робочої рідини, малою фітотоксичністю, безпечністю для навколишнього середовища.

Данадим – 40 % концентрат емульсії диметоат, 400 г/л. Системний інсектицид широкого спектра дії. Застосовується для обприскування **пшениці озимої** проти клопа, шкідливої черепашки, злакової мухи, попелиці, трипси (норма 1,0-1,5 л/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 2 за вегетацію); **буряків цукрових** – проти попелиці листяної, блішки, мухи й молі мінуючої, клопів (норма 0,5-1,0 л/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 2); **гороху** – проти попелиці, горохової плодожерки (норма 0,5-1,0 л/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 2); **картоплі насінної** – проти попелиці, молі картопляної (норма 2,0 л/га, в період вегетації, останнє за 20 днів до збирання, не більше 2); **хмелю** – проти кліщів павутинних, попелиці, совки (норма 4,0-6,0 л/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 2); **яблуні** – проти плодожерки, щитівки, листовійки, молі, попелиці (норма 2,0 л/га, в період вегетації, останнє за 40 днів до збирання, не більше 1); **сливи** – проти кліща, попелиці, плодожерки (норма витрати 2,0 л/га, в період вегетації, останнє за 40 днів до збирання, не більше 1 за вегетацію).

Сумітїон – 50 % концентрат емульсії фенітроїон. Фосфорорганічний інсектицид із сильною контактно-кишковою дією ураження. Застосовується для обприскування посівів **пшениці** проти клопів, шкідливої черепашки (норма 0,6-1,0 л/га, в період вегетації, востаннє за 15 днів до збирання, не більше 2 раз); **пшениці** – проти листовійки злакової (норма 1,0 л/га, обробіток крайових смуг шириною до 150 м у фазі виходу рослин у

трубку, востанне за 15 днів до збирання, не більше 1 разу); **пшениці** – проти совки зернової (норма 2,0-2,5 л/га, в період вегетації, востанне за 15 днів до збирання, не більше 1 разу); **ячменю** – проти попелиці (норма 0,5 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 1 разу); **рису** – проти попелиці (норма 1,0 л/га, в період вегетації, востанне за 30 днів до збирання, не більше 1 разу); **буряків цукрових** – проти совки, молі та мухи мінуючої, клопів, лучного метелика, попелиці листяної (норма 0,6-1,0 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **тютюну** – проти лучного метелика, бавовняної совки, попелиці, коваликів, мідяку, довгого-сика, чорниці, саранових (норма 1,0-1,4 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз, а саранових – 1 разу); **жита, пшениці, ячменю, соняшника, рису, буряків цукрових та столових, вишні, яблуні, груші** – проти саранових (норма 0,8-1,5 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 1 разу); **конопель** – проти блішки конопляної, листовійки конопляної (норма 1,0-1,5 л/га, в період вегетації, востанне за 30 днів до збирання, не більше 2 раз); **яблуні, груші** – проти плодожерки, мінуючої молі, щитівки, несправжньої щитівки, попелиці (норма витрати 1,6-3,0 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **вишні, сливи** – проти плодожерки сливової, щитівки не справжньої, щитівки, попелиці (норма витрати 1,0-2,0 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз за вегетацію).

Сумі-альфа – 5 % концентрат емульсії диніконазол, 50 г/л Системний пиретроїд широкого спектру дії. Володіє репелентною та антифідінговою дією. Застосовується для боротьби із шкідниками **пшениці, ячменю, винограду, хмелю, гороху, ріпаку, капусти** та на **пасовищах** проти сарани. Норма витрати до 1,5 л/га. Безпечний для бджіл у період медозбору на посівах гірчиці й ріпаку.

Фуфанон – 57 % концентрат емульсії малатон, 570 г/л. Контактний інсектицид широкого спектра дії. Застосовується для обрискування посівів **пшениці озимої** проти клопа шкідлива черепашка, трипси, попелиці (норма 1,2 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **соняшника** – проти клопів, попелиці (норма 0,6 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **буряків цукрових** – проти попелиці, довгоносіка, мухи й молі мінуючої, бурякової блішки (норма 1,0-2,5 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **гороху** – проти попелиці, плодожерки, горохової зернівки (норма 0,5-1,2 л/га, в період вегетації, востанне за 30 днів до збирання, не більше 1 разу); ріпаку ярого – проти ріпакового квіткоїда (норма 0,6-0,8 л/га, в період вегетації, не більше 2 раз); **хмелю** – проти попелиці, паву-тинних кліщів, пильщиків (норма 3,0-6,0 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **капусти** – проти комплексу шкідників (норма 1,2 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **яблуні, сливи** – проти пло-до-жерки, попелиці, щитівки, листовійки (норма 2,0 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **виноградників** – проти кліщів, червиці (норма 1,0 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз).

Фюрі – 10 % водна емульсія малатіон, 570 г/л. Застосовується для обприскування посівів **пшениці, ячменю** проти шкідливої черепашки, п'явиці, попелиці, хлібних жуків (норма 0,07 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **картоплі** – проти колорадського жука (норма 0,07 л/га, в період масового відродження личинок, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **гороху, горошку зеленого** – проти попелиці, зернівки, плодожерки, трипси (норма 0,07-0,1 л/га, востанне за 30 днів до збирання, не більше 2 раз); **льону** – проти льонової блішки (норма 0,1-0,15 л/га, в період вегетації, востанне за 30 днів до збирання, не більше 2 раз); **капусти** – проти совки, білани, попелиці (норма 0,1-0,15 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 1 разу); **кавунів, дині** – проти попелиці (норма 0,1-0,15 л/га, в період вегетації, востанне за 30 днів до збирання, не більше 1 разу); **яблуні** – проти пло-до-жерки (норма 0,2-0,3 л/га, в період вегетації, востанне за 20 днів до збирання, не більше 2 раз); **виноградників** – проти гронової листовійки (норма витрати 0,15 л/га, в період вегетації,

востаннє за 20 днів до збирання, не більше 2 раз). Допустимі рівні вмісту інсектицидів в об'єктах навколишнього середовища приведено у табл. 5.5 (Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні, 2008.).

Для запобігання розвитку хвороб (бурої іржі, борошнистої роси, кореневої гнилизни й ін.) посіви озимих обробляють одним із фунгіцидів у наступних дозах: байлетон, 25% с.п. (0,6 кг/га), тилт, 25% к.е. (0,5 л/га), у фазах кушіння - виходу в трубку. З появою хвороб обробіток проводять повторно. Обробіток посівів озимих фунгіцидами проводять з обліком ЕПШ, а саме: проти бурої й жовтої іржі, борошнистої роси - при середньому ступені ураження листків - 1%, проти стеблової іржі - 0,1% і септоріозу - 5% уражених рослин.

При збігу термінів обробки проти хвороб, шкідників, бур'янів і полягання в практиці використовують **бакові суміші** препаратів, що економічно дуже вигідно, значно скорочує число обробок. Для обробок посівів пестицидами (хімічними засобами захисту) використовують **обприскувачі** (ОПШ-15, ОП-2000, ПОМ-630 і ін.), робочий розчин готують на розчинних вузлах або на машині СТК-5.

Таблиця 5.5. ГДК вмісту інсектицидів в об'єктах навколишнього середовища

| Назва препарату | ДДД, мг/кг на добу | Максимально допустимі рівні вмісту у продукції сільськогосподарських рослин, мг/кг | ГДК, п.р.з., мг/м ³ | ГДК у повітрі, мг/м | ГДК у воді, мг/м ³ | ГДК у ґрунті, мг/кг |
|-----------------|--------------------|--|--------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| Актелік 500 | 0,01 | Буряки цукрові – 0,2, зерно хлібних злаків – 5,0, огірки, томати - 0,2, селера – 0,05, виноград – 0,5, суниця, малина, смородина, агрус, горобина чорноплідна, обліпіха, лікарські рослина – відсут., печериці – 0,05, | 2,0 | 0,001 | 0,01 | 0,5 |
| Арриво | 0,003 | Зерно хлібних злаків – 0,1, буряки цукрові – 0,05, картопля – 0,02, кавуни, диня – 0,2, яблука – 0,01, виноград – відсут. | 0,2 | 0,04 | 0,006 | 0,02 |
| Бульдок | 0,01 | Зерно хлібних злаків, насіння ріпаку, ріпакова олія, картопля, яблука – відсут., виноград – 0,02, виноградний сік – 0,01 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,04 |
| Данадим | 0,0005 | Зерно хлібних злаків – 0,1, цукрові буряки – 0,05, хміль – 0,1, горошок зелений – 0,1, горох зерновий – 0,2, слива – 0,05, яблука – 0,02. | 0,5 | 0,003 | 0,03 | 0,3 |
| Дімілін | 0,02 | Зерно й олія кукурудзи – 0,1, насіння соняшнику – 0,15, олія соняшникова – 0,1, капуста – 0,05, яблука – 0,05, лісові ягоди – 0,02, дикоростучі гриби – 0,1, печериці – 0,2, яблучний сік – 0,01. | 3,0 | 0,006 | 0,006 | 0,07 |
| Конфідор | 0,06 | Картопля – 0,05, огірки, томати – 0,1, томатний сік – 0,05. | 0,2 | 0,005 | 0,007 | 0,04 |
| Моспілан | 0,01 | Картопля – 0,025, томати, огірки – 0,1, томатний сік – відсут. | 0,2 | 0,003 | 0,02 | 0,1 |
| Сумітїон | 0,003 | Зерно хлібних злаків, рис – 1,0, буряки цукрові та столові, тютюн, яблука, груша, слива, вишня – 0,1. | 0,1 | 0,005 | 0,006 | 1,0 |
| Сумі 8 | 0,001 | Зерно хлібних злаків – 0,05 | 0,01 | 0,005 | 0,004 | 0,1 |
| Фуфанон | 0,02 | Буряки цукрові – 0,5, горошок зелений – 0,1, горох – 3,0, капуста – 0,05, зерно хлібних злаків – 3,0, хміль – 1,0, соняшник, ріпак, виноград – 0,2, ріпакова олія – 0,5, яблучний та сливовий сік – 0,05 | 0,7 | 0,007 | 0,08 | 0,1 |
| Фюрі | 0,003 | Картопля – 0,01 | 0,2 | 0,04 | 0,006 | 0,02 |

Для підвищення якості зерна в період кінця колосіння і пізніше (утворення й наливання зерна) проводять некореневе підживлення розчином сечовини (30-50 кг/га). Азот сечовини через 3-5 годин поглинається надземними органами рослин і використовується ними для формування запасного білка зернівки. Некореневе підживлення проводять у вечірні години.

5.7.9.2. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за ярими зерновими

Догляд за ранніми ярими зерновими культурами починається з післяпосівного коткування ґрунту. Завдяки коткуванню висіяне насіння більш тісно стикається з ґрунтом, краще забезпечуються вологою, з'являються дружні й повні сходи і помітно підвищується врожай зерна, особливо ярої пшениці, - на 0,15-0,2 т з 1 га.

Важливим заходом догляду за посівами ярих культур є боронування, або *розпушування* ґрунту, до появи сходів - через 4-5 днів після посіву. Цей захід, виконують сітчастими або легкими зубовими боронами або ротаційними (обертовими) мотиками при утворенні ґрунтової кірки, що утрудняє появу сходів. Разом із тим боронування контролює бур'янисту рослинність і знищує до 75% і більше проростків у фазі білих ниток. Ефективне боронування посівів ярих культур після достатнього укорінення, яке проводиться поперек рядків або по діагоналі. Післясходове боронування підвищує врожай зерна вівса на 0,3-0,5 т з 1 га, гороху - на 0,2-0,4 т з 1 га. Успіх як досходового, так і післяпосівного боронування визначає його своєчасність і правильний підбір знарядь розпушування в залежності від типу ґрунту, його щільності, стану рослин і ступеню їхнього укорінення. Найбільш досконалим знаряддям розпушування ґрунту після появи сходів варто визнати обертову, або ротаційну мотилу, що майже не ушкоджує рослини.

Боротьба з поляганням посівів. Для запобігання вилягання посівів зернових культур застосовують регулятори росту рослин. Одним із таких препаратів є "*хлормекват-хлорид 460*" – концентрат суспензії хлормекват-хлорид, 460 г/л. Застосовують обприскування насіння у фазу кушіння рослин, нормою 2,0 л/га.

5.7.9.3. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за просапними культурами

Догляд за просапними культурами відрізняється великою розмаїтістю. При цьому враховують біологічні особливості рослин і ґрунтово-кліматичні умови тієї або іншої зони. Основу догляду, крім післяпосівного коткування ґрунту для одержання більш дружних і повних сходів, складають механізовані розпушування в міру ущільнення ґрунту й проростання бур'янів: до появи сходів і слідом за ними суцільне, а потім міжрядне.

Суцільне розпушування ґрунту спеціальними або звичайними боронами, ротаційними мотиками до і після появи сходів стали звичайним заходом догляду за посівами багатьох культур, особливо кукурудзи, картоплі, соняшника, цукрового буряка. **Великого значення набуває цей захід при ущільненні ґрунту й утворенні на його поверхні кірки, що затримує проростання насіння і приводить до зріджування сходів.** Необхідність у розпушуванні ґрунту й поліпшенні доступу повітря до коренів рослин підсилюється при похолоданні, що часто спостерігаються на півночі держави.

Суцільне розпушування ґрунту до і після появи сходів є одним із дієвих **засобів боротьби з бур'янами**. При першому боронуванні, якщо воно проводиться вчасно (не пізніше ніж за 3-4 дні до появи сходів), гине до 75-80% проростків однорічних бур'янів (у фазі білих ниток). Такий само ефект дає боронування після появи сходів кукурудзи, картоплі, цукрового буряка.

На ущільнених ґрунтах при глибокому закладанні насіння посіви обробляються важкими або середніми боронами у фазу: кукурудза – 2-5 листочків; соняшник – 2-3 пар справжніх листочків; сорго – 4-7 листочків; соя – першого трійчастого листка за висоти рослин 10-15 см; кормові боби – 2-3 листочків; гречка – першого справжнього листочка; просо – при кушінні за доброго укорінення рослин. Боронують посіви поперек або під кутом до напрямку сівби при швидкості 3-5 км/год. Боронування посівів соняшнику, буряків, баштанних культур краще виконувати після полудня, коли зникне роса, рослини підв'януть і знизиться крихкість і ламкість.

Знаряддя суцільного розпушування ґрунту, сітчасті борони, при своєчасному проведенні роботи можна використовувати й для **проріджування сходів**. Застосовують також механізоване проріджування сходів цукрового буряка й інших коренеплодів культиваторами – букетування. При цьому лапи культиватора встановлюються так, щоб у кожному відрізку рядка, або букетові, залишалися одна або дві рослини, наприклад, виріз 27 см, довжина букета 18 см.

Наступний догляд за просапними культурами полягає в систематичній **обробці міжрядь**. Терміни й глибина міжрядного обробітку визначаються станом ґрунту, засміченістю, умовами погоди. Мета цих робіт - не допустити появи бур'янів і підтримати ґрунт у пухкому стані, щоб створити найбільш сприятливі умови для життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, проникнення повітря до коренів рослин і збереження вологи. Сильне ущільнення ґрунту веде не тільки до втрати води, але й до зменшення вмісту в ньому доступних рослинам основних елементів живлення. Для підрізання бур'янів на культиватор встановлюють робочі органи - **бритви**; а якщо підрізання бур'янів необхідно сполучити з розпушуванням верхнього шару ґрунту, то - **стрілчасті лапи**. При сполученні культивації з підживленням добривами застосовують культиватори-рослинопідживлювачі.

Посіви цукрових буряків починають підгортати при утворенні 4-5 пар справжніх листочків і повторюють у міру появи бур'янів.

Міжрядну культивацію **картоплі** з одночасним боронуванням сітчастими або профільними боронами здійснюють, коли ростки бульб мають висоту 3-4 см.

Олійні культури підгортають за висоти рослин 30-40 см і висоти бур'янів не більше 10 см, щоб їх можна було б присипати ґрунтом і вони не продовжували вегетацію.

Щоб забезпечити розпушування ґрунту в міжряддях і захисних зонах, де зосереджується основна маса коренів рослин, культиватори обладнують ланками проплювальних борін або спарених голчастих дисків ротаційних мотик. Розпушування захисних зон одночасно з міжрядним обробітком підвищує врожай зерна кукурудзи на 0,4-0,8 т з 1 га. Деякі культури (картоплю, кукурудзу) підсапують. Прекрасний стан міжрядь після обробітку фрезерними культиваторами.

Характеристика інсектицидів для контролю шкідників на посівах просапних культур.

Актеллік 500 ЕС – концентрат емульсії приміфос-метил, 500 г/л. Застосовується для обприскування сходів **буряків цукрових** від довгоносика, мертводів, блішки й листяної попелиці (норма відповідно 2,0, 1,5, 1,0 л/га, останній термін за 20 діб до збирання врожаю, але не більше 2 обробітків за вегетацію); **огірків, томатів закритого ґрунту** – від білокрилки, кліщів, попелиці, трипси, мінуючої мухи, комариків (норма 3,0-5,0 л/га, в період вегетації за 3 дні до збирання, не більше 2 раз); **огірків, томатів відкритого ґрунту** - від білокрилки, кліщів, попелиці, трипси (норма 0,3-1,5 л/га, в період вегетації, за 20 днів до збирання, не більше 2 обробок); **багаторічних трав на насіння** – від довгоносиків, товстонижки, клопів, попелиці, галиці, трипси, вогнівки, лучного метелика (1,0-1,5 л/га, в період вегетації, за 20 днів до збирання, не більше 2 обробок); **троянди** – від попелиці (2,4 л/га, в період вегетації, за 20 днів до збирання, не більше 2 обробок); **селери, шавлії** – від попелиці, довгоносика (1,0 л/га, в період вегетації. За 30 днів до збирання, не більше 2 обробок).

Арріво – 50 % концентрат суспензії циперметрин. Застосовують для обприскування **буряків цукрових** проти підгризаючої совки, попелиці (норма 0,4 л/га, в період вегетації, востаннє за 20 днів до збирання); **картоплі** – проти колорадського жука, картопляної молі (0,1-0,16 л/га, в період вегетації, за 20 днів до збирання, не більше 2 разів); **люцерни** – проти фітономусу (0,24 л/га, в період вегетації); **кавунів, дині** – проти підгризаючої совки (0,24-0,32 л/га, в період вегетації, за 20 діб до збирання, не більше 2 раз).

Дімілін – змочуваний порошок дифлубензурон, 250 г/кг. Застосовують для суцільного обприскування **кукурудзи, соняшника** проти саранових (0,09-0,12 кг/га, в період вегетації відповідно 8-10 та 12-18 листочків, останнє за 25 днів до збирання, не більше 1 разу); **капусти** – проти совки, білянки, молі (0,08-0,12 кг/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання, не більше 1 разу за вегетацію); **яблуні** – проти плодожерки, молі мінуючої (0,6 кг/га, в період вегетації, останнє за 30 днів до збирання не більше 1 разу за вегетацію); **хвойних лісових культур** – проти соснових пильщиків, соснового шовкопряда (0,1-0,2 кг/га, в період вегетації авіаобробки при виявленні шкідника, останнє за 7 днів до збирання, не більше 1 разу); **листяних лісових культур** – проти листовійки, п'ядуна, непарного шовкопряда (0,1 кг/га, в період вегетації, останнє за 7 днів до збирання не більше 1 разу за вегетацію).

Конфідор – водний розчин концентрований імідаклоприд, 200 г/л. Застосовують для обприскування **картоплі, томатів** проти колорадського жука (норма 0,2-0,25 л/га, в період вегетації, востаннє за 20 днів до збирання, не більше 1 разу); **томатів закритого ґрунту** – проти тепличної білокрилки (норма 0,25 л/га, в період вегетації, востаннє за 3 дні до збирання, не більше 1 разу); **огірків закритого ґрунту** – проти тепличної білокрилки, попелиці (норма 0,6 л/га, в період вегетації, востаннє за 3 дні до збирання, не більше 1 разу); **хмелю** – проти попелиці (норма 0,2-0,25 л/га, в період вегетації, востаннє за 30 днів до збирання, не більше 1 разу); **яблуні, сливи** – проти сисних шкідників, яблуневої та сливової попелиці (норма 0,25 л/га, в період вегетації, востаннє за 30 днів до збирання, не більше 1 разу); **виноградників** – проти виноградної листовійки, листової форми філоксери (норма 0,15-0,2 л/га, в період вегетації при появі шкідників, востаннє за 30 днів до збирання, не більше 1 разу).

Моспілан – розчинний у воді порошок, ацетаміприд, 200 г/кг. Застосовують для обприскування **картоплі** проти колорадського жука (норма витрати 0,02-0,025 кг/га, в період вегетації, востаннє за 35 днів до збирання, не більше 1 разу за вегетацію); **огірків і томатів закритого ґрунту** – проти білокрилки, попелиці (норма витрати 0,3 кг/га, в період вегетації, востаннє за 3 дні до збирання, не більше 1 разу за вегетацію); **яблуні** – проти каліфорнійської щитівки, мінуючої молі (норма витрати 0,5 кг/га, в період вегетації, востаннє за 45 днів до збирання, не більше 1 разу за вегетацію).

Підживлення мінеральними добривами в найбільш відповідальні періоди росту і розвитку рослин - один із найбільш ефективних заходів формуванням врожаю. Він є обов'язковою складовою частиною комплексів агротехнічних заходів із вирощування високих врожаїв просапних культур. При культиваціях проводять кореневе підживлення просапних культур азотом, а при необхідності й іншими елементами мінерального живлення, а також використовують **місцеві добрива**. Добрива зашпаровують у вологий шар ґрунту близько до коренів на глибину 8-10 см.

Для внесення перед сівбою та підживлення під культивуацію в період вегетації буряків цукрових, соняшника, кукурудзи, сої, томатів використовують **сульфат амонію** нормою 250-300 кг/га, **вуглеамонійні солі** – 60-90 кг/га, **комбіновані органо-мінеральні гранули “Гармонії”** – 0,2-1,0 т/га, органо-мінеральні біоактивні суміші **“Перетворювач”**, **“Перетворювач С”**, **“Перетворювач У”** – 0,5-1,5 т/га, **тукосуміш марки “А” та “Б”** – 360-480 кг/га, **“Фолігрім NPK”** – 1 л/га.

Сульфат амонію – гранули з додаванням мікрокількостей гумату амонію (калію, натрію), (гумат амонію – 0,1-1,0%, N – 21 %, P – 17 %, K – 10 %, S – 23 %, Na – 0,01-0,5 %).

Тукосуміш марки А – амофос 66 %, калімагnezія – 24 %.

Тукосуміш марки Б – амофос 50 %, калій хлористий – 40 %.

Фолігрім NPK – N – 23 %, P – 10 %, K – 13 %.

До числа найважливіших заходів догляду за багатьма просапними культурами відносяться вегетаційні поливи.

5.7.9.4. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за багаторічними травами

Догляд за посівами багаторічних трав. У перший рік життя при збиранні покривної культури, у яку підсівають трави, *залишають високу стерню*, щоб створити умови для кращої затримки снігу і тим самим охоронити рослини, особливо конюшину від вимерзання. При сильному рості трав після збирання покривних культур восени їх *підкошують у такий термін, щоб до настання стійких заморозків вони могли добре відрости*. Після підкошування трави добре підживити фосфорними й калійними добривами, що підвищують морозостійкість трав. Осіннє підживлення проводиться незалежно від підкошування. У районах із малосніжними зимами застосовують снігозатримання.

Для позакореневого підживлення рослин луків і пасовищ усіх ґрунтів України рекомендується використовувати комплексне мінеральне добриво “Еколіст” (N – 10 %, K₂O – 6 %, S – 5 %, Mg – 1,7 %, Ca – 0,5 %, B – 0,4 %) нормою 5-7 л/га.

Навесні другого року життя трав і першого року користування вчасно збирають і видаляють із поля стерню покривної культури тракторними або кінними граблями або боронами. Для підвищення врожайності багаторічних бобових трав велике значення має підживлення фосфорними й калійними добривами після кожного укосу (приблизно 1,5-2 ц суперфосфату і 0,5-0,7 ц хлористого калію на 1 га). Після підживлення поле боронують важкими боронами в 1-2 сліди. Восени для кращої перезимівлі поле конюшини й люцерни корисно обробити ретардантом.

Після другої перезимівлі, на *третьій рік життя* (другий рік користування), рано навесні трави підживлюють із наступним боронуванням важкими боронами в 1-2 сліди.

У догляді за *насінниками* багаторічних трав, крім звичайного підживлення фосфорно-калійними добривами, велике значення має внесення **мікроелементів** (бору, молібдену). При вирощуванні на насіння пізньостиглої конюшини (одноукісної) перед бутонізацією її *підкошують*, щоб затримати цвітіння й тим самим попередити ушкодження *конюшиновим насіннідом*, що часто наносить серйозний збиток врожаю. На насінники конюшини для кращого запилення рекомендується *вивозити бджіл* (5-10 родин на кожні 25 га насінників) приблизно за тиждень до цвітіння конюшини.

На закінчення необхідно підкреслити, що головне у догляді за посівами всіх культур, як і у всій агротехніці високих врожайів, - своєчасність і висока якість виконання кожного заходу.

5.8. Особливості обробітку ґрунту на меліорованих землях

Сільськогосподарські культури в умовах зрошення *меншою мірою зазнають впливу повітряної посухи й суховіїв*. Але при цьому *ґрунт зазнає й негативного впливу* – ущільнення, руйнування структури, зменшення пористості особливо верхніх шарів. Крім того, вода з верхнього шару вимиває у глибші мулисті частки. Це позначається на зниженні водопроникності ґрунту. *Ущільнення ґрунту спричиняє* послаблення мікробіологічних процесів і знижує накопичення доступних форм поживних речовин унаслідок сповільнення процесів газообміну між ґрунтом і атмосферою.

5.8.1. Особливості обробітку ґрунту в умовах зрошення

Зрошення великими поливними нормами *спричиняє вимивання нітратів* за межі кореневмісного шару, поступове підвищення рівня ґрунтових вод, заболочення й засолення ґрунтів.

Основні завданнями обробітку ґрунту в умовах зрошення – поліпшення агрофізичного стану орного й підорного шарів, створення сприятливих умов для

накопичення й збереження доступних форм поживних речовин, запобігання засоленню й заболоченню та посилення боротьби з бур'янами.

Для запобігання накопичення іригаційної води в пониженних елементах мікрорельєфу на землях, що зрошують проводять ретельне вирівнювання поверхні. Вирівнювання проводять на незасіяних площах улітку або восени після збирання врожаю скреперами або довго базовими планувальниками. Потім на всю площу вносять добрива й проводять глибоку оранку. Першого року після планування вирощують однорічні бобові трави для вирівнювання родючості ґрунту. В цей період може виникнути потреба в додатковому плануванні після просідання нагорнутого ґрунту. На другий рік вирощують багаторічні трави, які менше реагують на строкатість родючості, а надалі – усі необхідні культури.

Ретельне планування поверхні проводять на рисових чеках, щоб підтримати рівномірний шар води над ґрунтом, а також у разі поливу культур борознами й напуском смугами. При поливі дощуванням ретельного вирівнювання поверхні не проводять.

Якщо після збирання врожаю ґрунт сухий, то перед зяблевою оранкою проводять полив борознами або смугами, які залишають після попередньої культури. Перед оранкою стерні не лущать бо на сухих полях, як правило, бур'янів немає. Коли перед оранкою потреби в поливі немає, то зяблевий обробіток виконують так само, як і за богарних умов.

При великій засміченості полів коренепаростковими бур'янами після збирання врожаю **проводять лущення стерні** на глибину 6-8 см. За повторної появи бур'янів поле обробляють вдруге дисковими боронами на глибину 10-12 см, а наступне – на 14-18 см плоскорізами в агрегаті з голчастою бороною.

Обов'язково лущать поле після кукурудзи на силос, люцерни важкою дисковою бороною на глибину 8-10 см, щоб зменшити ущільнення. Після просапних і післяжнивних культур потреба в лущенні відпадає. Поля орють відразу після збирання врожаю.

За умов зрошення для кращого водо- й повітропроникнення, ефективної боротьби з бур'янами на чорноземах південних і каштанових слабосолонцюватих ґрунтах **проводять глибоку оранку** до 30-32 см під кукурудзу, овочеві культури і після багаторічних трав з обов'язковим внесенням великих доз органічних добрив. Під післяжнивні культури орють на глибину 18-20 см.

На каштанових слабо солонцюватих ґрунтах Миколаївської, Херсонської областей та Автономної Республіки Крим **ефективне поглиблення орного шару до 35-40 см** з обов'язковим внесенням високих норм органічних добрив. На солонцях і солонцюватих ґрунтах для запобігання вивертання солонцевого горизонту на поверхню **проводять триярусну оранку у поєднанні з хімічною меліорацією**. На важких ґрунтах із високими нормами поливу глибоку оранку проводять через кожні два-три роки, на легких – рідше. В умовах Краснознам'янської зрошувальної системи на каштанових ґрунтах під рис оранку здійснюють на глибину 20-22 см.

Допосівний обробіток зрошуваних ґрунтів під ярі культури мало відрізняється від обробітку в богарних умовах. Але слабо структурні ґрунти в умовах зрошення розпушують глибше, а під рис переорють на 18-20 см. Поверхню ґрунтів під ярі культури виорану й розпушену восени навесні вирівнюють боронами або шлейф-боронами.

Після боронування під ярі культури проводять культивуацію з боронуванням на глибину 6-8 см, а при глибокому розпушуванні зябу восени – обробіток здійснюють на глибину загортання насіння. У суху погоду після глибокої культивуації з боронуванням проводять передпосівне коткування ґрунту кільчасто-шпоровими котками.

При обробітку ґрунту під озиму пшеницю проводять полив до оранки за 25-30 днів до сівби. Цей захід підвищує врожайність зерна на 6-7 ц/га. Ще кращі результати отримують при проведенні **вологозарядкового поливу** дощуванням на зораному полі.

При зрошенні озиму пшеницю розміщують на пласті люцерни, після зернобобових і кукурудзи на силос. Люцерну орють після другого або третього укосів на глибину 28-30 см із попереднім лущенням стерні важкою дисковою бороною або лемішним лущильником на глибину 8-10 см

Грунтову кірку, яка утворилася до появи сходів культурних рослин, руйнують ротаційною мотикою або бороною БМШ-15. Після появи сходів проводять боронування, а міжряддя всіх просапних культур розпушують після кожного поливу при досягненні ґрунтом фізичної спілості.

Міжрядний обробіток просапних культур поєднують із щільюванням, нарізуванням борозен-щілин або більш глибоких орієнтирів на нарізаних щілинах.

5.8.2. Обробіток новоосвоєних земель та ґрунту в умовах осушення

На Поліссі та в західних областях України є багато заболочених і періодично перезволожених земель. Заплавні ґрунти в долинах річок, які затоплюються паводками є практично в усіх інших зонах. Для цих ґрунтів характерна низька ефективна родючість при високій потенціальній. Такі землі підлягають осушенню.

Ґрунтовий покрив зони надлишкового зволоження можна поділити на дві групи – **автоморфні й гідроморфні ґрунти**.

Автоморфні ґрунти не випробують тривалого застою вологи в горизонтах ґрунтового профілю (1,5 м) і не несуть стійких ознак гідроморфізму. До автоморфних відносять переважно зональні типи ґрунтів помірного поясу – вилугувані чорноземи, сірі лісові, дерново-підзолисті й підзолисті, бурі, дерново-карбонатні, заплавні дернові зернисті й шаруваті неоглеєні ґрунти й інші. Ці ґрунти можуть бути використані у сільському й лісовому господарстві без улаштування дренажу, а для покращання їх, водного режиму достатньо застосування агротехнічних та агро меліоративних заходів і зрошення.

Група **гідроморфних** ґрунтів, тобто ґрунтів, формування яких супроводжується застоєм вологи й появою у їх профілі чітких ознак гідроморфізму, поділяють ще на дві групи гідроморфних ґрунтів – **мінеральних і органічних**.

Заболоченими називають такі мінеральні гідроморфні ґрунти, в яких анаеробний період, зумовлений тривалим застоєм вологи, настільки тривалий, що затрудняє або взагалі виключає ріст і розвиток сільськогосподарських культур.

Усі **органогенні ґрунти**, ґрунти, які мають потужність торф'яного горизонту більше 30 см, є гідроморфними, і їх сільсько- й лісогосподарське використання потребує попереднього осушення.

Завдання осушувальній меліорації — перетворення боліт із надлишковим зволоженням у родючі землі, що забезпечують одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур. При видаленні надлишку вологи поліпшується не тільки водно-повітряний режим ґрунту, але й підвищується його тепло- й температуро-провідність, у результаті поліпшується тепловий режим ґрунту. Осушені землі тепліше перезволожених у середньому на 1,5-3°C. На них раніше закінчуються навесні і пізніше настають восени заморозки, що подовжує на 1-3 тижні і більше вегетаційний період для сільськогосподарських культур. На осушених землях можна вирощувати більш теплолюбні культури. Осушені ґрунти на 10-15 дів раніше поспівають навесні для обробітку; восени на них полегшуються умови для застосування і вискоефективного використання сучасної сільськогосподарської техніки. Тільки за рахунок цього річний виробіток на один трактор підвищується на 5-7%. Показник прохідності й продуктивності тракторів і сільськогосподарських машин в умовах інтенсифікації сільського господарства є однією з визначальних вимог при осушувальних меліораціях. Сучасні осушувальні меліорації доповнюють **культуртехнічними роботами**, що підвищують ефективну родючість ґрунту. **До складу культуртехнічних робіт входить**: розчищення земель від деревинно-чагарникової рослинності і похованої деревини, корчування пнів, збирання й вивезення каменів і мохового наросту, зарівнювання ям, траншей і старих каналів, капітальне планування поверхні, зрізування й оброблення купин, первинну обробка ґрунту, вапнування й внесення запланованих доз органічних і мінеральних добрив.

Важливою вимогою при виконанні робіт з освоєння меліорованих земель є максимальне збереження родючого шару ґрунту на всіх етапах гідротехнічних і культуртехнічних робіт.

Розчищення земель від деревної рослинності починають із вибору всієї ділової її частини. Потім дрібнолісся й чагарники зрізують кущорізами, а пні, що залишилися, і корені видаляють корчувальними машинами, після чого деревну масу вичісують корчувачами або боронами подрібнюють і перемішують із ґрунтом машинами для фрезерування чагарнику. Деревну рослинність і пні корчують корчувачами на тракторах Т-100 і Т-130 прямим або роздільним способами. Останній спосіб більш трудомісткий, але зберігає родючість ґрунтів.

Викорчувану масу переміщують на відстань 10-15 м від місця корчування і перевертають кореневою системою нагору, залишаючи в такому вигляді на термін, необхідний для просихання ґрунту на коренях (10-20 днів). Підсушену деревину підсушують, згрібають чагарниковими граблями в купи і спалюють. З торфовищ її вивозять на мінеральний ґрунт і спалюють.

Винесення гумусового шару ґрунту у вали після роздільного корчування складає 450-600 т/га, а після прямого в 1,5-2,0 рази більше. Це істотно знижує родючість ґрунту і її нерівномірність на площі. Порушення родючості ґрунту компенсують підвищеними дозами органічних добрив. Науковими дослідженнями встановлено, що для підвищення умісту гумусу в орному шарі мінеральних ґрунтів на 1% необхідно внести не менш 85-105 т/га гною або органічних компостів.

При проведенні культуртехнічних робіт **видаляють камені**, що знаходяться на поверхні ґрунту і сховані на глибині до 0,30 м. За ступенем засмічення каменями угіддя бувають: слабо кам'янисті (з обсягом каменів у шарі ґрунту 0-30 см до 5 м³/га), кам'янисті (5-25), середньокам'янисті (25-50) і сильно кам'янисті (понад 50 м³/га).

Видалення купин є одним з елементів культуртехнічних робіт. Закупинення визначають за ступенем покриття площі купинами й їх кількістю на 1 га. Розрізняють рослинні, землісті, пристовбурні і привалунні купини. Купини висотою 0,10-0,15 м видаляють важкими дисковими боронами за кілька проходів або фрезами. Більш високі купини обробляють фрезами, машинами типу МПГ-1,7 і МТП-42 або зрізують бульдозерами. Зимом видаляють купини при глибині промерзання ґрунту не більш 0,10 м і висоті снігу до 0,15 м.

Вирівнювання поверхні ґрунту містить у собі капітальне планування, а також вирівнювання мікрорельєфу. Капітальне планування включає зарівнювання старих каналів, траншей, котлованів великих водойм, виїмок, бугрів, кавальєрів, ям і т.д. Проводять його перед первинним обробітком ґрунту. Для цього використовують бульдозери, скрепери, грейдери, планувальники й інші машини.

Перед вирівнюванням мікрорельєфу на знову освоєваних землях проводять оранку на глибину 35-40 см, на староорних важких ґрунтах – на 18-20 см з дискуванням, на легких дерново-підзолистих супіщаних і піщаних - дискування в 1-2 сліди на глибину 8-10 см, на торф'яних ґрунтах після оранки виконують прикочування важкими водоналивними ковзанками. Оранку під зернові колосові культури, льон та однорічні трави проводять на глибину гумусового шару, а під просапні – поглиблюють на 3-5 см з обов'язковим внесенням органічних та мінеральних добрив.

Окультурення осушуваних земель є умовою одержання високих врожаїв і підвищення продуктивності меліорованих земель. Комплекс окультурення і підвищення родючості меліорованих земель включає заходи: систему обробітку ґрунту меліоративної спрямованості, підбор найбільш продуктивних культур, введення сівозмін, систему добрив, вапнування й гіпсування, добавку мінерального ґрунту до торф'яних ґрунтів.

Для якнайшвидшого окультурення торфоболотних ґрунтів як попередні культури можна вирощувати просапні протягом 2-3 років.

На ґрунтах, де після культуртехнічних робіт залишилися камені, кореневі залишки в

перший рік рекомендують висівати однолітні й багаторічні трави, на другий - озимі й картоплю, на третій - просапні. На низинних болотах у перший рік освоєння можна сіяти овес, озиме жито, на другий рік - просапні.

Перед розорюванням *багаторічних трав* проводять 1-2, а іноді й більше дискування пласта на слабо осушеному торфовищі за два тижні, а на добре осушеному – за 3-5 днів до оранки. Орють такі трави у вересні-жовтні під ярі культури суцільної сівби на глибину 22-24 см, під просапні – на 30-35 см.

На осушених землях *передпосівний обробіток мінеральних ґрунтів* такий, як і на звичайних землях. Після осушення, проведення культуртехнічних робіт *усувають дрібноконтурність угідь*, створюють великі поля (12-60 га і більше) з однорідним водним режимом і родючістю, що сприяє інтенсивному сільськогосподарському виробництву.

Обсяг повітря в кореновому шарі ґрунту для нормального газообміну з атмосферою (видалення вуглекислоти й надходження кисню в ґрунт) не повинен опускатися нижче 15-20 % обсягу пор при вирощуванні трав, 20-30 % — при вирощуванні зернових культур і 30-40 % — овочевих культур. Інші пори в ґрунті можуть бути заповнені водою.

Оптимальна вологість характеризується двома значеннями, у межах яких має змінюватися вологість у кореновому шарі ґрунту. Верхня межа допустимої вологості ґрунту визначається мінімальним значенням її аерації. Вологість ґрунту не повинна перевищувати 60-70 % повної вологоємності при вирощуванні овочевих культур, 70-80 % — зернових культур і 80-85 % - трав.

Нижня межа оптимальної вологості приблизно оцінюється в залежності від виду ґрунтів і рослин наступними величинами: для трав — 50-60 % НВ, для зернових - 45-50 %, для овочевих і технічних культур — 40-45 % НВ.

Оптимальна вологість повинна бути забезпечена в активному шарі ґрунту, товщина якого залежить від глибини проникнення коренів рослин і родючості ґрунту у його профілі. На осушуваних землях коренева система рослин рідко проникає на глибину більше 80-100 см, за винятком окремих видів трав. Потужність активного шару ґрунту, у якому має підтримуватися вологість в оптимальних межах, складає 20-30 см на початку вегетації, 30-50 см у середині і до 50-80 см наприкінці вегетації рослин.

5. 9. Шляхи й умови мінімалізації обробітку ґрунту

Механічний вплив на ґрунт спричиняє ряд негативних явищ: 1) механічний обробіток ґрунту поглинає близько 40% енергетичних і понад 25% трудових витрат у землеробстві (А.М. Ликов, І.П. Макаров, О. Я. Рассадін, 1982); 2) зростання механічного тиску на ґрунт унаслідок зростання маси рушіїв і частоти руху агрегатів на полі різко підсилило деградацію ґрунту (щільність ґрунту і його опір обробці різко зросли, уміст гумусу в орному шарі ґрунту за останні 60 років знизився на 25-30%, підсилюються ерозійні процеси); 3) механічний вплив на ґрунт за останні 20 років зріс в 3,5 рази, врожайність культур від переущільнення знизилася на 12-30%.

Отже, один із факторів, що обмежує ріст врожайності сільськогосподарських культур, — ущільнення ґрунтів. Воно викликане, головним чином, посиленням впливу на ґрунт рушіїв тракторів, комбайнів, транспорту, ґрунтообробних машин і іншої техніки, маса якої постійно збільшується.

Надмірне ущільнення ґрунтів погіршує умови життя рослин і значно знижує врожай і його якість. Ущільнення зростає на важких ґрунтах при їхньому зволоженні й використанні на польових роботах важких колісних тракторів (К-701, Т-150К). Ущільнення ґрунту приводить до збільшення щільності, зниження загальної й особливо некапілярної пористості, уповільнення діяльності мікроорганізмів і зниження нітрифікації ґрунту, стримування розвитку кореневої системи й проникнення її у глиб не тільки орного, але й підорного шарів, зменшення вологозабезпеченості рослин.

Глибина поширення ущільнення й деформації у профілі ґрунту від впливу ходових машин значно перевершує глибину орного шару й досягає 40—120 см і більше. Створюється підорний ущільнений шар. Ущільненню дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів під впливом тракторів і машин сприяє частий перезволожений стан.

ґрунти окультурені, що мають більше гумусу, добре структурні, із сприятливими агрофізичними й агрохімічними властивостями під дією техніки ущільнюються менше й на меншу глибину. Вони також швидше розпушуються.

На вилуженому середньо- й важкосуглинковому чорноземі також відзначено зниження врожаю ярових культур через ущільнення різними рушіями тракторів.

Отже, для зменшення негативного впливу на ґрунт ходових систем машин варто уникати зайвих проїздів по полю транспортних засобів і механізмів. Обробіток ґрунту і всі посівні операції здійснювати в оптимальні агротехнічні терміни при вологості верхнього шару, що відповідає фізичній спільності. Використовувати широкозахватні ґрунтообробні машини, не допускати дрібних загінок на полях, заправляти посівні агрегати насінням, паливом і добривами, а також розвантажувати бункери зернових і силосних комбайнів і скиртувати соломі на краю полів. Вносити мінеральні добрива й хімічні засоби захисту рослин за допомогою авіації й широкозахватних тукорозкидачів, наземних обприскувачів і запильників, що сприяє зменшенню ущільнення ґрунту. Сполучення декількох технологічних операцій знижує переущільнення ґрунту ходовими системами машин, ґрунтообробних і посівних знарядь. З цією метою проводять обробіток ґрунту смугами, при якому залишають незасіяні смуги для проходу ґрунтообробних машин.

Головні причини, що сприяють ущільненню ґрунтів, — низька їх окультуреність і незадовільні агрофізичні, агрохімічні й технологічні властивості. Комплекс заходів зі зниження ущільнення ґрунтів включає: підвищення родючості, збільшення вмісту гумусу, створення глибокого окультуреного орного шару й поліпшення усіх властивостей на основі комплексу заходів — науково-обґрунтованого чергування сільськогосподарських культур, внесення підвищених доз органічних і мінеральних добрив, хімічної меліорації й інтегрованої боротьби з бур'янами, шкідниками й хворобами в інтенсивних технологіях обробітку сільськогосподарських культур.

Найважливіші заходи для зниження впливу ходових систем, на ущільнення ґрунту: 1) впровадити ґрунтоохоронні ходові системи тракторів і сільськогосподарської техніки, робочі органи ґрунтообробних машин і знарядь без тракторної системи машин (мостове, реактивне, канатне землеробство), комбіновані машини й знаряддя, широкозахватні агрегати; 2) розробити диференційовану систему обробітку ґрунту, що передбачає руйнування плужної підшви й органічно зв'язує орний і підорний шари; знижує частоту й глибину обробітку ґрунту; 3) впровадити застосування широкопрофільних шин із розмірами 1200—1800 мм, використання шин збільшеного розміру, аркових шин, спарених коліс і напівгусеничних ходів; 4) застосувати технологічні карти усіх польових робіт на основі науково обґрунтованої маршрутизації; 5) виключити роботи колісних тракторів на фізично неспілих ґрунтах; скоротити кратність проходів сільськогосподарської й тракторної техніки по полю; 6) заправляти агрегати насінням, добривами, гербіцидами, паливом біля краю поля без заїзду на нього тракторних засобів; 7) застосовувати гусеничні трактори на вивезенні врожаю картоплі, буряка, овочів.

Однак реалізація цих шляхів можлива тільки при дотриманні в практиці землеробства певних умов: 1) сформувати рівноважну оптимальну щільність ґрунту для культур (зернових 1,1-1,3 і просапних 1,0-1,2); 2) підтримувати загальну пористість ґрунту на рівні не менш 50-55%, а пористість аерації більше 15-20 %; 3) забезпечити водопроникність ґрунту не менше 60 мм/годину; 4) зберігати польову вологоємність ґрунту близько 30-33 %; 5) підтримувати уміст водотривких агрегатів макроструктури понад 40 %; 6) сформувати товщину орного шару не менше 20-22 см; 7) підтримувати кількість шкідливих організмів на рівні нижчому економічного порога шкідливості.

5.10. Контролювання якості обробітку ґрунту

Контролювання якості робіт механізованого обробітку ґрунту поділяють на *вступне, поточне, приймальне*. *Вступне контролювання* у вигляді інструктажу проводять до початку робіт із метою докладного ознайомлення механізатора з роботою, яку належить виконати, умовами її виконання та агротехнічними вимогами. Особливу увагу звертають на правильне комплектування агрегатів і технологічне налагодження. Нагадують правила підготовки поля, тобто розбивання на заїнки, виділення поворотних смуг, порядком проведення перших проходів, дотримання максимально допустимих швидкостей руху, методику оцінки якості роботи (табл. 5.6).

Таблиця 5.6. Оціночні показники якості заходів обробітку ґрунту (за В.О. Єщенко, 2002)

| Показник | Оцінка | |
|--|---|--|
| | Добре | Незадовільно |
| Лушення стерні | | |
| Термін | Вслід за збиранням врожаю | Запізнення більше як на 5 днів |
| Глибина | Згідно з агроправилами | Відхилення більш як 1 см |
| Огріхи | Відсутні | 6 м ² у заїнці, яка дорівнює змінній нормі виробітку агрегату |
| Підрізування, бур'янів | Повне | Більш як один непідрізаний бур'ян на 10 м ² |
| Оранка | | |
| Термін | У першу половину оптимального строку | Із запізненням |
| Глибина | Встановлена | Відхилення більш як 2 см |
| Рівномірність глибини | Відхилення відсутні | Відхилення більш як 2 випадків із 25 вимірювань |
| Огріхи | Відсутні | Трапляються |
| Гребенястість | Гребені відсутні | Гребені висотою більш як 5 см |
| Загортання післяжнивних решток і дернини | Повна | Трапляється не загорнена стерня і дернина |
| Збереження стерні | 85 % за обробітку до 16 см і 90 % за обробітку до 30 см | Менш як 80 % за обробітку до 16 см і 85 % за обробітку до 30 см |
| Підрізування бур'янів | Повне | Непідрізани більш як 4 шт. за обробітку до 16 см і 5 шт. за обробітку на 10 м ² |
| Бриластість | Менш як 10 % | Понад 20 % |
| Боронування і шлейфування | | |
| Термін | У першу половину встановленого періоду | Запізнення більш як один день |
| Глибина | Встановлена | Відхилення більш як 2 см |
| Кришення ґрунту | До 2 - 3 % грудок діаметром більш як 5 см | Понад 5 % грудок |
| Вирівняність поверхні | Вирівняна | Не вирівняна, є гребені більш як 4 см |
| Знищення бур'янів | Повне | Залишилось не знищеними більш як 3 шт. на 10 м ² |
| Огріхи | Відсутні | Є в помірній кількості |
| Культивація з боронуванням | | |
| Термін | У першу половину встановленого періоду | Запізнення більш як 2 дні |
| Глибина розпушування | Встановлена | Відхилення більш як 2 см |
| Вирівняність поверхні | Вирівняна | Не вирівняна, є гребені понад 3 см |
| Кришення ґрунту | До 4 % грудок діаметром більш як 2 - 2,5 см | Понад 10 % грудок |
| Підрізування бур'янів | Повне | Залишилось живими більш як 2 шт. на 10 м ² |
| Огріхи | Відсутні | Є в помірній кількості |

Вступний інструктаж проводить керівник підрозділу або спеціаліст агрономічної служби.

Поточне контролювання – перевірка якості роботи під час перших проходів агрегату з метою усунення помічених недоліків і відповідності робіт агротехнічним вимогам. Його здійснює сам тракторист-машиніст, спеціаліст агрономічної служби або керівник підрозділу.

Приймальне контролювання якості обробітку ґрунту здійснюють після закінчення роботи на полі для визначення якості виконаної роботи й оплати праці. Виконує агроном, обліковець, бригадир або керівник орендного колективу в присутності виконавців. Якість виконання польових робіт слід перевіряти не після їх завершення, а в процесі виконання.

Контроль за якістю польових робіт побудований на **окомірному суб'єктивному оцінюванні**. Критерієм точності метода є професійна підготовка, досвідченість і добросовісність особи, яка перевіряє роботу. Більш об'єктивним є **інструментальний метод**, який ґрунтується на використанні простих приладів: «Палиці агронома», лінійки, борозноміра, профілеміра, рулеток.

Своєчасність виконання польових робіт оцінюють, порівнюючи фактичні дати з агротехнічно визначеними термінами (табл. 5.6).

Якість заходів обробітку ґрунту оцінюють з урахуванням агрономічних вимог, які встановлені для кожного виду польових робіт за трибальною шкалою — добре, задовільно й незадовільно. Нормативні допуски та відповідні їм оцінки виконання основних польових робіт наведені в табл. 5.7-5.10, що розроблені у **Національному університеті біоресурсів і природокористування України**.

Глибину обробітку ґрунту визначають мірною лінійкою, мірним металевим стрижнем або борозноміром в 10-25 місцях на діагоналі поля. В кожному з цих місць роблять 10 замірів. Середню величину зменшують на 10 - 15% у зв'язку зі збільшенням товщини ґрунту після його розпушування.

Так, оцінюючи лушення роботу бракують, якщо глибина відхиляється від заданої понад 2 см і виявлено три огріхи площею 6 м² на змінну норму виробітку (табл. 5.7).

Таблиця 5.7. Шкала оцінки якості лушення

| Показники | Допуски | Оцінка, бали |
|--|---|--------------|
| Своєчасність виконання | Одночасно із збиранням урожаю попередника | 3 |
| Відхилення від встановленої | Із запізненням на 2-3 дні | 1 |
| Глибина обробітку (для дискових знарядь - 6-10 см, для лемішних -10-14 см) | ±1 | 3 |
| | ±1-1,5 | 2 |
| | ± 1,8-2 | 1 |
| Кількість не підрізаних бур'янів, штук на 10 м ² | 0-1 | 2 |
| | 2-3 | 1 |
| Гребенястість, висота гребенів, см | До 3-4 | 2 |
| | Понад 4 | 1 |

Таблиця 5.8. Шкала оцінки якості оранки

| Контрольні показники | Допуски | Оцінка, бали |
|---|----------|--------------|
| Відхилення від встановленої глибини оранки, см | ±1 | 4 |
| | ±1,5 | 3 |
| | ±2 | 2 |
| | Понад ±2 | 0 |
| Гребенястість, см | 5-7 | 2 |
| | 7-10 | 1 |
| | Понад 10 | 0 |
| Бриластість, % | Менше 10 | 2 |
| | 10-20 | 1 |
| | Понад 20 | 0 |
| Загортання рослинних решток та органічних добрив, % | 100 | 2 |
| | 98-99 | 1 |

Ступінь загортання післяжнивних решток при оранці визначають у відсотках за кількістю й масою їх на поверхні ґрунту до і після обробітку в 10 місяцях уздовж діагоналі поля в рамках площею 1 м². Бриластість ріллі (%) визначають у 10-15 місяцях уздовж діагоналі поля, підраховуючи площу грудок розміром понад 10 см (основний обробіток) або 5 см (передпосівний) на поверхні ґрунту у відношенні до площі облікової рамки 1 м² або 0,25 м². Облікову рамку поділяють дротом на клітинки, розміром 1 см² (табл. 5.8).

Повноту підрізування бур'янів визначають підрахунком не підрізаних у 10-20 місяцях, рівномірно вибраних уздовж діагоналі поля в рамках площею 1 м².

Гребенястість поверхні поля визначають, вимірюючи висоту гребенів (або глибину борозен) у 10-15 місяцях уздовж діагоналі поля мірною лінійкою або профілеміром.

Глибину загортання органічних добрив і рослинних решток визначають при розкопуванні ґрунту вимірюванням лінійкою відстані від його поверхні до верхньої межі їх розміщення. При цьому важлива оцінка розподілу заробленої у ґрунті маси за глибиною.

Збереження стерні при роботі безполицевих знарядь визначають у 3-5 місяцях на діагоналі поля відношенням ширини поля зі збереженою стернею до ширини захвату агрегату (%) або маси стерні на поверхні після обробітку до її маси до обробітку ґрунту (табл. 5.9).

Таблиця 5.9. Шкала для оцінки якості плоскорізного обробітку

| Контрольні показники | Допуски при обробітку | | Оцінка, бали |
|--|-----------------------|---------|--------------|
| | до 16см | до 30см | |
| Відхилення від заданої глибини, см | До 0,5 | До 1 | 3 |
| | 0,5-1,0 | 1-2 | 2 |
| | Понад 1 | Понад 2 | 1 |
| Збереження стерні, % | 90 | 85 | 3 |
| | 85-90 | 80-85 | 2 |
| | До 85 | До 80 | 1 |
| Підрізування бур'янів, залишилось не підрізаних на 10 м ² | Повне | Повне | 3 |
| | 1-3 | 2-4 | 2 |
| | 4 і більше | Понад 5 | 1 |
| 4. Бриластість, % | До 5 | До 10 | 2 |

Таблиця 5.10. Шкала для оцінки якості боронування ґрунту

| Контрольні показники | Допуски | | Оцінка, бали |
|---|------------------------|----------------------|--------------|
| | зубові борони і шлейфи | голчасті борони БГ-3 | |
| Кришіння ґрунту - маса грудок діаметром понад 5 см, % | До 2 | | 4 |
| | 2-3 | | 3 |
| | 2-5 | | 2 |
| | Понад 5 | | 0 |
| Площа грудок діаметром понад 5 см, % | | До 10 | 4 |
| | | 10-20 | 2 |
| | | Понад 20 | 1 |
| Вирівнювання поверхні, висота гребенів, см | До 2-3 | До 4 | 2, 3 |
| | 3-4 | 4-5 | 1, 2 |
| | Понад 4 | Понад 5 | 0, 0 |
| Відхилення від заданої глибини, розпушування, см | ±1 | Задана | 4, 3 |
| | ±2 | ±1 | 3, 2 |
| | Понад ±2 | Понад ±1 | 0, 0 |
| Знищення бур'янів залишилось шт./10 м ² | Повне | | 2 |
| | 1-3 | | 1 |
| | Понад 3 | | 0 |
| Збереження стерні, % | | До 90 | 4 |
| | | 80-90 | 3 |
| | | Менше 80 | 1 |

Вирівнювання ріллі визначають різницею (%) між довжиною мірного шнура, покладеного з копіюванням поверхні поля впоперек напрямку обробітку ґрунту та його довжиною по прямій лінії на відріжку 10 м (табл. 5.10). Розпушення ґрунту встановлюють за відношенням середньої глибини обробітку, виміряної після виконання роботи, до глибини, виміряної у борозні. Для визначення подрібнення ґрунту (%) вздовж діагоналі поля через рівні проміжки беруть 5-10 зразків із площин 40x25 см на глибину обробленого шару, зважують їх, просівають через сито з отворами діаметром 5 см і визначають кількість брил діаметром понад 5 см у відсотках від маси зразка.

Більш досконалою є *система оцінювання якості робіт за дев'ятибальною шкалою*. Бали розподіляють за значеннями показників якості окремих видів робіт згідно з чинними стандартами й нормативами. Залежно від кількості набраних балів роботу оцінюють так: 8 — 9 балів — відмінно, 6 — 7 — добре, 4 — 5 — задовільно, 3 бали і менше — незадовільно. Методику визначення якості польових робіт і використання для цього різних інструментів, а також перелік показників і оцінку їх якості детально висвітлено в численних довідниках і посібниках.

Контрольні питання

1. Який вплив обробітку ґрунту на родючість і захист від водної й вітрової ерозії? 2. Назвіть технологічні властивості ґрунту й технологічні операції його обробітку? 3. Які заходи й способи обробітку ґрунту ви знаєте? 4. Назвіть засоби й заходи основного обробітку ґрунту. 5. Назвіть засоби й заходи поверхневого обробітку ґрунту. 6. За яких умов застосовується глибока оранка ґрунту, якими засобами вона виконується? 7. Які системи обробітку ґрунту ви знаєте? 8. За яких умов виконується зяблевий обробіток ґрунту? 9. Перерахуйте заходи й засоби передпосівного обробітку ґрунту й умови їх, застосування. 10. Викладіть систему обробітку ґрунту на чистих парах. 11. Як обробляються зайняті пари? 12. Як обробляється ґрунт під озимі культури? 13. Які особливості обробітку ґрунту на поливних землях? 14. Який вплив ґрунтообробної техніки на стан ґрунту і його родючість? 15. Яке стратегічне значення сортового насіння? 16. Яким вимогам має відповідати сортове посівне насіння? 17. Як готується насіння сільськогосподарських культур до сівби? 18. Охарактеризуйте терміни й вимоги до сівби основних зернових та кормових культур? 19. Охарактеризуйте способи сівби сільськогосподарських культур, як вони впливають на урожайність? 20. Від чого залежить норма висіву насіння сільськогосподарських культур, як вона визначається? 21. Чи впливає глибина зашпаровування насіння сільськогосподарських культур на урожайність, від яких факторів вона залежить? 22. Як контролюють якість посівних робіт? 23. Назвіть основні заходи догляду за посівами зернових сільськогосподарських культур. 24. Назвіть заходи догляду за просапними культурами й багаторічними травами. 25. Назвіть види контролю обробітку ґрунту.

Розділ 6. ЕРОЗІЯ ТА ОХОРОНА ҐРУНТУ

Ерозія (від лат. erosia - роз'їдання) – **сукупність взаємно пов'язаних процесів відриву, перенесення й відкладання ґрунту (іноді материнської породи й підґрунтя) поверхневим стоком тимчасових водних потоків і вітром**. Водна ерозія відбувається під впливом стоку дощових, талих, поливних і скидних вод. Ерозію берегів морів, річок, озер, водосховищ відносити до цієї категорії не варто, бо вони мають постійний, а не тимчасовий характер.

Вітрову ерозію часто називають дефляція. **Дефляція** (від лат. deflo видування) **процес руйнування гірських порід вітром (стирання й шліфування піщинками, які з великою швидкістю ударяються об породу) та розвіювання (перенесення) пухких продуктів вивітрювання**. Вчені справедливо вважають, що вітрова ерозія ґрунту не вичерпується дефляцією, а й включає перенесення, подрібнення і відкладання ґрунтових часток вітром з утворенням еолових наносів і похованих ґрунтів. Саме з такої точки зору автор буде розглядати проблеми захисту ґрунтів від водної й вітрової ерозії і їх спільного прояву.

6.1. Види ерозії

Необхідною умовою виникнення водної ерозії ґрунту є стік поверхневих вод. Розрізняють три основних види поверхневого стоку: **дощовий, талий і стік поливної води**. Цим видам стоку відповідають три види ерозії ґрунту: 1) **дощова ерозія** (зливова – при сильних дощах); 2) **ерозія від сніготанення**; 3) **іригаційна ерозія**. Види ерозії розрізняють не тільки за джерелом стоку, механізмом процесу, а також за величиною спричиненого збитку.

Ерозія при сніготаненні відрізняється меншим вираженням, але більшою тривалістю, ніж дощова ерозія. Так, тривалість сніготанення в умовах України може складати від 1 неділі до 1 місяця, а тривалість змивання ґрунту талими водами рідко перевищує неділю. Втрати ґрунту від цього виду ерозії складають декілька т/га.

Талими водами найбільше змивається й розмивається ґрунт за швидкого танення значного снігового покриву, особливо, коли глибоко промерзлий горизонт відтає зверху, а глибше є замерзлий прошарок, який не пропускає води в нижчі шари.

Тривалість процесу **ерозії ґрунту при дощах** значно менша, ніж при сніготаненні, й вимірюється хвилинами й годинами, а кількість змитого ґрунту – більша. Втрати ґрунту можуть досягати десятків т/га. Втрати ґрунту від дощів залежать не тільки від параметрів водного потоку, але й від параметрів дощових крапель. Чим більша маса й швидкість дощової краплі, тим більша її кінетична енергія й тим більші руйнування ґрунту вона спричиняє. При ударі краплини об ґрунт відбувається руйнування самої краплини й дуже невеликого об'єму ґрунту, з яким взаємодіє краплина. Продукти руйнування розлітаються в сторони у вигляді бризів. Частина бризів попадає не на поверхню ґрунту, а у тимчасові водостоки й відноситься ними. Отже, дощ сприяє навантаженню потоків твердою фазою. Крім того, дощові краплини, попадаючи у потік, підвищують його турбулентність, розмивну й транспортує спроможність.

Ерозія краплинна – **руйнування ґрунтових агрегатів дощовими краплями, перенесення дощовими водами продуктів руйнування й заповнення ними тріщин і пор у ґрунті, що знижує інфільтрацію, стимулює інші види ерозії ґрунтів**.

Іригаційну ерозію, тобто ерозію ґрунту при зрошенні в залежності від способу поливу поділяють на: ерозію при поливі напуском борознами, смугами, в чеках, при дощуванні.

Полив борознами застосовують при вирощуванні просапних культур кукурудзи, картоплі, овочів, цукрового буряка, сої. Ширина міжрядь для цих культур складає 0,6-0,9 м, а ширина водного потоку в поливній борозні – до 0,2 м. Втрати ґрунту за один полив можуть досягати 100 т/га. Отже, кількість води й ерозія ґрунту в поливній борозні значно більша ніж при дощах і сніготаненні.

Полив смугами застосовують для культур суцільної сівби (трав, зернових). Ширина смуг вимірюється метрами. Ширина водного потоку рівна ширині смуг. Тому, швидкість таких потоків невелика й іригаційна ерозія виражена слабше, ніж при поливі борознами.

Ерозія в чеках (посіви рису) виражена ще слабше, тому що похили чеків дуже малі й швидкість потоку води невелика.

При дощуванні – поверхневий стік і ерозія виникають у тому випадку, коли інтенсивність дощування починає перевищувати інтенсивність всмоктування води ґрунтом.

За морфологічними ознаками розрізняють поверхневу й лінійну ерозію ґрунту. Ці види ерозії супроводжують змивання або розмивання ґрунту, або обидва процеси одночасно в залежності від розміщення ділянки на схилі. Поверхнева ерозія поділяється на площинну й струминну. Розходження між ними умовні. Площинна ерозія утворюється дуже рідко, а змивання ґрунту здійснюється переважно струминними потоками. Межі переходу площинної ерозії в струминну умовні: вважається, якщо сліди ерозії на полі зникають після звичайного обробітку ґрунту, то це площинна ерозія, якщо ні – лінійна.

Площинна ерозія – порівняно рівномірне винесення ґрунтових часток малими потоками талих і дощових вод. Змивання ґрунту починається на схилах крутизною 1-2°.

Лінійна ерозія (ярів) – тип ерозії схилу, при якій під дією концентрованих потоків води утворюється розмиви, глибокі яри, які можуть бути згладженими і не згладженими (рис. 6.1). **Морфологія яру:** 1) вершина; 2) дно яру; 3) ухил яру; 4) гирло. **Стадії розвитку яру:** 1) стадія промоїни, ширина 0,5-1 м; 2) стадія врізання; 3) стадія виробітку профілю; 4) стадія затухання яру.

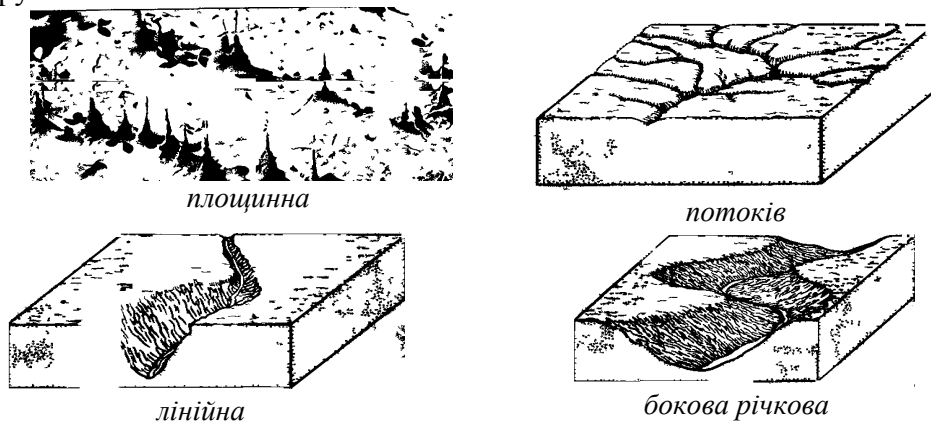


Рис. 6.1. Форми водної ерозії

Вітрова ерозія починає діяти, коли швидкість руху повітря (вітру) над поверхнею ґрунту перевищує (3-6 м/с на висоті 15 см над поверхнею землі), якщо у поверхневому шарі є розпилені часточки з діаметром до 1 мм, а на поверхні відсутня рослинність або рослинні рештки. Часточки ґрунту діаметром до 1 мм, що легко здуваються з поверхні або видуваються з поверхневого шару, називають **ерозійними небезпечними**. Часточки ґрунту діаметром понад 1 мм називають **ґрунтозахисними**. Стійким проти вітрової ерозії є ґрунт у поверхневому шарі якого **ґрунтозахисних часток понад 50 % маси**. За таких умов вітрова ерозія настає при швидкості вітру 11-13 м/с. Тому найбільшої шкоди вітрова ерозія завдає легким ґрунтам із високим умістом ерозійних небезпечних часточок діаметром до 1 мм. Вона може розвиватись на розпилених чорноземних і каштанових ґрунтах, за інтенсивного їх обробітку.

За інтенсивністю, тривалістю й формою дії на ґрунт вітрову ерозію розрізняють як місцеву (повсякденну), зимове видування та пилові бурі.

Місцева вітрова ерозія є малопомітною, виникає за швидкості вітру 5 м/с, але досить шкідлива, діє систематично, на вітроударних схилах із непокритою рослинністю поверхнею, розміщених навпроти панівних напрямків вітрів. Оголяється неглибоко зароблене насіння, пошкоджуються молоді сходи. В результаті здування часток, а іноді всього орного шару ґрунт збіднюється гумусом, основними елементами живлення рослин; знижується родючість.

Крім того, внаслідок видування з під рослин ґрунту й оголення коріння рослин, останні гинуть (рис. 6.2).

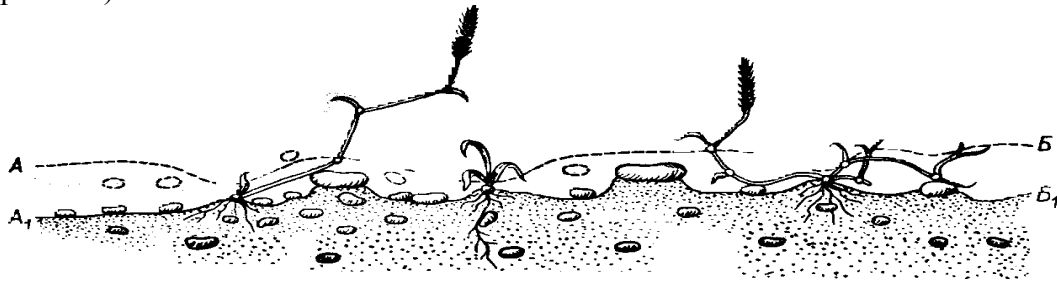


Рис. 6.2. Вітрова ерозія на полі жита: А-Б – початковий рельєф після посіву; А₁-Б₁ – мікрорельєф тієї ж ділянки, змінений вітровою ерозією

Зимове видування та здування часточок ґрунту разом зі снігом є різновидом місцевої ерозії. Сприяють його сильні зимові вітри над слабо вкритою снігом поверхнею ґрунту на зораних під зиму й засіяних озимими культурами полях. Посіви можуть значно пошкоджуватись.

Пилові бурі — найбільш активна й шкідлива форма вітрової ерозії. Вони виникають у степовій та частково лісостеповій зонах за швидкості вітру понад 12—15 м/с. Пилові бурі можуть поширюватись на значну територію, знищуючи посіви на сотнях тисяч гектарів, зносячи значні маси ґрунту, переносючи їх на великі відстані, засипаючи ними лісосмуги та інші насадження, шляхи, населені пункти. Пилові бурі формуються й завдають величезної шкоди там, де є повсякденна дефляція внаслідок нераціонального землекористування за недостатнього застосування протиерозійних заходів у землеробстві.

Процес ерозії ґрунту з кількісної сторони характеризується змиванням (або здуванням) вираженим у т/га в рік або товщиною втраченого шару ґрунту в одиницю часу (мм/рік). У таких самих одиницях вимірюють швидкість ґрунтоутворення. Часто про ступінь ерозії говорять при співставленні інтенсивності змиву (або здування) ґрунту зі швидкістю ґрунтоутворювального процесу.

Природна ерозія ґрунтів процес дуже повільний. Так, наприклад, поверхневими водами 20 см ґрунту під лісом зноситься за 174 тис. років, під луками – за 29 тис. років. При вірній сівозміні поля втрачають 20 см ґрунту за 100 років, а при монокультурі кукурудзи – усього за 15 років. В останніх двох випадках швидкість руйнування ґрунтового покриву набагато перевищує темпи його утворення (Реймерс Н.Ф., 1990).

У природі процеси руйнування поверхні землі безперервні, їх інтенсивність зумовлюється кліматом, рельєфом місцевості, властивостями ґрунту, наявністю на його поверхні рослинності. Цей процес називають **денудацією або геологічною ерозією**.

Денудація – переміщення продуктів вивітрювання гірських порід водою, вітром, льодом або під дією сили тяжіння з більш високих рівнів на більш низькі. Денудація не призводить до руйнування ґрунтового покриву, з інтенсивністю, яка б випереджала процеси ґрунтоутворення. Тому вона не належить до основних причин утворення еродованих ґрунтів. Ерозію при якій процеси ґрунтоутворення за інтенсивністю не поступаються змиву або видуванню ґрунту називають **нормальною ерозією.**

Допустимі середньорічні втрати ґрунту при нормальній ерозії становлять т/га для: дерново-підзолистих – 1; світло-сірих і сірих опідзолених — 2; темно-сірих — 3; чорноземів вилугуваних — 5; чорноземів звичайних — 4; чорноземів південних і темно-каштанових ґрунтів — 3 т/га (М.К. Шикула, А.Г. Рожков, П.С. Трегубов).

Причиною більш швидкого руйнування ґрунтового покриву сільськогосподарських агрофітоценозів часто є **антропогенна й прискорена ерозія. Антропогенна ерозія** - руйнування ґрунту й підґрунтя поверхневими водами й вітром у зв'язку з невірним веденням господарства (дуже великі поля, невірний їх обробіток, відсутні захисні лісові смуги й куліси, оголені землі при будівництві, видобуток корисних копалин, перевипасання тварин).

Прискорена ерозія – інтенсивність втрати ґрунту, що вища за інтенсивність ґрунтоутворення. **Прискорена ерозія** - основна вада землеробства на Землі, яка руйнує величезні площі родючих земель. Найбільшого розвитку прискорена ерозія набула у США. Ще в 1939 р. було підраховано, що за 150 років історії США не менше 114 млн. га земель було піддано збідненню. На площі 113 млн. га прискорена ерозія знесла значну частину верхнього орного горизонту. Щорічно з пасовищ США ерозією виносилось близько 2,7 млрд. т твердого матеріалу, із якого до 650 млн. т під час паводків на Міссісіпі.

При цьому варто зауважити, що на формування верхнього орного шару ґрунту, який містить гумус, природа затрачує не менше 2-7 тис. років. При прискореній ерозії руйнування цього шару відбувається за 10-30 років, а нерідко він змивається всього лише за одну зливу або здувається однією пиловою бурею (Реймерс Н.Ф., 1990).

Інтенсивність прискореної ерозії може бути оцінена за наступними градаціями (за М.М. Заславським, 1983):

Для поверхневої ерозії

| | | |
|--------------------------------------|---|--------------|
| Незначний змив - середньорічний змив | - | до 0,5 т/га |
| Слабкий змив | » | 0,5—1,0 т/га |
| Середній змив | » | 1,0—5,0 т/га |
| Сильний змив | » | 5—10 т/га |
| Дуже сильний змив ґрунту | » | > 10 т/га |

Для лінійної ерозії

| | | |
|--|---|-----------|
| Слабка інтенсивність - середньорічний приріст ярів | < | 0,5 м |
| Середня інтенсивність | » | 0,5—1,0 м |
| Сильна інтенсивність | » | 1—2 м |
| Дуже сильна інтенсивність | » | 2—5 м |
| Надзвичайно сильна інтенсивність | » | > 5 м |

Необхідно відмітити, що антропогенна ерозія не завжди буває прискореною, а геологічна – не обов'язково нормальною.

Інші види ерозії поширені менше, але у сільськогосподарській практиці виникають.

Ерозія пасовищ – видування, змивання й розмивання ґрунтів і підґрунтя в результаті послаблення трав'яного покриву (дернини) під дією його витоштування тваринами й виїдання ними трави.

Ерозія механічна (агротехнічна, техногенна) – систематичне зрушення ґрунту вниз схилу у результаті роботи сільськогосподарських машин і знарядь при оранці й інших видах обробітку ґрунту. **Ерозія хімічна** – руйнування структури й зниження родючості ґрунту в результаті накопичення окремих компонентів: мінеральних добрив, пестицидів, важких металів, шкідливих речовин.

Технічна ерозія — руйнування ґрунту на певних територіях, пов'язане з промисловим (несільськогосподарським) використанням земель.

6.2. Збитки й наслідки ерозії

Водна ерозія має широке розповсюдження на правобережжі Дніпра (від Києва до Запоріжжя), Сіверського Дінця, Десни, Дністра та їх приток, на Волино-Подільській, Донецькій височинах, передгірських і гірських областях Криму й Карпат.

Вітрова ерозія у вигляді пилових бур розповсюджена в районах з нестійким і недостатнім зволоженням переважно на південь від лінії Балта – Кременчук – Полтава – Харків. Сильні пилові бурі на Поліссі України повторюються 1-2 рази на 10 років через осушення й розорювання перезволожених піщаних ґрунтів.

За даними Інституту Укрземпроект, у період з 1961 по 1981 рік площа еродованих земель в Україні збільшилась на 16,2 % і досягла 9,28 млн. га. За станом на 1996 р. 19360,4 тис. га сільгоспугідь країни були дефляційне небезпечними, 13284,2 тис. га – зазнають водної ерозії,

2056,2 тис. га – зазнають спільної дії водної та вітрової ерозії. Щорічне зростання площ еродованої ріллі досягає 60 – 80 тис. га. Внаслідок ерозії щороку втрачається близько 11 млн. т гумусу, 0,5 – азоту, 0,4 – фосфору та 0,7 млн. т калію.

Високий рівень сільськогосподарського освоєння території та використання недосконалих технологій у землеробстві зумовлюють розвиток ерозійних процесів. Лише внаслідок агротехнічного розпилення щорічно втрачається до 4 – 5 т/га ґрунту. За останні 50 років через високий ступінь розораності (81 %) та зростання площ просапних культур щорічні втрати ґрунту від ерозійних процесів досягли близько 600 млн. т, а сумарні щорічні втрати чистого прибутку від недобору врожаю — понад 15 млрд. гривень. Еродовані ґрунти, поширені практично на всій території України. На еродованих ґрунтах урожай сільськогосподарських культур знижується на 20 - 50 %.

Ерозія ґрунтів за час розвитку земної цивілізації привела до повної або часткової, але значної господарської втрати родючості на більшій половині угідь планети (1,6-2,0 млн. км² при сучасному використанні 1,5 млн. км²). Щорічно від ерозії вилучається із сільськогосподарського використання від 50 до 70 тис. км² земель (більше 3 % від тих, що використовуються). За всю історію людства від ерозії вже втрачено близько 4,0—4,5 млн. км² родючих земель (Реймерс Н.Ф., 1990).

Негативна дія ерозії на ґрунтовий покрив полягає в руйнуванні будови ґрунтового профілю й утраті ґрунту та поживних речовин, для відновлення яких потрібен дуже тривалий час. Підраховано, що в умовах Середнього Поволжя формування 1 см верхньої частини профілю відбувалося протягом 100—230 років, що відповідає щорічному нагромадженню маси гумусових горизонтів 0,6—1,3 т на 1 га. В даний час при звичайній оранці поперек схилу змивається за рік від 4—7 т/га до 8—18 т/га (М. М. Шелякін). Отже, за один рік губиться родюча ґрунтова маса, на утворення якої потрібні були десятки років.

Наявність трав'яного покриву і гумусового горизонту стримує розмивання ґрунту, але після руйнування верхньої частини ґрунтового профілю ерозія розвивається з наростаючою інтенсивністю. За даними Х. Беннета, змив з еродованих ґрунтів складає близько 100 т/га, а з незачеплених ерозією — менше 70 т/га. Ерозія на території США виносить з полів і пасовищ елементів живлення рослин у 60 разів більше, ніж їх надходить із добривами. У першу чергу, руйнується верхній родючий орний горизонт, у результаті чого продуктивність еродованих ґрунтів знижується на 35—70%. Щорічні збитки від ерозії в США оцінюються в 800 млн. дол., у тому числі близько 400 млн. за рахунок зниження продуктивності ґрунтів.

Сучасні ерозійні процеси охоплюють значні території й характеризуються елементами гідрографічної мережі: 1) улоговини, глибина понижень 0,3-2 м; нахил місцевості 5-6°, ширина зверху до 4 м, площа до 50 га. Використовують під оранку; 2) лощини, це більш глибоке утворення, глибина пониження 8-10 м; нахил місцевості 10-20°, ширина зверху 30-70 м, ширина дна 10-20 м, площа до 500 га; 3) суходоли, береги асиметричні, глибина понижень 15-20 м; нахил місцевості 20-25°, ширина зверху 200-700 м, ширина дна — 20-25 м, площа до 5000 га; 4) річкові долини, площа понад 5000 га.

Акумуляція продуктів ерозії у нижніх частинах схилів, на днищах балок, у конусах виносу сприяє утворенню у цих місцях смуг земель багатших поживними речовинами й гумусом.

Неменшої шкоди народному господарству приносить вітрова ерозія. Повсякденної вітрової ерозії зазнають практично всі орні землі. Масштабів пилових бур зазнають деякі регіони: південь України, Північний Кавказ, Північний Казахстан, Східний Сибір, республіки Середньої Азії, Монголія, Китай, США, країни Північної та Центральної Африки, Австралія й ін. Інтенсивні пилові бурі формуються на дні пересохлих озер Чад (Африка) та Аральського моря.

На території Росії катастрофічні пилові бурі були задокументовані в 1837, 1892, 1928, 1960, 1969 рр. Від пилової бурі 1960 р постраждали посіви на площі 4 млн. га. Дещо меншими за масштабами були пилові бурі 1974 і 1984 рр. Нерідко пилові бурі охоплюють великі масштаби. Так, буря 1934 р. на величезних просторах США, йшла фронтом в 500 км,

легко покривала відстань в 1000 км, піднімала частинки на висоту 3000 м. Деякі бурі охоплювали площу в 450 тис. км², при цьому переносилось більше 200 млн. т ґрунту й здувалось до 25 см його поверхневого шару (Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., 2004).

Переміщуючи поверхню літосфери гігантські маси піску на 500-800 км від місць їх утворення, вітер намітає невеликі гряди, пагорби, пригірки сухого сипучого піску (у пустелях – бархани, приморських рівнинах – дюни). **Ґрунти, засипані перенесеними вітром пилюватими частками називають похованими.**

6.3. Формування водного стоку

6.3.1. Закономірності руху води

Поперечний переріз потоку, перпендикулярний до ліній току, що його пересікають, називають **живим перетином потоку** (ω) й виражають в см², або м². Довжина лінії контакту живого перетину з ложем потоку називається **периметром змочування** (x) й вимірюється в м або сантиметрах. Відношення площі живого перетину до периметру змочування називають **гідралічним радіусом** (R), що має розмір довжини $R = \omega/x$. Для досить широких русел периметр змочування мало відрізняється від ширини потоку, тому гідралічний радіус приблизно рівний глибині потоку.

Об'єм води, що протікає через поперечний перетин потоку в одиницю часу, називають **витратою потоку** (Q) й виражається в м³/с або л/с. Довжина шляху, який протікає вода в одиницю часу, називають **швидкістю потоку** й вимірюють в м/с або см/с. Тому, об'єм води що протікає через поперечний перетин в одиницю часу з середньою швидкістю (V) визначають за формулою $Q = V \omega$.

Ламінарний режим руху води характеризується впорядкованими паралельними струменями без утворення завихрень. **Турбулентний режим** – хаотичний неупорядкований рух, коли струмені постійно відхиляються й пересікають один одного. Швидкість при турбулентному режимі руху пульсує й змінюється в часі і в напрямку. Показником ступеню турбулентності є безрозмірне **число Рейнольдса**, що визначається за формулою

$$Re = VH/v.$$

де H – глибина потоку, м; V – швидкість потоку, м/с; v – кінематична в'язкість (при t 20° С для води $v = 10^{-6}$ м²/с).

Щільність рідини й її в'язкість зменшуються з **підвищенням температури**. Для потоків з відкритою водною поверхню ламінарний режим спостерігається при $Re \leq 300$, а турбулентний – при $Re \geq 600$. При $300 \leq Re \leq 600$ потік може бути або турбулентним, або ламінарним в залежності від шорсткуватості й характеру русла.

В природних умовах **ламінарні потоки можуть зустрічатися** лише на добре задернованих схилах, де вода тече рівним шаром малої глибини з невеликими швидкостями, а також на розораних схилах в початковій фазі сніготанення, коли тала вода на своєму шляху долає супротив снігу. Фільтраційні потоки також мають ламінарний режим через малий діаметр пор і незначну швидкість. Турбулентний рух переважає як у воді, так і в атмосфері із ним пов'язані процеси водної й вітрової ерозії.

6.3.2. Коефіцієнт шорсткуватості поверхні

Величина коефіцієнта шорсткуватості визначається величиною виступів на дні й стінках русла, формою русла в плані, наявністю в ньому рослинності й інших джерел місцевого спротиву. Значення коефіцієнта шорсткуватості розраховують за формулами Шезі, Маннінга, Павловського, Базена. Розглянемо їх в цій послідовності.

$$V = C\sqrt{HI}, \text{ при } H \approx R \text{ буде } V = C\sqrt{RI}$$

де: V – середня швидкість потоку, м/с; C – коефіцієнт Шезі, м^{0.5}/с; R – гідралічний радіус, м; H – глибина потоку, м; I – $\sin a$, де a – кут нахилу водної поверхні, який при рівномірному русі рівний куту нахилу схилу;

при малих значеннях α і приймають: $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx I$.

Для розрахунку коефіцієнта Шезі використовують ряд емпіричних формул, наприклад Маннінга:

$$C = R^{1/6}/n_M,$$

де: n_M - коефіцієнт шорсткості.

Більш складна формула Павловського (скорочена):

$$C = (R^{1,5\sqrt{n_{II}}}) / n_{II}, \text{ при } R \leq 1 \text{ м.}$$

Формула Маннінга є приватним випадком формули Павловського при $n_{II} = 0,012$. Ці формули використовуються для розрахунку швидкості руху води в каналах, а також у тимчасовій зрошувальній мережі (тимчасових зрошувачах, поливних борознах). Для розрахунку швидкості руху потоку на схилах при дощах і сніготаненні застосовують формулу Базена:

$$C = 87 / (1 + n_B/\sqrt{R}),$$

де: n_B – коефіцієнт шорсткості.

Якщо ці формули застосовують для потоків на схилах, у яких ширина значно більша глибини, гідравлічний радіус R можна замінити на глибину потоку H .

Коефіцієнт шорсткуватості в незарослих і незасмічених руслах визначається за залежністю:

$$n_{II} = 0,044 \Delta^{1/6},$$

де: Δ - висота виступів жорсткуватості, м.

Коефіцієнт шорсткуватості характеризує ложе потоку створене рівнозернистими або різнозернистими ґрунтами, рівномірно розподіленими на довжині русла.

Рослини є основним джерелом місцевого спротиву й причиною збільшення коефіцієнта шорсткуватості (табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Вплив рослинності на коефіцієнт шорсткуватості

| Рослинність | Значення n_p/n при h_p/H | |
|-------------|------------------------------|----------|
| | 0,2-0,5 | 0,5-1,0 |
| Рідка | 1,3-2,0 | 2,0-2,5 |
| Середня | 1,5-2,7 | 2,7-7,4 |
| Густа | 1,6-3,0 | 3,0-30,0 |

У таблиці: n_p/n – ступінь збільшення коефіцієнта шорсткуватості при наявності рослинності й її відсутності; h_p/H - залежність шорсткуватості від густоти рослинності й долі глибини потоку, що зайнятий нею.

При малих швидкостях коефіцієнт шорсткуватості прямих незарослих русел залежить як від величини виступів, так і від швидкості потоку:

$$n_{II} = 0,05 \Delta^{0,17} + 0,0652 e^{-10,65V},$$

де: e – основа натурального логарифма; V – середня швидкість потоку м/с, а інші пояснення ті ж.

6.3.3. Водозбірна площа

Вододільною лінією (вододілом) називається лінія, що проходить найвищими точками місцевості (рис. 6.3). Від вододілу поверхневі води стікають у різні сторони. Площа, обмежена вододільною лінією, називається **водозбірною або площею водозбору**. Ґрунтові води, як і поверхневі, що стікають у дану водойму з визначеної площі, називають водозбором ґрунтових вод. Він також обмежений вододільною лінією, що проходить найвищими точками водотривкого шару ґрунту, однак виявити її буває важко. У зв'язку з цим у гідрології введено поняття «басейн», під яким розуміють площу, з якої стікають і поверхневі, й ґрунтові води. Ця площа прирівнюється до площі водозбору поверхневих вод, при цьому зневажають розбіжністю вододільних ліній цих водозборів.

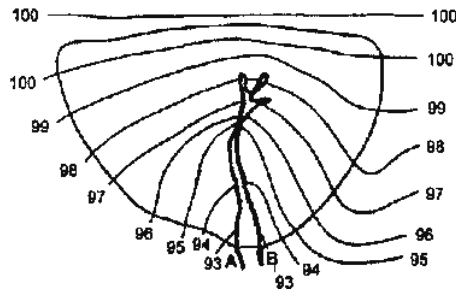


Рис. 6.3. Вододільна лінія і водозбірна площа яру

Щоб окреслити на топографічній карті (рис. 6.3) водозбір яру або балки, необхідно провести лінію з точки В замикаючого створу, перпендикулярно горизонталям минаючи однойменні горизонталі, й замкнути її на іншому кінці замикаючого створу в точці А. Величина водозбору залежить від положення обраного створу. Чим ближче він розташований до вершини яру або балки, тим менша водозбірна площа.

6.3.4. Елементи балансу води для басейну

Рівняння водного балансу для басейну за певний проміжок часу можна записати:

$$x = y + a + b,$$

де: x — об'єм опадів, що випали, y - об'єм поверхневого стоку, a - об'єм води, витрачений на випаровування й транспірацію, b - об'єм води, витрачений на зміну запасу води в басейні (зміни рівня ґрунтових вод, об'єму водойм, вологості ґрунту). Для багаторічного періоду b прагне до нуля, тому можна записати:

$$x = y + a.$$

Розділивши обидві частини рівності на x , одержимо:

$$1 \approx a/x + y/x.$$

Відношення об'єму води, що стекла y до об'єму опадів, що випали, x називається **коефіцієнтом стоку** σ :

$$\sigma = y/x.$$

Звідси випливає, що $\sigma \approx 1 - a/x$, тобто **зі збільшенням об'єму опадів, що випадають, збільшується й коефіцієнт стоку**. Однак при постійній кількості опадів коефіцієнт стоку залежить, головним чином, від водопроникності ґрунтів і підґрунтя. Важкі за гранулометричним складом ґрунти менш проникні, ніж легкі. Ґрунти з ущільненими шарами відрізняються низькою водопроникністю. Велике значення для водопроникності ґрунтів має водостійкість їхньої структури, що залежить від умісту й якісного складу гумусу, складу обмінних основ і інших факторів. Рослинність також впливає на водопроникність. Якщо надземна частина рослин охороняє поверхню ґрунту від руйнування прямими ударами дощових крапель, то коренева система підвищує водостійкість структури ґрунту, а після відмирання залишає в ґрунті порожнечі, якими вода швидко проникає в глиб ґрунтового профілю. У зв'язку з цим ґрунти, покриті лісом, мають винятково високу водопроникність.

Для оброблюваних ґрунтів велике значення має глибина, напрямок і вид обробітку. Вплив деяких з перерахованих факторів відбитий у табл. 6.2.

Величина коефіцієнта стоку залежить також від крутості схилу. Чим крутіший схил, тим більша швидкість стікання й, отже, менший час взаємодії ґрунту з кожною даною порцією води. Тому зі збільшенням крутості схилу коефіцієнт стоку зростає.

Величина коефіцієнта стоку залежить і від довжини схилу. Її збільшення за інших рівних умов приводить до зменшення (редукції) стоку насамперед у зв'язку зі збільшенням частки поверхні, зайнятої водою яка її усмоктує. Це явище можна спостерігати на схилах, покритих природною рослинністю. На розораних схилах картина може бути іншою у зв'язку зі злиттям струменів у міру віддалення від вододілу.

Таблиця 6.2 Коефіцієнт стоку σ для різних ґрунтів при дощах (за даними ГГІ, 1979)

| Ґрунти | Добовий шар опадів, мм | | | | | | | |
|---|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| | <80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 250 |
| Дерново-підзолисті й сірі лісові; змиті суглинкові чорноземи | 0,35 | 0,37 | 0,40 | 0,43 | 0,47 | 0,51 | 0,55 | — |
| Чорноземи звичайні й південні, каштанові ґрунти на лесах, карбонатні ґрунти, а також інші ґрунти значної задернованості | 0,20 | 0,24 | 0,28 | 0,33 | 0,37 | 0,42 | 0,46 | 0,50 |
| Бурі й сіро-бурі пустельно-степові ґрунти, сіроземи супіщані і піщані | 0,15 | 0,19 | 0,23 | 0,27 | 0,31 | 0,34 | 0,3? | 0,45 |

Водопроникність ґрунту при весняному стоці залежить, головним чином, від кількості вільних, не зайнятих льодом великих пор. Це в першу чергу визначається вихідною пористістю ґрунту, її вологістю в передзимовий період і погодними умовами зими, зокрема наявністю або відсутністю зимових відлиг. Водопроникність ґрунту є найменшою, а коефіцієнт стоку найбільшим, якщо пізньою осінню безпосередньо перед настанням холодів випадали дощі, а зима переривалася глибокими і відлигами.

Об'єм води, що стікає з визначеної водозбірної площі за який-небудь відрізок часу, називають **сумарним об'ємом стоку** M і виражають у літрах, кубічних метрах або кілометрах. Стік з басейну за одну секунду називається **витратою стоку** Q . Товщина шару води, що нагромадилася б на поверхні ґрунту, якби стік був відсутній, а всі інші елементи водного балансу залишилися б колишніми, називається **шаром стоку** h і вимірюється в міліметрах. Для визначення шару стоку необхідно сумарний об'єм стоку M (m^3) розділити на площу водозбору F (km^2):

$$h = M/(F \cdot 1000).$$

Витрата води Q (m^3/c) з одиниці водозбірної площі F (km^2) називається **модулем стоку** q . Він виражається в $л/(с \cdot km^2)$:

$$q = Q \cdot 1000/F, \quad q = M \cdot 1000/FT$$

де T — тривалість стоку, с. Звідси:

$$q = h \cdot 1000/T$$

Середнє багаторічне значення стоку називається його нормою й може виражатися середньою витратою, середнім шаром і середнім модулем. Оскільки найбільш удалим для картографування є модуль стоку, його величину, віднесено до центра ваги водозбірних площ, наносять на карту й вирисовують карту ізоліній норм стоку. За такою картою легко визначити середній багаторічний об'єм річного стоку з водозбірної площі.

6.3.5. Мінливість і забезпеченість стоку

При проектуванні протиерозійних заходів недостатньо знати середні показники стоку, тому що при розрахунку на середні значення протиерозійні заходи не справляться з затримкою або безпечним скиданням стоку в ті роки, коли він досягне максимальних величин. Тому протиерозійні заходи розраховують на максимальний стік, що може зустрітися один раз у деяке число років, тобто вводиться поняття забезпеченості стоку (або імовірності перевищення). **Забезпеченістю** називається частота появи стоку розрахункової величини (або більшої) протягом тривалого проміжку часу. Забезпеченість прийнято виражати у відсотках. Якщо стік буває не менше заданої величини раз у 10 років, то забезпеченість складає 10%, якщо 5 разів у 100 років — 5% і т.д. Якщо є ряд спостережень, то для розрахунку забезпеченості будь-якого члена гідрологічного ряду варто було б наявні величини розташувати в порядку убавання й скористатися формулою:

$$p = (m/n-1) \cdot 100\%,$$

де: p — забезпеченість у %; m — порядковий номер числа в ряді, що убуває; n — загальне число членів ряду.

При проектуванні гідротехнічних протиерозійних заходів вибирається імовірність перевищення 5-10%, лісомеліоративних і агротехнічних — 10-25%,

Об'єм талого стоку при відсутності даних спостережень розраховують за формулою:

$$W_{P\%}^T = 1000 \cdot h_{P\%}^T \cdot F,$$

де: $W_{P\%}^T$ — об'єм талого стоку імовірності перевищення $P\%$, м³; $h_{P\%}^T$ — шар стоку за період весняного водопілля імовірності перевищення $P\%$, мм; F — площа водозбору, км².

Розрахунок шару весняного стоку заданої імовірності перевищення $P\%$ проводиться за формулою (ВНІЗІЗПЕ, 1985):

$$h_{P\%}^T = h^T \cdot K_{\Pi} \cdot K_{E\text{ ст}} \cdot K_E \cdot K_{P\%},$$

де h^T — середньобогаторічний шар стоку, приведений до умов не змитого типового й звичайного середньо- й важкосуглинкового чорноземів і визначений за картами ізолій середніх шарів весняного стоку окремо з зябу (рис. 6.4, а) й ущільненої ріллі (зайнятої озимими, багаторічними травами, стернею) (рис. 6.4, б). K_E — коефіцієнт, що враховує експозицію схилу (табл. 6.3); K_{Π} — поправочний коефіцієнт до середнього шару стоку для різних ґрунтів (табл. 6.4); $K_{E\text{ ст}}$ — коефіцієнт, що характеризує вплив ступеня змивання ґрунту на стік талих вод (табл. 6.5); $K_{P\%}$ — коефіцієнт переходу від середнього шару стоку до шару потрібної забезпеченості (табл. 6.6, 6.7).

Таблиця 6.3. Поправочний коефіцієнт до шару весняного стоку для схилів південної експозиції K_E при проектуванні гідротехнічних споруд

| Виразність асиметрії протилежних схилів | Забезпеченість стоку, % | | |
|--|-------------------------|------|------|
| | 10 | 25 | 50 |
| Слабка й помірна | 0,83 | 0,80 | 0,75 |
| Різка | 0,74 | 0,70 | 0,62 |
| Водозбори, що розсіюють | 0,83 | 0,80 | 0,75 |

Таблиця 6.4. Поправочні коефіцієнти до середнього весняного шару стоку для різних ґрунтів K_{Π} ,

| Найменування ґрунтів | Зяб | Ущільнена рілля |
|---|------|-----------------|
| Середньо- й важкосуглинкові ґрунти | | |
| Чорноземи товсті й гладкі | 0,90 | 0,95 |
| Чорноземи вилужені, типові, звичайні, південні каштанові ґрунти | 1,00 | 1,00 |
| Чорноземи опідзолені | 1,05 | 1,03 |
| Темно-сірі лісові | 1,08 | 1,03 |
| Сірі лісові й дерново-карбонатні | 1,12 | 1,05 |
| Ясно-сірі лісові | 1,18 | 1,10 |
| Дерново-підзолисті | 1,20 | 1,10 |
| Легкосуглинкові | | |
| Дерново-підзолисті справжні й сірі лісові ґрунти | 0,90 | 0,95 |
| Сірі лісові й чорноземні ґрунти північного лісостепу | 0,95 | 0,95 |
| Чорноземи і каштанові ґрунти південного лісостепу й степу | 1,00 | 0,95 |
| Супіщані й піщані | | |
| Дерново-підзолисті й сірі лісові ґрунти лісової зони | 0,50 | 0,60 |
| Сірі лісові й чорноземні ґрунти північного лісостепу | 0,80 | 0,75 |
| Чорноземи й каштанові ґрунти південного лісостепу й степу | 1,00 | 0,85 |
| Глинисті, шебенисті, суглинкові | | |
| Дерново-підзолисті й сірі лісові ґрунти лісової зони | 1,20 | 1,10 |
| Сірі лісові й чорноземні ґрунти лісостепу | 1,25 | 1,15 |
| Чорноземи й каштанові ґрунти степової зони | 1,30 | 1,20 |

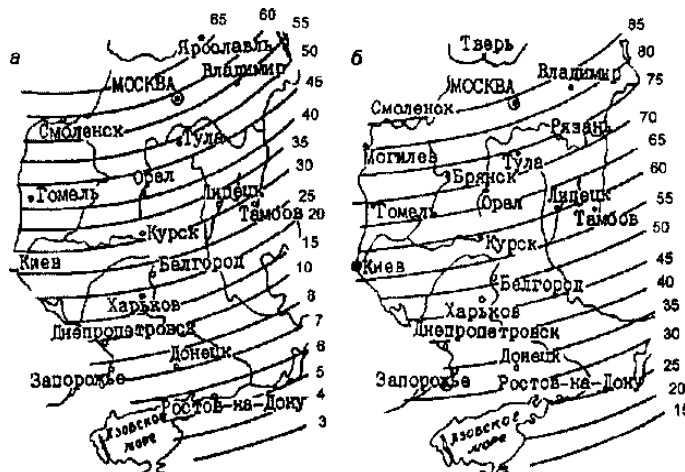


Рис. 6.4. Карта ізолій середніх шарів стоку h^T , приведені до умов типового і звичайного середньо- і важкосуглинкового чорноземів (Кузнецов М.С., Глазунов Г.П., 2004):
 а — із зябу; б — з ущільненої ріллі (озимі, трави, стерня)

Уведення коефіцієнта, що враховує властивості ґрунтів (K_{II}), зв'язане з тим, що на картах (див. рис. 6.4, а, б) дані ізолії середніх шарів весняного стоку, приведені до умов типового й звичайного середньо- й важкосуглинкового чорноземів. Тому ґрунти з меншим умістом гумусу в силу меншої водостійкості структури і, отже, водопроникності характеризуються поправочним коефіцієнтом, що перевищує одиницю.

Для ґрунтів того ж генетичного типу або підтипу, але більш легкого гранулометричного складу поправочний коефіцієнт приймає значення, що не перевищують одиниці. Це пояснюється більш високою водопроникністю легких ґрунтів. У випадку глинистих і щербенистих ґрунтів поправочний коефіцієнт більший одиниці, бо такі ґрунти характеризуються зниженою водопроникністю.

6.3.6. Транспортування й акумуляція наносів

Отже водний потік при ерозійних процесах не тільки розмиває але й транспортує часточки ґрунту. **Під транспортуючою спроможністю потоку розуміють найбільш можливі при певному гідравлічному режимі потоку витрати наносів.**

Потік може переносити частки перекошуванням на дні, піднімаючи їх на висоту, співрозмірну з діаметром часток (донні наноси) або у зваженому стані у середині потоку, коли висота підняття часток вимірюється глибиною потоку (зважені наноси). Перекошування й волочіння часток відбувається переважно під дією лобового зусилля при порівняно малих швидкостях потоку. При великих швидкостях переважає зусилля, що піднімає частки й викликає їх стрибкоподібний рух. При ще більших швидкостях відірвані частки вже не повертаються на дно, підхоплюються вихором, що виникає в придонній області й виносяться у товщу потоку. Чим крупніша частка, тим важче їй піднятися до поверхні. Отже, мутність потоку найвища внизу і зменшується до поверхні.

Збільшення швидкості водного потоку супроводжується збільшенням транспортуючої спроможності й збільшенням розміру часток, що переносяться потоком. Залежність виражається рівнянням Ері (виводиться з рівняння нерозмиваючої швидкості потоку):

$$P = AV^6,$$

де: P – вага частки, що переноситься; A – коефіцієнт, який залежить від ухилу дна, форми й щільності частки, глибини потоку; V – середня швидкість потоку.

Витрата наносів має пряму залежність від швидкості потоку й зворотну – з гідравлічною крупністю часток, що переносяться. При зменшенні швидкості потоку, що переносить

частки, він починає звільнятися від них. Частиці з потоку випадають в осад послідовно від крупних до мілких в міру досягнення потоком відповідних їм все більш низьких незамулюючих швидкостей.

Гідравлічною крупністю (w) називається швидкість рівномірного осадження часток в нерухомій воді. Її значення можна вибрати в залежності від діаметра часток з табл. 6.5.

Таблиця 6.5. Гідравлічна крупність часток w діаметром d при температурі 9-12 °С (Караушев, 1969)

| | | | | | | | | |
|------------|-------|------|------|------|------|------|------|-------|
| d , мм | 1,00 | 0,50 | 0,30 | 0,10 | 0,05 | 0,02 | 0,01 | 0,005 |
| w , мм/с | 106,0 | 52,8 | 27,7 | 5,0 | 1,25 | 0,19 | 0,05 | 0,01 |

Необхідно відмітити, що гідравлічна крупність часток діаметром менше 0,1 мм зворотно пропорційна першому степеню кінематичної в'язкості рідини i , відповідно, суттєво залежить від її температури, для часток діаметром 0,1-0,6 мм – пропорційна степеню 0,33, для часток діаметром 0,6-2 мм – пропорційна степеню 0,1, а для часток більших 2 мм – практично не залежить від в'язкості рідини, а відповідно й її температури. Для тих же градацій діаметра часток гідравлічна крупність пропорційна діаметру відповідно в степенях 2; 1; 0,67; 0,5, що відповідає переходу від ламінарного руху часток до турбулентного.

Для розрахунку незамулюючої швидкості потоку, що несе частки діаметром $\leq 0,25$ мм і тече в руслах з шорсткуватістю 0,0225 І.І. Леві запропонував емпіричну формулу:

$$V_{\text{нез}} = 0,5 \cdot \sqrt{R} \text{ м/с,}$$

де: R – гідравлічний радіус, м.

Для потоків, що несуть більші частки й мають русла з іншими показниками шорсткуватості використовують формулу Штеренліхта (1991):

$$V_{\text{нез}} = A Q^{0,2},$$

де: $A = 0,33$ при середньозважених значеннях $w \leq 1,5$ мм/с, $A = 0,44$ при $1,5 \leq w \leq 2,5$ мм/с, $A = 0,55$ при $w \geq 2,5$ мм/с, Q – витрата потоку, м³/с.

Отже, незамулююча швидкість збільшується із збільшенням гідравлічної крупності часток, мутності потоку, гідравлічного радіуса й при зменшенні жорсткуватості русла.

6.4. Фактори водної ерозії ґрунтів

З природних факторів водної ерозії основне значення мають клімат, рельєф, ґрунт, рослинність.

6.4.1. Кліматичні фактори

Безпосередній вплив на розмах ерозійних процесів має сумарна кількість опадів, їхній вигляд, тривалість, інтенсивність, а також час випадання. Опосередковано на розвиток ерозійних процесів впливають температура, вологість повітря, а також швидкість і тривалість вітру.

Ерозія ґрунту під час дощу відбувається при спільному впливі потоку води і падаючих крапель. Краплі дощу руйнують структуру ґрунту, створюють у потоці додаткову турбулентність, що підвищує його розмивання й транспортуючу здатність, а також навантажує потік відірваними частками ґрунту. Краплі дощу несуть величезну енергію, однак велика частина її (близько 2/3) витрачається на ущільнення ґрунту і менша — на відрив і переміщення часток ґрунту. Удари крапель дощу змушують підніматися в повітря десятки тонн ґрунту на одному гектарі, але тільки частина його виноситься потоками води. Саме по собі розбризкування ґрунту також може привести до деякого переважного

переміщення часток з верхньої частини схилу на нижню, якщо ухил досить виражений. Це зв'язано з тим, що траєкторія руху часток при сплесках униз по схилі довша, ніж нагору.

Масштаби ерозії при сніготаненні визначаються параметрами стоку талих вод, що обумовлені кліматичними особливостями конкретної місцевості, водопроникністю мерзлого ґрунту і його протиерозійною стійкістю.

Кінетична енергія дощової краплі, що визначає розмір заподіюваних ґрунту руйнувань у місці її падіння, залежить від розміру краплі (тобто від її маси) й її швидкості. Відомо, що при руху краплі в повітрі швидкість її падіння стає постійною, а чисельне значення залежить від стану атмосфери й від розміру краплі (кореня квадратного з діаметра). І.Т. Даскалов (1978) запропонував наступну залежність:

$$V_K = 41,5 \cdot \sqrt{d_k g}$$

де V_K — швидкість падіння дощової краплі, м/с; d_k — діаметр краплі, м; g — прискорення сили ваги, м/с².

Для практичних цілей можна скористатися наступними даними:

| | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| d, мм | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| V, см/с | 27 | 117 | 206 | 403 | 649 | 806 | 883 | 909 | 930 |

Постійна швидкість падіння великої краплі досягається при падінні з висоти близько 20 м, дрібної краплі з меншої висоти. Цю обставину необхідно враховувати при моделюванні дощової ерозії.

Сильний вплив на кінетичну енергію крапель дощу створює вітер. Розрахунки, зроблені В.В. Сластіхіним (1990), показали, що кінетична енергія крапель дощу із середнім діаметром 1 мм, що падають при вітрі 4; 7 і 9 м/с, більші в 1,9; 3,6; 5,9 рази, ніж її значення при штилі. Отже, швидкість руху краплі при зазначених параметрах вітру відповідно в 1,4; 1,9 і 2,4 рази більша, ніж у безвітряну погоду. Збільшення швидкості руху великих крапель діаметром 4 мм у 1,3-1,7 рази менше.

За розміром крапель дощі неоднорідні, тому можна говорити лише про переважний розмір крапель. Для дощів інтенсивністю менш 1 мм/хв. спостерігається чітка залежність: **чим більша інтенсивність, тим більший діаметр краплі**. Для наближених розрахунків середнього діаметра краплі (d , мм) за відомою інтенсивністю дощу (r , мм/хв.) можна користатися формулою (Мейсон, 1961):

$$d_k = 2,2 r^{0,21}$$

Для дощів інтенсивністю 2-3 мм/хв. ця залежність стає зворотною, а при подальшому збільшенні інтенсивності дощу знову відзначається ріст діаметра краплі (Гудзон, 1974). При дощах інтенсивністю 1-2 мм/хв. переважають краплі діаметром 2-3 мм. Для порівняння відзначимо, що при дощах малої інтенсивності — порядку 0,02 мм/хв. переважають краплі діаметром 0,6 мм, а зливи інтенсивністю більш 4,3 мм/хв. містять переважно краплі розміром 4,4 мм.

Краплі розміром більше 6 мм не зустрічаються, тому що при падінні вони сплющуються й руйнуються під дією сил опору повітря. Відповідно до діаметра крапель змінюється і кінетична енергія дощу. У табл. 6.6 приведені характерні для середньої смуги Росії параметри інтенсивності дощів, розмірів крапель і швидкостей їхнього падіння.

Існує також тісний зворотний зв'язок між інтенсивністю дощу і його тривалістю. Максимальну інтенсивність дощу $r_{\text{макс}}$, мм/хв., можна розрахувати за формулою Г.А. Алексєєва (Веліканов, 1964):

$$r_{\text{макс}} = (A + B) \lg N / (I + T)^{2/3}$$

де: A і B — географічні параметри, T — тривалість дощу, хв., N — число років, що приходиться на одну задану зливу, тобто величина, зворотна повторюваності. Якщо забезпеченість береться рівною 10%, то це значить, що розрахункова інтенсивність дощу при заданій його тривалості T очікується 1 раз за 10 років (а $N = 10$), якщо забезпеченість — 100%, то $N = 1$ і т.д. Різні споруди в залежності від їхньої значимості проектується на дощі різної забезпеченості. Так, водостримуючі вали проектується на опади забезпеченістю 10%, а водопропускні споруди в залізничному полотні — на опади забезпеченістю 1%.

Таблиця 6.6. Розмір і швидкість дощових крапель у залежності від інтенсивності дощу (Мірцхулава, 1970)

| Характер опадів | r , мм/хв. | d , мм | V_6 , м/с |
|------------------|--------------|----------|-------------|
| Туман | — | 0,01 | 0,003 |
| Густий туман | 0,0003 | 0,1 | 0,25 |
| Дрібний дощ | 0,0042 | 0,2 | 0,75 |
| Легкий дощ | 0,016 | 0,45 | 2,0 |
| Помірний дощ | 0,066 | 1,0 | 4,0 |
| Сильний дощ | 0,25 | 1,5 | 5,0 |
| Дуже сильний дощ | 0,66 | 2,1 | 6,0 |
| Злива | 1,67 | 3,0 | 7,0 |

Приведемо для прикладу *значення A і B для деяких районів*: Архангельськ відповідно 2,6 і 2,8; Москва — 4,3 і 3,3; Одеса — 4,1 і 4,4; Сочі - 6,0 і 5,0; Поті — 9,0 і 6,6; Волгоград — 3,0 і 2,6; Єкатеринбург — 3,2 і 3,1. Низькими значеннями географічних параметрів характеризуються північна, північно-східна й південно-східна частини Російської рівнини, високими — західні й центральні райони Кавказу, особливо чорноморське узбережжя, Молдавія, південно-західна частина України (М.С. Кузнецов, Г.Л. Глазунов, 2004).

Зіставлення кількісних показників зволоження території і ураженості їх ерозійними процесами не показало існування тісного зв'язку між сумарною кількістю опадів і розмахом ерозії. Однією з причин такого положення справ є те, що *величина змиву ґрунту тісніше всього зв'язана не з загальною кількістю опадів, а з їхньою інтенсивністю*. При цьому має значення усереднена інтенсивність опадів, не за всю зливу, а тільки за деякий його інтервал, ближчий до пікового значення інтенсивності. У ході експериментальних досліджень робляться спроби зв'язати величину змиву ґрунту за одну зливу зі значенням п'яти-, десяти-, двадцяти-, тридцяти хвилинної інтенсивності й т.д.

Наступні цифри дають уявлення про значення п'ятихвилинної інтенсивності дощів у різних регіонах: Колхіда — 3,8 мм/хв.; Закарпаття — 3,0 мм/хв.; Підмосков'я — 1,7 мм/хв.; Передуралля — 0,8 мм/хв. Однак абсолютні максимуми інтенсивності злив досягають ще більших величин, наприклад, 10-12 мм/хв. у Молдавії.

При збільшенні обраного інтервалу часу максимальна інтенсивність дощів падає. Наприклад, 30-хвилинна інтенсивність дощів 20% забезпеченості складає для субтропіків Закавказзя 2,4-2,5 мм/хв., для районів Карпат і Підмосков'я — 0,8 мм/хв., Передуралля — 0,6-0,7 мм/хв. Найбільш низькі значення цього показника на території Російської рівнини характерні для районів півночі (0,3-0,4 мм/хв.) й Північного Прикаспію — на південному сході (0,5-0,6 мм/хв.) (Ларіонов, 1993).

Розподіл n -хвилинних значень інтенсивності злив підпорядковується певним географічним закономірностям, що знайшли вираження в мінливості значень параметрів A і B у рівнянні Алексеева й визначає у значній мірі основну закономірність поширення дощової ерозії ґрунтів — зменшення в напрямку з півдня на північ.

Розмах ерозії при сніготаненні в значній мірі визначається запасами води в снігу. Розподіл запасів води має наступну закономірність: із просуванням на північ і схід запаси води в снігу збільшуються. Уявлення про звичайні величини запасів води в снігу дають наступні цифри: Підмосков'я приблизно 100 мм; Північний Урал — 160 мм, Кубань — 10-15 мм.

Ерозійну здатність талої води характеризують не тільки запаси води в снігу, але й інтенсивність сніготанення. Здавалося б, у південних районах цей показник повинний бути вищим, ніж у північних, однак у дійсності це не так: інтенсивність сніготанення, наприклад, у Підмосков'ї (0,065 мм/хв.) більший, ніж на Кубані (0,015 мм/хв.). Пояснюється це тим, що на півдні в час весняного сніготанення сніг залягає не суцільною смугою, а плямами. У результаті виявляється, що *інтенсивність ерозії при сніготаненні наростає з півдня на північ і з заходу на схід, тобто зворотно дощовій ерозії*. За підрахунками Г.П. Сурмача (1992), на рівні проходження ізолінії середнього весняного стоку з зябу 30 мм

інтенсивність змиву від талого стоку в два рази вища, ніж від дощового. Уздовж ізолінії середнього весняного стоку з зябу 15 мм вони порівнюються, а в міру просування на південний схід, південь, і особливо на південний захід, усе більше переважає дощова ерозія. У південно-західних районах України й у Молдавії ця перевага стає гнітючою.

Отже, найбільше руйнування ґрунту талими водами має місце у північних районах Лісостепу і на Поліссі. Це явище може спостерігатися не тільки навесні, а й узимку під час сильних відлиг, коли сніг може повністю розтанути, наситити водою ґрунт і зносити зі схилів верхній шар.

На решті території Лісостепу і в Степу переважає водна ерозія від зливових стоків. Тут протягом року буває від одного до чотирьох зливових дощів, які зумовлюють найінтенсивніші ерозійні процеси на територіях Донецького кряжу, Придніпровської та Подільської височин і гірських районах Криму та Карпат.

6.4.2. Топографічні фактори

Сукупність форм горизонтального й вертикального розчленування земної поверхні називається **рельєфом**. Рельєф складається з позитивних (опуклих) і негативних (увігнутих) форм, обмежених по-різному орієнтованими схилами. Рельєф суші не тільки визначає особливості формування стоку талих і дощових вод і зв'язаних з ним процесів ерозії й закономірності залягання не змитих, змитих і намитих ґрунтів, але й сам часто формується під дією ерозії ґрунтів і гірських порід. Розглянемо деякі елементи рельєфу суші, що є місцем формування стоку й прояву ерозії ґрунтів.

Елементами водозбору є вододіли, схили, гідрографічна мережа. Під **вододільним простором на рівнині** розуміють межиріччя, що не має стоку в яку-небудь річкову систему, або зі стоком, що здійснюється слабоврізаними верхів'ями рік. Розрізняють вододіли першого порядку, що обмежують водозбори суходільних систем, і вододіли більш високих порядків, що обмежують водозбори лощин, балок. **Гідрографічною мережею** називають мережу знижень, якими здійснюється стік поверхневих вод. У плані ця мережа знижень має вид гіллястого дерева. Верхня частина мережі, позбавлена постійних водотоків, називається суходільною мережею. Розрізняють наступні **елементи суходільної мережі** (Козменко, 1954; Арманд А.Д., 1955).

Балка — верхня ланка гідрографічної мережі, що примикає до найбільш високих частин водозборів, що характеризується невеликою глибиною (0,5-2 м), положистими схилами, що непомітно переходять у плакорний простір водозбору у верхній частині й у широке увігнуте днище — у нижній. Схили балки навіть у найбільш крутому місці не бувають крутіше 3-8°. Водозбір балок має площу кілька гектарів або кілька десятків гектарів. Перехід балки в лощину починається з пунктів мережі, що мають площу водозбору до 50 га, а в глибоко розчленованих районах — 10-15 га. Балки розорюються.

Лощина — елемент гідрографічної мережі, що відрізняється від балки більш різкими обрисами, глибиною й крутістю схилів (8-15°), а також іншою геологічною будовою берегів. Хоча самі схили лощини симетричні, потужність покривних порід залежить від експозиції: на сонячному березі вона менша, ніж на тіньовому. Русла потоку в днищі лощини не буває. Лощини доцільно засівати травами. При подальшому розвитку лощина переходить у більш велику форму — балку (суходіл, яр, байрак).

Балка — витягнута западина, відділена від схилу добре вираженою брівкою й має зовнішньою асиметрією берегів і асиметрію покривних відкладів. На крутих берегах сонячної експозиції покривна порода має малу потужність або майже відсутня. На тіньових, більш положистих схилах формується могутній плащ лесу або лесоподібного суглинку. Глибина балок 6-20 м, ширина досягає 60-200 м, крутість берегів 10-15°, а в підмитих місцях — до 35°, площа водозбору — від 250 га й більше до декількох тисяч гектарів. Характерною

рисою балки є добре виражене русло тимчасового водотоку на її дні. На схилах балок бувають помітні тераси або декілька нечітко виражених брівок. У глибоких балках місцями спостерігається виклинцювання ґрунтових вод. Широкі днища балок мають трав'яний покрив. Балки впадають у річкові долини.

Доліна річки — найбільш древня ланка гідрографічної мережі, що має постійний водотік і зв'язані з ним форми рельєфу: заплави, притерасні западини, прируслові вали й ін.

Переважну частину території водозбору займають схилі землі. **Схили розрізняють за формою, довжиною, крутістю й експозицією.** Схили мають форму подовжнього й поперечного профілю. За формою подовжнього профілю виділяють **прямі, опуклі й увігнуті** схили. Іноді зустрічаються схили складної форми — опукло-вгнуті, увігнуті-опуклі і східчасті. За формою поперечного профілю також розрізняють схили прямі, опуклі й увігнуті. При опуклій формі поперечного профілю схилу стік відбувається розбіжними напрямками, а схил (водозбір) називають **розсіюючим**. При увігнутій формі поперечного профілю схилу стік відбувається напрямками, що сходяться, а схил **називають збірним**.

Якщо поперечний профіль схилу прямий, то схил називають **нейтральним**. Форма схилу залежить від властивостей ґрунту, що підстилає й материнської породи. Прямими й опуклими бувають схили, складені легко розмивними породами. Якщо важко розмивні породи залягають близько до поверхні, то утворюються увігнуті схили. У місцях, де спостерігається чергування пухких і твердих порід, що виходять на поверхню, утворюються **східчасті** схили.

Водозбори з опуклими схилами переважають у північній і центральній частинах Середньоросійської височини, на правобережній Україні. Водозбори з увігнутими й східчастими схилами зустрічаються у Високому Заволжі, на Приволзькій височині й у межах високої частини Ставропольської височини, де спостерігається близько до поверхні залягання корінних порід. Пряма форма схилів спостерігається в південній і південно-східній частинах Середньоросійської височини, у Кодрах, на заході Нижнього Заволжя й на передкавказьких рівнинах (Миронова, 1972).

Довжина схилу – відстань від вододілу до брівки елемента гідрографічної мережі по лінії найбільшого ухилу. Довжина схилів сильно залежить від ступеня розчленованості території, що характеризує **коефіцієнт розчленованості K** **Коефіцієнт розчленованості території** дорівнює відношенню довжини долинної й балкової мережі в кілометрах на якій-небудь території до її площі S у квадратних кілометрах:

$$K = I/S.$$

Довжина схилу L зв'язана з коефіцієнтом розчленованості території:

$$L = 1/2K.$$

Отже, чим більший ступінь розчленованості території, тим коротші схили. За класифікацією М.М.Заславського (1987) схили розділяються на:

| | |
|---------------------|---------------------|
| надзвичайно короткі | довжиною до 50 м, |
| дуже короткі | від 50 до 100 м, |
| короткі | від 100 до 200 м, |
| середньої довжини | від 200 до 500 м, |
| підвищеної довжини | т 500 до 1000 м, |
| довгі | від 1000 до 2000 м, |
| дуже довгі | від 2000 до 4000 м, |
| надзвичайно довгі | більш 4000 м. |

Під ухилом місцевості I розуміють величину відношення різниці висот двох точок на лінії найбільшого падіння схилу Δh до горизонтальної проекції відстані між ними b :

$$I = \Delta h/b = \text{tg } \alpha$$

де α — кут між лінією, що проходить через ці дві крапки, й горизонтальною площиною. Величина кута α є мірою крутості схилу. Ухил можна виражати й у відсотках, наприклад: $\text{tg } 1^\circ = 0,017 = 1,7\%$. Запропоновано наступну класифікацію схилів за крутістю (табл. 6.7).

Таблиця 6.7. Класифікація схилів за крутістю (Брауде, 1959)

| Схили | Крутість, град. | Ухил (tg α) |
|-------------------|-----------------|---------------------|
| Слабологі | до 1 | < 0,017 |
| Положисті | 1-2 | 0,017-0,035 |
| Похилі | 2-5 | 0,035-0,087 |
| Похилі-круті | 5-9 | 0,087-0,158 |
| Круті | 9-20 | 0,158-0,364 |
| Дуже круті | 20-30 | 0,364-0,577 |
| Надзвичайно круті | 30-45 | 0,577-1,000 |
| Стрімчасті | 45-70 | 1,000-2,747 |
| Стрімкі | 70-90 | > 2,747 |

Крутість схилу має важливе значення для формування стоку й прояву ерозії ґрунтів. Причина існування тісного зв'язку крутості схилу зі здатністю ґрунтів до ерозії, очевидна, вона зв'язана з впливом ухилу на швидкість потоку, що розмиває ґрунт. Як уже відзначалося раніше, швидкість руху води на схилі зв'язана з ухилом формулою Шезі, з якої випливає, що чим більший ухил, тим більша швидкість водного потоку й його енергія, тим більші заподіяні ґрунту руйнування. Матеріали спостережень на стокових площадках підтверджують цю закономірність (табл. 6.8).

Таблиця 6.8. Вплив крутості схилу на середньорічний змив ґрунту (за Беннетом, 1958)

| Ґрунт | Культура | Ухил схилу | Довжина схилу, м | Змив ґрунту, т/га |
|---------------------|-----------|------------|------------------|-------------------|
| Глинистий суглинок | бавовник | 0,00 | 30 | 4,9 |
| | | 0,01 | | 11,6 |
| | | 0,02 | | 15,7 |
| Пилуватий суглинок | кукурудза | 0,08 | 22 | 134,4 |
| | | 0,12 | | 164,0 |
| Глина | кукурудза | 0,02 | 22 | 23,7 |
| | | 0,04 | | 68,1 |
| Піщанистий суглинок | бавовник | 0,087 | 22 | 62,5 |
| | | 0,165 | | 161,3 |
| Суглинок | кукурудза | 0,037 | 28 | 44,1 |
| | | 0,08 | 22 | 68,8 |

Аналіз дослідних даних залежності інтенсивності ерозії від ухилу приводить до формули вигляду

$$Q = K\Gamma^n,$$

де K — коефіцієнт пропорційності ($K > 0$), n — емпіричний коефіцієнт.

Дослідні значення цього коефіцієнта, отримані рядом авторів, укладаються в діапазоні 0,4-1,4. Такий розкид значень цього коефіцієнта пояснюється розходженнями в умовах експериментів або спостережень, за матеріалами яких і були розраховані його значення. За інших рівних умов ці розходження зв'язані з розходженнями в довжині схилів, на яких робили виміри.

Довжина схилу впливає на витрату стоку. Чим далі від вододілу вниз схилу, уздовж ліній стоку, знаходиться досліджуваний створ, тим більшою буде витрата води в цьому створі за інших рівних умов. В більшості випадків змив ґрунту збільшується зі збільшенням відстані від вододілу. Беннет пояснює це збільшенням витрати стікаючої води і, отже, глибини й швидкості потоку.

Залежність величини змиву ґрунту Q від довжини схилу може бути виражена наступним емпіричним рівнянням:

$$Q = Kx^m,$$

де: K — коефіцієнт пропорційності; x — відстань між досліджуваним створом і вододілом, м; m — емпіричний коефіцієнт, що має величину, за даними різних авторів, у межах 0,35-1,0.

Експозиція схилу також значно впливає на інтенсивність змиву ґрунту. При дощовій ерозії цей вплив виявляється через різну зволоженість схилів різної експозиції й у зв'язку з цим різну густоту рослинного покриву, що має сильний захисний вплив на ґрунт. Це особливо добре проявляється в гірських районах з недостатньою кількістю опадів. Наприклад, у гірських районах Узбекистану і Киргизії змив ґрунту з південних схилів у 2-3 рази більший, ніж з північних.

При ерозії в період весняного сніготанення закономірність впливу експозиції схилів та ж, однак основною причиною цього є нерівномірність розподілу снігу на різних частинах схилів різної експозиції. Наприклад, для лісостепової зони Східноєвропейської рівнини характерна така закономірність: якщо на вододілі сніжність прийняти рівною 1, то на схилах, звернених на південь, південний схід, схід, сніжність дорівнює 0,5; на схилах, звернених на північний схід – 1, а на схилах північно-західної експозиції — 2. Це зв'язано з істотною перевагою в зимовий період напрямку вітрів з півдня на північ і особливостями динаміки повітряного потоку, що транспортує сніг.

В умовах пересіченого рельєфу сніг акумулюється на підвітряному схилі, особливо в нижній його частині, й здувається з навітряного. Унаслідок цього при сніготаненні в першу чергу звільняються від снігу нижні частини схилів південної експозиції. Тут ґрунт відтає раніше й стає доступним для змиву потоками води, що надходять зверху. Інша картина на схилах північної експозиції. Тут у нижній частині схилу снігу більше, ніж у верхній. Потоки води, що надходять на нижню частину схилу, не мають настільки руйнівної дії, як на схилах південної експозиції, тому що вода йде під снігом по мерзлому ґрунті. Швидкість її мала внаслідок опору снігу руху води, а опірність мерзлого ґрунту змиву велика. Відповідно до цього ґрунтовий покрив схилів південної й західної експозиції більш еродований, ніж північної експозиції (табл. 6.9).

Таблиця 6.9. Частка середньо- й сильнозмитих дерново-підзолистих ґрунтів на схилах, % (Лідов, 1981)

| Експозиція схилу | Крутість схилу, град. | | | |
|--------------------|-----------------------|-----|-----|-----|
| | 2-3 | 3-4 | 4-5 | 5-6 |
| Південна й західна | 2-3 | 25 | 33 | 55 |
| Північна й східна | 0 | 17 | 15 | 14 |

Закономірності розташування на схилах різного ступеня змитих ґрунтів значною мірою визначаються особливостями рельєфу. Розглянемо, які ці закономірності на схилах трьох типів: опуклих, прямих і увігнутих. В усіх випадках при крутості схилу менше 1° імовірність виявлення змитого ґрунту дуже мала.

Найбільше руйнування ґрунтів спостерігається на опуклих ділянках схилу. Це обумовлено тим, що зі збільшенням відстані від вододілу одночасно збільшуються й крутість схилу, й витрата потоку, а це приводить до збільшення його швидкості й руйнівної сили. У результаті цього незмиті ґрунти вододілу на опуклому схилі змінюються слабозмитими, потім середньозмитими й сильнозмитими (рис. 6.5). Увігнуті схили за інших рівних умов піддаються ерозії в меншому ступені, ніж опуклі. Це обумовлено тим, що зі збільшенням відстані від вододілу збільшення витрати потоку супроводжується зменшенням ухилу. У нижній частині увігнутих схилів, де швидкість потоків падає нижче незамулюючої, часто спостерігаються намиті ґрунти (рис. 6.5).

Закономірності змиву, характерні для опуклого схилу, повторюються й на прямому схилі, але в ослабленому вигляді (рис. 6.5). Це пояснюється тим, що на прямому схилі кінетична енергія потоку зі збільшенням відстані від вододілу збільшується повільніше, ніж на опуклому. Змиті ґрунти на таких схилах з'являються починаючи, приблизно, з їхньої середини або з початку нижньої третини схилу. При крутості схилу 5° довжина ділянки незмитих ґрунтів на вершині прямого схилу досягає 100 м. Б.В. Поляков (1946) оцінив

співвідношення величин змиву на опуклому, прямому й увігнутому схилах як 1,5:1:0,5. Г.В.Лопатін (1952) дав трохи інше співвідношення: 1,25:1:0,75.

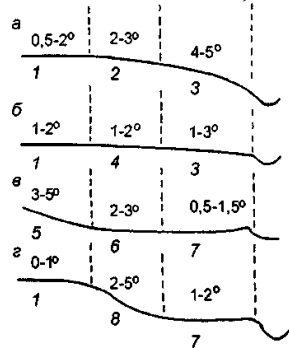


Рис. 6.5. Типи профілів схилів (за М.С. Кузнєцовим, Г.Л. Глазуновим, 2004):

a — опуклий; *b* — прямий; *v* — увігнутий; *z* — східчастий; 1 — незмиті ґрунти; 2 — слабозмиті з плямами незмитих; 3 — середньо- і сильнозмиті; 4 — слабозмиті з плямами середньозмитих; 5 — комплексні за змитістю; 6 — слабозмиті з плямами змито-намитих; 7 — незмиті в комплексі зі змито-намитими; 8 — середньозмиті в комплексі зі слабозмитими

На східчастих схилах спостерігається інша закономірність: змиті ґрунти займають їхні круті відрізки, а незмиті й намиті — більш пологі.

Форма водозбору впливає на величину ерозії через концентрацію схилового стоку, тому водозбори, що збирають воду найбільш небезпечні в ерозійному відношенні, а ті що розсіюють — найменш небезпечні, нейтральні займають проміжне положення.

Для оцінки впливу рельєфу на розвиток лінійної ерозії часто використовують глибину місцевих базисів ерозії. Під **базисом ерозії** розуміють горизонтальну поверхню, на рівні якої ерозія припиняється. Для яру, наприклад, базисом ерозії може бути рівень дна балки, заплави або межений рівень води в ріці. Для малої ріки — рівень води в ріці, у яку вона впадає. Загальним базисом ерозії є рівень Світового океану. Місцевим називають базис ерозії, характерний для даної місцевості. Звичайно відзначають збільшення ураженості території ярами зі збільшенням глибини базису ерозії до 40-60 м. При цьому абсолютна більшість ярів приурочена до схилів довжиною 300-1250 м і крутістю 3-9° (Рожков, 1981).

6.4.3. Ґрунтові й літологічні фактори

Властивості ґрунтів і материнських порід визначають особливості формування поверхневого стоку і, ерозійну здатність потоку, а вона, у свою чергу, — інтенсивність ерозійних процесів і ступінь поширення змитих і намитих ґрунтів. В умовах сформованого поверхневого стоку, ступінь прояву ерозії залежить від здатності ґрунту протистояти змиву, тобто від безлічі властивостей ґрунту, що визначають його протиерозійну стійкість

Поверхневий стік під час дощу виникає, коли його інтенсивність починає перевищувати інтенсивність усмоктування води ґрунтом, що з часом убуває. Зміна вбираючої здатності ґрунту в часі з достатньою для практичних цілей точністю описується рівнянням А.Н. Костякова (1960):

$$K_t = K_0 t^{-a}$$

де K_t і K_0 — інтенсивність усмоктування в момент t і на початку усмоктування; a - коефіцієнт загасання швидкості усмоктування, що змінюється від 0,2 до 0,8 у залежності від властивостей ґрунтів і їхньої вихідної вологості.

У дійсності найчастіше поверхневий стік виникає через якийсь час після початку дощу. Поглинання ґрунтом води здійснюється у вигляді одночасного протікання ряду процесів. Якщо в ґрунті є великі тріщини, ходи землерійів, великі ходи коренів, то відбувається турбулентне поглинання води ґрунтом, вода «провалюється» у ці порожнечі. На початку

процесу, якщо ґрунт сухий, відбувається капілярне й плівкове розсмоктування води в ґрунті. В міру заповнення ґрунтових пор водою й подальшим її надходженням у вигляді опадів відбувається формування суцільного рівномірного потоку. Динаміка інтенсивності усмоктування води ґрунтом, має велику залежність від властивостей ґрунтів, їх агротехнічного стану, вологості й гранулометричного складу.

Визначення водопроникності ґрунтів – одна з основних характеристик за якою можна визначити поверхневий стік при певній інтенсивності дощу або поливах. Як правило водопроникність ґрунтів визначають дослідним шляхом у польових умовах, але є й розрахункові методи. Д.Л. Арманду (1961) вдалося згрупувати ґрунти різного генезису й гранулометричного складу у класи за їх водопроникністю під час дощування (табл. 6.10).

Таблиця 6.10. Класифікація ґрунтів за водопроникністю

| Потенціальна структура | Типи й підтипи ґрунтів | Групи за гранулометричним складом | | | | |
|--|--|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------|-----------------------|
| | | Глини й важкі суглинки | Середні й легкі суглинки | Супіски й сильнощебенисті ґрунти | Піски | Піски слабо задержані |
| Водостійка макроструктура | чорноземи типові, звичайні, південні | 4 | 5 | - | - | - |
| Макроструктура середньої стійкості | чорноземи вилужені, опідзолені, солонцюваті, темно-сірі й сірі лісові ґрунти, темно-каштанові, лучно-чорноземні ґрунти | 2 | 3 | 4 | - | - |
| Мікроструктура або нестійка макроструктура | підзолисті ґрунти, світло-сірі лісові, світло-каштанові, глибоко-стовпчасті солонці | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

ґрунти першого класу характеризуються найменшою водопроникністю, а ґрунти п'ятого класу – найбільшою. Для визначення приналежності ґрунту до одного з класів необхідно знати його тип і гранулометричний склад.

Залежність інтенсивності всмоктування від інтенсивності дощу для ґрунтів різних класів описується відповідними кривими (рис. 6.6). Крива, яка відповідає п'ятому класу водопроникності ґрунту, займає найвище положення на малюнку, а нижче розміщуються криві, які відповідають більш низьким класам. Залежності швидкості всмоктування води ґрунтом від інтенсивності дощу мають зростаючий характер. Це пояснюється тим, що із збільшенням інтенсивності дощу збільшується доля площі, яка зайнята водою, тобто "робочою" площею у відношенні напірного всмоктування.

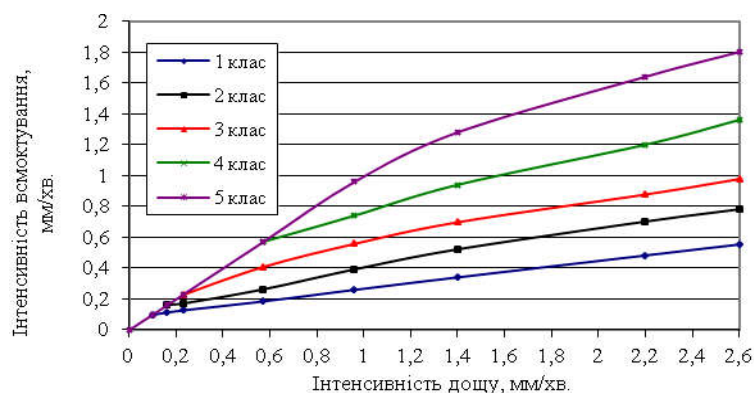


Рис. 6.6. Залежність інтенсивності всмоктування води у ґрунт від інтенсивності дощу для різних класів (див. табл. 6.10)

Показовим є те, що спочатку всі криві розміщуються під кутом 45° до горизонталі, тобто швидкість всмоктування рівна інтенсивності дощу, й стік не формується. Але рано або пізніше криві відхиляються до горизонталі, що відповідає моменту початку формування

стоку. Для ґрунтів 1 класу він відповідає інтенсивності дощу 0,1 мм/хв., для ґрунтів 5 класу – 1,1 мм/хв.

Користуючись цією схемою, легко розрахувати коефіцієнт стоку σ для ґрунту будь-якого класу, якщо відома інтенсивність дощу r . Для даного класу ґрунту заданої величини r відповідає певне значення інтенсивності всмоктування води K (рис. 6.6), тоді легко знайти **коефіцієнт стоку**:

$$\sigma = (r - K) / r.$$

Для оцінки водопроникності ґрунту у агрономічних і меліоративних цілях використовують шкалу Н.А. Качинського (табл. 6.11).

Таблиця 6.11. Оцінка водопроникності ґрунту важкого механічного складу (за Н.А. Качинським, напір води $H = 5$ см при температурі $10^\circ C$)

| Водопроникність, мм за першу годину | Оцінка |
|-------------------------------------|--------------|
| Більше 1000 | Провальна |
| 1000-500 | Зайве висока |
| 500-100 | Найкраща |
| 100-70 | Добра |
| 70-30 | Задовільна |
| <30 | Незадовільна |

Протиерозійна стійкість ґрунтів характеризує здатність ґрунту протистояти дії водного потоку змиванню, або спільній дії потоку води й крапель дощу. Кількісно вона виражається величиною швидкості потоку, що розмиває, що безпосередньо визначається двома показниками ґрунту: розміром водостійких агрегатів і зчепленню їх один з одним. Інші властивості ґрунтів впливають на протиерозійну стійкість побічно, через ці показники.

Якщо у мулистій фракції ґрунтів або порід переважають мінерали, що мало набухають – каолінит, то вони відповідають відносно низькій протиерозійній стійкості, тому що забезпечують слабе зчеплення між частками. Навпаки, породи, у яких переважають гідрофільні мінерали — монтморилоніт і йому подібні, — характеризуються порівняно високим зчепленням і протиерозійною стійкістю (Седлецький, Ларіонов, 1955). У той же час за умови рівного зчеплення підвищення гідрофільності супроводжується зниженням опірності ґрунтів розмиву (Мірцхулава, 1967).

Значний вплив на протиерозійну стійкість ґрунтів має гранулометричний склад. З двох ґрунтів однакового генетичного типу більшою протиерозійною стійкістю володіє більш важкий, що містить більше мулистої фракції, здатної до структуроутворення. Особливо несприятливий високий уміст фракції великого пилу (0,05-0,01 мм), що значно понижує водостійкість структури.

Здатність гумусу склеювати, цементувати частки ґрунту один з одним у водостійкі агрегати позитивно позначається на протиерозійній стійкості ґрунтів. С.С. Соболев (1948) розташував основні типи ґрунтів за протиерозійною стійкістю в наступний ряд: могутній суглинковий чорнозем > темно-каштановий ґрунт > лісові суглинкові ґрунти > середньо-підзолисті ґрунти. Аналогічний ряд запропонував В.Б. Гуссак (1959): лугові ґрунти > чорноземи > жовто-підзолисті > дерново-підзолисті > ґрунту пустельних степів і пустель. Таким чином, протиерозійна стійкість ґрунтів убуває на північ і південь від чорноземно-степової смуги разом зі зменшенням умісту гумусу.

У повітряно-сухому стані ґрунти, багаті колоїдами, володіють більш водостійкою структурою у тому випадку, якщо вони насичені обмінним кальцієм, однак для ґрунтів, бідних колоїдами, спостерігається зворотна залежність. В.П. Козлов (1947) порівнював водостійкість окремих агрегатів ґрунтів, насичених Na^+ і Ca^{+2} , у сухому і попередньо

зволоженому стані й прийшов до висновку, що після капілярного змочування агрегати ґрунту, насичені Na^+ , розпадаються швидше, ніж насичені Ca^{+2} .

За дослідженнями Мірцхулави (1958) **найменшим опором розмиву володіють ґрунти, що містять легкорозчинні солі**. У результаті швидкого вимивання цих солей зв'язність ґрунту, а з нею й протиерозійна стійкість швидко зменшуються. Ґрунти, що містять дисперсний гіпс, володіють більшою протиерозійною стійкістю; потім ґрунти з крупнокристалічними розсіяними карбонатами. Найбільшою протиерозійною стійкістю володіють ґрунти, що містять гідроксиди заліза й суцільний макро- й мікрোকристалічний кальцит.

6.4.4. Біогенні фактори

Дрібні корені рослини скріплюють ґрунтові агрегати, додають їм водостійкості, створюють міцні еластичні зв'язки між ними. Рослинність має й непрямий вплив на протиерозійну стійкість ґрунтів, змінюючи гідрологічний і біологічний режими ґрунту.

Прямий вплив рослинності на протиерозійну стійкість ґрунтів вивчав Ц.Е. Мірцхулава (1967). Він з'ясував, що вирощування таких рослин, як люцерна й райграс, сприяє підвищенню показника протиерозійної стійкості, розмиваючій швидкості потоку, у 1,4-2,0 рази. Ефективність рослин у першу чергу залежить від мичкуватості кореневих систем. Відповідно до цього просапні культури майже не сприяють збільшенню швидкості потоку, що розмиває. Зернобобові збільшують її приблизно в 1,2 рази, зернові — у 1,3, бобові без злаків — у 1,7, злаково-бобова суміш — у 2,2, лугові рослини — у 3 рази.

Листки й стебла рослин, особливо деревних, затримують частину опадів. За даними А.А. Молчанова (1960), крони дерев у хвойних лісах затримують до 53% опадів, що випадають за рік. У літні місяці крони можуть затримати до 20-30 % дощових опадів. Кілька міліметрів опадів затримують лісова підстилка й мох. Лучна рослинність може затримати до 1,2 мм опадів.

Добре розвинутий рослинний покрив охороняє ґрунт від ударів дощових крапель, збільшує водопроникність ґрунту, створює високу шорсткість поверхні, що знижує швидкість схилового стоку. Коефіцієнт шорсткості збільшується в залежності від характеру трав'яного покриву в 2-3 й навіть 4,5 рази. За даними Г.А.Ларіонова (1993), помітне збільшення швидкості руху води починається при зниженні проективного покриття до 50%. У результаті ефективного підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів і зниження швидкості потоків води на схилах змив ґрунту під впливом рослинності різко зменшується. Під добре розвинутими травами змив ґрунту може скоротитися в десятки й сотні разів. Менший, але все-таки істотний вплив на захист ґрунтів мають однолітні трави й зернобобові, ще менше захищають – зернові й просапні культури. Рослинність є могутнім важелем впливу людини на процеси ерозії ґрунтів.

Найбільший позитивний вплив сільськогосподарських культур на протиерозійну стійкість ґрунтів спостерігається в період їхнього максимального розвитку: наприкінці літа — початку осені. До цього часу відбувається ущільнення ґрунту, тому протиерозійна стійкість ґрунтів у зазначений період виявляється максимальною.

Найкраще захищають ґрунт від ерозії багаторічні трави. Вони вкривають поверхню майже повністю впродовж усього року, найбільше збагачують ґрунт органічною речовиною й кальцієм, що сприяє оструктуренню ґрунту, поліпшенню водно-фізичних властивостей і, відповідно, підвищенню протиерозійної стійкості. **Посіви озимих** також добре захищають ґрунт восени, навесні та у першій половині літа за оптимальних термінів сівби й нормального формування травостою. Проте, якщо з осені озимі слабо розвинені, то їх протиерозійна роль незначна. Ярі колосові як культури суцільної сівби також мають відчутне захисне значення, однак лише протягом 2-3 місяців у весняно-літній період. Просапні культури, особливо цукрові буряки, не забезпечують достатнього захисту ґрунту від ерозії.

6.4.5. Антропогенні фактори

Інтенсифікація землеробства, що базується на збільшенні антропогенного навантаження на ґрунт без адекватного застосування ґрунтозахисних заходів призводить до прискореної ерозії ґрунту. Останніми десятиріччями ерозія набула загрозливих розмірів у землеробстві України через високий ступінь розораності земель, посилену їх експлуатацію без відповідного протиерозійного захисту, спрямованого на відновлення й підтримання природної або потенційної родючості ґрунтів. Через екологічно необґрунтоване використання земельних угідь, переведенням їх у суцільні орні землі сильно посилюються ерозійні процеси, яких на цих площах у природному стані раніше не спостерігалось. Так, після осушення торфовищ у перезволожених північних районах України почала розвиватися вітрова ерозія. При використанні осушених земель під посіви сільськогосподарських культур без регулювання водно-повітряного режиму ґрунту його вологість у посушливі періоди знижується до вологості в'янення рослин. При цьому торф втрачає волокнисту будову та перетворюється на пил, який легко здувається й видувається вітром, а разом з ним і насіння та молоді сходи рослин.

Досить легко видуваються вітром та вимиваються водою розорані карбонатні чорноземи, каштанові та інші ґрунти. За інтенсивного обробітку верхній шар розпилюється до дрібнозернистої фракції (0,5-1 мм), що сприяє ерозійній активності. Розпиленню, крім механічної дії робочих органів ґрунтообробних знарядь та коліс важких механізмів, сприяє зниження гумусованості ґрунту, що призводить до розпаду його структурних агрегатів і зниження протиерозійної стійкості. Ці явища посилюються за інтенсивного застосування мінеральних добрив та інших засобів хімізації землеробства без достатнього збагачення ґрунту органічною речовиною.

6.5. Фактори вітрової ерозії

У посушливих районах Степу з порівняно бідним рослинним покривом найінтенсивніше виявляються процеси вітрової ерозії. Вони посилюються у міру висушування ґрунту й послаблюються з підвищенням його зволоженості, а відповідно й зв'язності ґрунтових часточок.

6.5.1. Шорсткуватість поверхні й вертикальний розподіл швидкості повітряного потоку

В основу практичних розрахунків розподілу вертикальних швидкостей повітряного потоку використовують логарифмічну залежність, де висоту позначають буквою z :

$$u_z = (v^*/x) \cdot \ln(z/z_0),$$

де: u_z – швидкість вітру на висоті z , м/с; x – безрозмірна постійна Кармана, рівна 0,4; v^* – величина, яка має розмірність швидкості, «динамічна швидкість», м/с; z_0 – відстань від поверхні ґрунту, на якій швидкість повітряного потоку передбачається рівною нулю, м.

$$v^* = \sqrt{\tau/\rho_0},$$

де: τ – відносна напруга тертя, Н/м²; ρ_0 – щільність повітря, кг/м³;

Величину z_0 назвали **параметром жорсткуватості ґрунтової поверхні**, яка характеризує аеродинамічний супротив поверхні. Для плоскої поверхні, покритої однорідним шаром піщинок однакового розміру (δ) при максимальній щільності їх розміщення на цій поверхні залежність має вигляд:

$$z_0 = (1/30) \delta.$$

У випадку неоднорідної за формою поверхні ґрунту, залежність сильно ускладнюється. Якщо на поверхні ґрунту нема рослинності, то величина параметра жорсткуватості укладається в діапазон:

$$\delta / 100 \leq z_0 \leq \delta / 5,$$

де: δ – висота виступів на поверхні ґрунту, представлених ґрунтовими агрегатами, гребенями борозен і викидами землероїв.

Якщо на поверхні ґрунту є рослинність, то над нею логарифмічний профіль для швидкості вітру ϵ , але величина параметра жорсткуватості z_0 в цьому випадку залежить від висоти рослин. За даними ряду авторів, величина z_0 в 7-300 раз менша середньої висоти рослин. Значення параметра z_0 для деяких видів поверхні приведено в табл. 6.12.

Таблиця 6.12. Параметр жорсткуватості різних видів земної поверхні (за М.С. Кузнецовим, Г.Л. Глазуновим, 2004).

| Вигляд поверхні | z_0 , см |
|----------------------------|------------|
| Поверхня пустелі | 0,03 |
| Поверхня снігу | 0,05-0,1 |
| Скошена трава, стерня | 1 |
| Пшеничне поле | 5 |
| Трава висотою до 60 см | 4-9 |
| Ліс, парк (дерева до 10 м) | 20-100 |

6.5.2. Транспортування й акумуляція наносів вітром

Для вітрової ерозії, як і для водної, характерним є не тільки процес відриву часток, але й процеси їх перенесення й акумуляції. В кожному явищі вітрової ерозії ґрунтів спостерігається чотири стадії: дефляції, трансформації, акумуляції і стабілізації, які закономірно змінюють одна одну в просторі й часі. Кожній стадії відповідає особливий тип порушення ґрунтового покриву.

На початковій стадії (стадії дефляції) під дією пульсуючого повітряного потоку відбувається ослаблення й порушення зв'язків між окремими частками поверхневого шару ґрунту, супроводжується їх відривом і перенесенням. На цій стадії починається формування двохфазного потоку повітря-ґрунт. Тверда фаза цього потоку представлена ґрунтовими частками, які котяться, скачуть або знаходяться у зваженому стані. Розподіл часток на ті, що скачуть і летять досить умовний. Тип руху кожної частки визначається її розмірами й швидкістю вітру, але ці характеристики піддаються періодичним змінам. Якщо вертикальна складова швидкості вітру, направлена вгору, перевищує аеророзмір частки, то вона буде переміщуватися у зваженому стані. При цьому, висота, відстань і тривалість польоту пропорційні розміру часток (табл. 6.13). Характерною особливістю стадії дефляції є те, що число відірваних від поверхні часток перевищує число часток, що повертаються на поверхню за цей же час. В результаті інтенсивність втрат ґрунту у часі зростає або залишається постійною. На цій стадії формується зона видування (М.С. Кузнецов, Г.Л. Глазунов, 2004).

Таблиця 6.13. Розрахункові характеристики польоту ґрунтових часток при швидкості вітру 15 м/с (Ф. Петтіджон й ін., 1976)

| Діаметр, мм | Аеророзмір, см/с | Дальність | Максимальна висота |
|-------------|------------------|----------------------|--------------------|
| 0,001 | 0,00824 | $4-40 \cdot 10^6$ км | 6,1-61 км |
| 0,01 | 0,824 | $4-40 \cdot 10^2$ км | 61-610 м |
| 0,1 | 82,4 | 46-460 м | 0,61-6,1 м |

З часом інтенсивність видування в підвітренній частині зони дефляції починає зменшуватись внаслідок самоущільнення або падіння швидкості вітру й **стадія дефляції переходить у стадію стабілізації**. Відомі випадки, коли вітрова ерозія припинялася тільки після здування всього орного шару.

Якщо довжина поля достатня для насичення потоку твердої фази, **стадія дефляції змінюється стадією трансформації**. При цьому, число часток, що скачуть в потоці досягає максимуму і залишається постійним, відповідно до транспортуючої спроможності потоку. Для цієї стадії рівняння переносу часток характерне для моделі переносу піску:

$$q = aC\sqrt{(d/D)} \cdot (\rho/g) \cdot (V_z - V_{zt})^3,$$

де: q — витрата твердої фази через одиницю ширини фронту в одиницю часу, г/(см·с); a — емпіричний коефіцієнт, що залежить від параметрів логарифмічного профілю швидкості вітру, рівний $(0,174/\lg(z/k))^3$, де k — параметр логарифмічного профілю швидкості вітру для потоку зі зваженими частками, рівний 1 см при середньому розмірі зерен піску в потоці 0,025 см, z — висота над поверхнею, для якої розраховують швидкість, см; C — коефіцієнт, що залежить від ступеня сортового піску; $C = 1,5$ для приблизно однорідного сортового піску (монофракції); $C = 1,8$ для сортового вітром піску (пісок дюн і т.п.); $C = 2,8$ для погано сортованих пісків; d — середній розмір піщин у діапазоні від 0,01 до 0,1 см; D — середній розмір часток «стандартного» піску, рівний 0,025 см; ρ — щільність повітря, г/см³; g — прискорення сили ваги, рівне 981 см/с²; V_z — швидкість вітру на висоті z , см/с; V_{zt} — критична швидкість вітру на висоті z , см/с.

Більшість авторів моделей насиченого переносу сходиться на тім, що витрата твердої фази ґрунтово-повітряного потоку пропорційна кубу швидкості вітру.

Для стадії трансформації характерне утворення рифлів на поверхні ґрунту, що переміщуються зі швидкістю на кілька порядків меншою, ніж швидкість самого двохфазного потоку. На цій стадії відбувається транзит ґрунту з зони дефляції, а також утрата ґрунту з зони трансформації за рахунок дрібних часток, що переходять у зважений стан. Для стадії трансформації характерне формування комплексу здувно-надувних ґрунтів.

Стадія трансформації змінюється стадією акумуляції, для якої характерна перевага процесів відкладення твердої фази з ґрунтово-повітряного потоку над процесами відриву й виносу. Причиною цього служить зниження транспортуючої здатності вітру, що обумовлено зменшенням його швидкості. Найчастіше воно відбувається або в результаті зустрічі потоку з якоюсь перешкодою (виступаючими формами рельєфу, рослинами, інженерними спорудами й т.п.), або в результаті різкого збільшення живого перетину потоку (при перетинанні долини ріки, балки, яру й т.п.). Проблема математичного моделювання вітроерозійного процесу на стадії акумуляції розроблена в найменшому ступені.

6.5.3. Кліматичні фактори

На території нашої країни умови для прояву вітрової ерозії ґрунтів найчастіше виникають на півдні або південному-сході периферії антициклонів або між антициклоном і циклоном, що поглиблюється, у так названій штормовій зоні повітряної маси, що рухається. Курні бурі, приурочені до штормової зони, називають внутрімасовими. Для них характерні найбільші інтенсивність і тривалість. Менш тривалі курні бурі виникають у зоні посилення вітру перед холодними фронтами, що рухаються. Їх називають фронтальними курними бурями.

Значний внесок у загальну циркуляцію атмосфери вносять так названі **місцеві вітри**. Походження їх різне. Вони можуть бути проявом місцевої циркуляції, що не залежать від загальної, але можуть полягати у внесенні змін у загальну циркуляцію, наприклад у результаті взаємодії потоку з гірською системою або виступаючими елементами рельєфу.

Місцеві вітри характерні для окремих географічних районів і не зв'язані з загальною циркуляцією. У гірських умовах це **гірсько-долинні вітри**. Вони виникають тому, що вдень борти долини нагріваються сильніше, ніж дно і прилягаюча долина, у результаті удень вітер дує з рівнини в горло долини й уздовж неї. Уночі картина зворотна, і холодне повітря стікає по схилах гір у долину і далі — на прилягаючу рівнину. На рівнині це бризи. Бриз — періодичний, добовий береговий вітер, викликаний нерівномірністю нагрівання води і суші,

що дує вдень з води на сушу, а вночі в зворотному напрямку. Бризи відіграють велику роль у переносі піску з зони прибою в глиб берега. Перенесення піску бризами зареєстроване на берегах Чорного й Азовського морів.

Рух горизонтального вітру вихру, зв'язаного з грозовою хмарою, призводить до виникнення *шквалу*. Шквал супроводжується короткочасним збільшенням швидкості вітру до 30-40 м/с.

За певних умов загальна циркуляція атмосфери може супроводжуватися явищем вітрової ерозії ґрунтів, що приводить до її запилення. У метеорології явище переносу часточок ґрунту сильним вітром називається курною бурою. Горизонтальна довжина *курної бурі* — від десятків і сотень метрів до декількох тисяч кілометрів, а вертикальна — від декількох метрів до декількох кілометрів.

Швидкість вітру змінюється протягом доби, разом з нею змінюється й інтенсивність процесів вітрової ерозії ґрунтів. Чим триваліший вітер, що має швидкість більшу критичної, тим більшими будуть утрати ґрунту. Швидкість вітру протягом дня зростає, досягаючи максимуму до полудня, а до вечора убуває. Якісно силу вітру оцінюють за шкалою Бофорта (рис. 6.14).

Таблиця 6.14. Шкала Бофорта

| Бали | Швидкість | | Опис | Ознаки |
|------|-----------|--------|-----------------|------------------------------|
| | миль/г | м/с | | |
| 0 | 0 - <1 | 0 - <1 | затишшя | дим йде прямо |
| 1 | 1-3 | 1-2 | легкий вітерець | дим звивається |
| 2 | 4-7 | 2-4 | легкий бриз | листки шелестять |
| 3 | 8-12 | 4-6 | слабий бриз | листки рухаються |
| 4 | 13-18 | 7-9 | помірний бриз | листки й пил летять |
| 5 | 19-24 | 10-12 | свіжий бриз | тонкі дерева качаються |
| 6 | 25-31 | 13-16 | сильний бриз | качаються товсті гілки |
| 7 | 32-38 | 16-20 | сильний втер | стовбури дерев згинаються |
| 8 | 39-46 | 20-24 | буря | гілки ламаються |
| 9 | 47-54 | 24-28 | сильна буря | черепиця й труби зриваються |
| 10 | 55-63 | 28-32 | повна буря | дерева вириваються с коренем |
| 11 | 64-72 | 33-37 | шторм | скрізь пошкодження |
| 12 | 73-82 | 38-42 | ураган | опустошення |
| 13 | 83-92 | 43-47 | - " - | - " - |
| 14 | 93-103 | 48-53 | - " - | - " - |
| 15 | 104- | 54-59 | - " - | - " - |
| 16 | 115- | 59-64 | - " - | - " - |
| 17 | 126- | 65-70 | - " - | - " - |

Найважливішою характеристикою вітрового режиму території, необхідною для грамотного розміщення протиерозійних заходів, є *напрямок небезпечних вітрів*. Найчастіше його визначають за допомогою троянди вітрів, що являє собою діаграму розподілу числа випадків вітру по основних румбах (напрямкам) горизонту.

Атмосферні опади, зволожуючи ґрунт, збільшують міжагрегатне зчеплення і, отже, її *протидефляційну стійкість*. Крім того, атмосферні опади й коливання температури мають значний механічний вплив на структуру ґрунтів.

Найбільш істотним у відношенні вітрової ерозії ґрунтів є опосередкований вплив атмосферної вологи й температурного режиму через біологічні фактори, такі, як захисна дія рослинності й структуроутворююча роль живих організмів.

6.5.4. Топографічні фактори

Рельєф також впливає на розмах і інтенсивність процесів вітрової ерозії, а вітер часто сам виступає могутнім фактором рельєфоутворення. Так, рельєф піщаних пустель можна вважати еоловим, тобто створеним у процесі перевітання пісків. Розміри еолових форм рельєфу можуть бути дуже значними: зустрічаються піщані дюни висотою до декількох сотень метрів і довжиною кілька кілометрів. На сільськогосподарських землях рельєфоутворююча роль вітру зводиться до формування елементів мікро- й нанорельєфу. Сюди відносяться: *брижі* на поверхні еолових наносів, відкладення наносів у вигляді кіс і бугрів за всілякими перешкодами — стеблами великих трав'янистих рослин, стовбурами дерев, а також ерозійні вали, що утворилися на місці полезахисних лісосмуг або частково цілком засипаних дрібноземом, знесеним вітром із прилеглих полів.

На навітряних схилах швидкість вітру на рівні поверхні ґрунту збільшується при русі нагору схилу. Це є причиною того, що ґрунти навітряних схилів сильніше страждають від вітру, ніж ґрунти підвітряних схилів. З цієї ж причини ґрунти виступаючих елементів рельєфу за інших рівних умов виявляються сильніше дефляційними, ніж ґрунти рівнини або положистих схилів. Тому порядок розподілу дефляційних ґрунтів на схилі принципово відрізняється від порядку розподілу змитих: ступінь змивання ґрунтів збільшується при русі вниз по схилу, а ступінь дефляції — при русі нагору навітряним схилом.

Форма й крутість схилу також впливають на хід процесу вітрової ерозії ґрунтів, при цьому цей вплив аналогічний впливу на хід процесу водної ерозії. Сильніше усього від дефляції страждають ґрунти опуклих схилів, найслабкіше — ґрунти увігнутих схилів. *Чим більша крутість схилу, тим більші втрати ґрунту від вітрової ерозії.*

Утворення гребенів і валиків на поверхні ґрунту в напрямку, перпендикулярному напрямку вітру, часто використовують для боротьби з вітровою ерозією. Якщо швидкість вітру біля гребенів не перевищує критичної для ґрунту, з якої утворений гребінь, то цей захід виявляється досить ефективним: самі гребені не руйнуються вітром, а частина ґрунту, що транспортується потоком, затримується в підвітренній зоні в основі гребенів, оскільки швидкість вітру в основі виступів завжди менша швидкості біля вершини. Якщо ж швидкість вітру біля гребеня виявиться вищою критичної, то почнеться руйнування самого гребеня. У цих умовах з часом відбувається вирівнювання поверхні під дією двох протилежно спрямованих процесів: руйнування гребеня і заповнення виїмки. При цьому, утворення гребенів для цілей боротьби з вітровою ерозією ґрунтів виявиться неефективним. Більше того, в окремих випадках, коли швидкість вітру над гладкою поверхнею ґрунту буде близька до критичної, утворення гребенів на цій поверхні може спровокувати початок дефляції, оскільки швидкість вітру біля гребенів вища, ніж над гладкою поверхнею.

6.5.5. Протидефляційна стійкість ґрунтів

Продифляційна стійкість ґрунту за фізичним розумінням аналогічна протиерозійній стійкості: характеризує спроможність ґрунту протистояти здуванню повітряним потоком. Кількісно виражається величиною швидкості масового руху часток ґрунту й залежить від розміру, щільності й зв'язування агрегатів і грудочок. *Дефляція* кількісно виражається величиною втрат ґрунту під дією повітряного потоку з одиниці площі за певний час. Вона не є однозначною характеристикою й залежить не тільки від властивостей ґрунту, але й від швидкості й тривалості вітру, а також від площі ґрунту який досліджуємо.

Одним з найвпливовіших факторів вітрової ерозії є антропогенний. Щорічний обробіток ґрунту в процесі вирощування сільськогосподарських культур сприяє неодноразовій зміні агрегатного стану, щільності агрегатів, переущільнення орного шару. Важливим фактором зв'язності ґрунтових агрегатів є коренева система рослин, водні плівки на поверхні агрегатів, а також склад і властивості клейких цементуючих речовин у ґрунтах, в

тому числі продукти життєдіяльності живих організмів. Найбільш впливовим показником протиерозійної стійкості ґрунтів є відсоткова наявність у їх складі ґрунтових агрегатів розміром більшим 1 мм.

Гранулометричний склад впливає не тільки на протиерозійну стійкість, а й на характер розвитку процесу вітрової ерозії. За даними Е.І. Шиятима, А.Б. Лавровського (1971) зв'язність ґрунтової грудочки прямо пропорційна умісту в ній фракції мулу і зворотно пропорційна умісту дрібного й крупного піску.

Протиерозійна дія рослинних залишків більш ефективна коли їх залишати на поверхні ґрунту, ніж заорювати в ґрунт. Якщо органічні залишки знаходяться на поверхні ґрунту вони повільніше розкладаються й довший час є джерелом речовин, які склеюють ґрунтові частки, а також засобом захисту ґрунту від вітру. Чим більше рослинних залишків заорювати в ґрунт, тим сильнішою й довшою буде їх агрегатоутворююча дія. Але склеююча дія рослинних залишків є тимчасовою, бо продукти розкладання органіки самі розкладаються під дією мікроорганізмів.

Багаті гумусом ґрунти в більшій мірі піддаються вітровій ерозії, бо на їх поверхні майже не утворюється ґрунтова кірка. Втрати ґрунту з земель, покритих кіркою в шість разів менші, ніж з поля без кірки, незалежно від гранулометричного складу (Woodruff, Siddoway, 1965).

В найбільшій мірі від вітрової ерозії потерпають ґрунти багаті не тільки гумусом, але й карбонатами, або тим і іншим. Солонцюваті ґрунти багаті увібраним натрієм більш стійкі до вітрової ерозії, ніж чорноземи й каштанові ґрунти багаті кальцієм й магнієм.

Наявність води у ґрунтах позитивно впливає на протиерозійну стійкість. Вода збільшує їх масу, сприяє утворенню плівки на поверхні агрегатів і міжагрегатному зчепленню. Сила зчеплення прямо пропорційна умісту води у ґрунті.

Рослинність позитивно впливає на властивості ґрунту й на властивості повітряного потоку. Але необхідно розрізняти позитивний вплив рослинності на протиерозійну стійкість і часто негативний вплив технології вирощування рослин.

6.6. Принципи формування протиерозійного захисту

Протиерозійна організація території розглядається як сукупність науково обґрунтованих і перевічених практикою організаційних, агротехнічних, фітомеліоративних, гідротехнічних та інших заходів, які проводять на території з метою екологічно-виправданого використання земель та попередження ґрунтової ерозії.

Протиерозійна організація території передбачає: 1) виділення земельних фондів; 2) розробку та впровадження технічної меліорації для попередження водної ерозії; 3) проект і створення ефективної системи фітомеліоративних насаджень.

За цілями, задачами і методами здійснення вся сукупність заходів щодо охорони ґрунтів умовно поділяється на агротехнічні, агролісомеліоративні, гідротехнічні й організаційно-господарські. Сукупність взаємозалежних, правильно розміщених у рельєфі протиерозійних заходів, що забезпечують снігозатримання, рівномірний снігорозподіл і сніготанення, або затримування, безпечно скидання рідкого стоку, зменшення змиву ґрунту до допустимих меж, припинення яроутворення й меліорація прилеглих територій, підвищення родючості еродованих ґрунтів і врожайності сільськогосподарських культур на них **складає протиерозійний комплекс.**

Агротехнічні протиерозійні заходи охоплюють елементи системи землеробства, у першу чергу порядок використання землі в сівозміні й систему механічного обробітку. За допомогою цієї групи заходів вирішують задачі захисту ґрунтів від ударної дії дощових крапель, збільшення протиерозійної стійкості й вбирної здатності ґрунтів, скорочення обсягу й інтенсивності стоку, зниження швидкості стоку води в тимчасових руслах на поверхні

грунту, запобігання концентрації стоку на ріллі, створення умов для безпечного скидання надлишку талої або дощової води.

Основу меліорації складають протиерозійні заходи, що виконують у межах яружно-балкової системи (ЯБС) комплексно в тісному ув'язуванні з протиерозійними заходами, проведеними на водозбірному басейні. Меліоративний комплекс включає лісонасадження, гідротехнічні споруди й фітомеліорацію із забезпеченням умов для одержання максимального протиерозійного, господарського й рекреаційного ефекту.

Після меліорації яружно-балкові землі використовують під лісами промислового призначення, садами й виноградниками, кормовими угіддями для домашніх і диких тварин, під плантаціями для обробітку технічних і лікарських культур, під ставками й водоймами, а також як рекреаційні зони.

Ступінь ураженості земель ярами визначають у залежності від показників розчленування, яружності, щільності ярів і напруженості яроутворення (табл. 6.15)

Таблиця 6.15. Групування балок і їх, систем за ступенем ураження ярами

| Ступінь ураження балок ярами | Показники | | | |
|------------------------------|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| | Розчленованість (P), км/км ² | Яружність (O), га/км ² | Щільність ярів (П), шт./км ² | Яроутворення, км/км ² |
| Дуже слабка | <0,15 | <0,2 | <1 | <0,005 |
| Слабка | 0,15-0,6 | 0,2-0,9 | 1-4 | 0,005-0,15 |
| Середня | 0,6-2,2 | 0,9-3,5 | 4-17 | 0,15-0,55 |
| Сильна | 2,2-9,0 | 3,5-14,0 | 17-67 | 0,55-1,25 |
| Дуже сильна | >9,0 | >14,0 | >67 | >1,25 |

Для розміщення прибалкових лісосмуг, розпилювачів стоку, водовідвідних і водозатримувальних валів до складу гідрографічного фонду включають у необхідних випадках меліоративну смугу шириною 12,5—21 м. В умовах України, меліоративна смуга такого розміру займає в середньому 3,3% від площі водозбору (від 2,4 до 4% у залежності від ступеню ураженості ярами).

Меліоративно-господарські заходи на яружно-балкових системах включають наступні роботи: 1) зарівнювання вимоїн на прибалкових і прибалкових ділянках схилів із дрібно горбистими зсувами й іншими нерівностями й дрібними ярами глибиною до 1,5—2 м і їхнє залуження; 2) вирівнювання ярів із побудовою гідротехнічних споруд, що запобігають нові розмиви (лотків, швидкотоків, шахтних водоскидів, перепадів і ін.); 3) пристроїв розпилювачів стоку й протиерозійних гідротехнічних споруд (водозатримувальних і водовідвідних валів, каналів, дамб-перемичок, донних загат і напівзагат і ін.); 4) відсипання укосів на схилах ярів із кутом рівноваги, що не сформувався, і підготовку їх до залісення (прилягаючих ділянок — до залуження); 5) створення прибалкових (прияружних) лісосмуг і насаджень на відсипаних укосах ярів; 6) вирощування берегових і донних насаджень на гідрографічній мережі, залуження положистих берегів і донних ділянок балок; 7) будівництво водойм, дорожньої мережі й організацію рекреаційних зон.

Послідовність виконання робіт на ЯБС приблизно відповідає порядку даного переліку.

Протиерозійну меліорацію починають навесні із зарівнювання вимоїн і дрібних ярів (глибиною до 2—3 м), відведених під лісосмуги, а також берегів балок крутістю до 12°. Далі вирівнюють схили ярів глибиною до 5 м, споруджують водовідвідні і водозатримувальні вали, дамби-перемички й інші гідротехнічні споруди. У той же час, на початку літа, до зливових дощів проводять лучно-меліоративні роботи на берегах і широких донних ділянках балок. Лісомеліоративні роботи проводять у літньо-осінній період.

Механізм дії будь-якого протиерозійного заходу полягає в зменшенні швидкості руху води на схилі, або в збільшенні розвиваючої швидкості потоку. Перше досягається шляхом скорочення витрати поверхневого стоку, збільшення шорсткості поверхні, зменшення мікророзчленованості схилу, довжини ліній стоку води й ухилу на окремих ділянках схилу.

Друге — шляхом підвищення водостійкості структури ґрунту, захисту її від руйнування краплями дощу й збільшення міжагрегатного зчеплення за рахунок зв'язування коренями рослин.

6.6.1. Агротехнічні протиерозійні заходи

Агротехнічні протиерозійні заходи пов'язані з технологіями вирощування сільськогосподарських культур на орних землях і охоплюють елементи системи землеробства, у першу чергу порядок використання землі в сівозміні і систему механічного обробітку. За допомогою цієї групи заходів вирішують задачі захисту ґрунтів від ударної дії дощових крапель, збільшення протиерозійної стійкості й вбираючої здатності ґрунтів, скорочення обсягу й інтенсивності стоку, зниження швидкості стоку води в тимчасових руслах на поверхні ґрунту, запобігання концентрації стоку на ріллі, створення умов для безпечного скидання надлишку талої або дощової води.

До цих заходів можна віднести агрохімічні й агрофізичні заходи підвищення протиерозійної стійкості ґрунту, затримання снігу та регулювання сніготанення, протиерозійний обробіток ґрунту.

Агрохімічні заходи включають застосування органічних добрив, оскільки систематичне їх внесення у достатніх кількостях сприяє збагаченню ґрунту на органічну речовину й підвищенню його гумусованості, поліпшенню фізичних властивостей, а в кінцевому результаті — підвищенню протиерозійної стійкості. При цьому органічні добрива діють безпосередньо, а мінеральні — посередньо через більше наростання біомаси надземних та підземних органів рослин і відповідне збагачення ґрунту рослинними рештками.

Різномічне ґрунтозахисне значення має застосування органічних добрив способом **мульчування** ними **поверхні ґрунту**. Для цього можна використовувати перепрілий гній чи перегній, соломку, лісову підстилку, торф і післязбиральні рештки. Мульча, поряд з удобрювальним значенням, відіграє позитивну роль у захисті ґрунту від руйнування ударами дощових крапель, поверхневого запливання й утворення кірки, надмірного висихання влітку й промерзання взимку, сприяє снігозатриманню й зменшенню поверхневого стоку та змиву. Так, у дослідях Інституту цукрових буряків УААН мульчування зябу гноєм на схилі крутизною 6° зумовило зменшення змиву сірого опідзоленого ґрунту на 70 % і підвищенню врожайності цукрових буряків на 51 %.

До **агрофізичних протиерозійних заходів** відносять обробку поверхні або поверхневого шару ґрунту комплексними синтетичними матеріалами — полімерними структурантами, які сприяють оструктуренню розпилених безструктурних ґрунтів. Цим самим вони, позитивно впливаючи на фізичні та фізико-хімічні властивості, зумовлюють підвищення водопроникності ґрунту. Міцно склеєні великі структурні агрегати при цьому стають стійкішими до розмивання та переміщення водою й вітром. У практиці землеробства серед багатьох синтетичних структурантів найчастіше знаходять застосування полімерні хімічні препарати — кріліуми, які випускає вітчизняна промисловість, зокрема: К-4, К-6, ГПАН, ПАА та ін. їх післядія триває 3 — 6 років. При внесенні цих речовин в орний шар ґрунту забезпечується збільшення кількості водостійких структурних агрегатів на 18 — 30 % й навіть на 60 % та більше.

Зі спеціальних заходів **затримання снігу та регулювання сніготанення** найпоширеніші: застосування щитів на полях для затримання снігу, валкування снігу за допомогою сніговалкоутворювачів, використання кулісних посівів високостеблових культур (кулісні пари), смугове ущільнення та затемнення снігу.

Снігозатримання сприяє збільшенню товщини снігового покриву і зменшенню глибини промерзання ґрунту, внаслідок чого збільшується його водопроникність і зменшується поверхневий стік в 2 - 2,5 рази.

Сніготанення регулюють смуговим ущільненням снігового покриву або його затемненням смугами розсіяного торфу, перегною, ґрунту чи золи тощо.

Системи *протиерозійного обробітку ґрунту* включають різні заходи, спрямовані на затримання і зменшення швидкості поверхневого стоку талих та дощових вод, підвищення водопроникності ґрунту, послаблення і сповільнення руху повітряних мас (вітру) над поверхнею ґрунту та забезпечення кращої стійкості його проти розмивання і видування.

6.6.1.1. Використання ґрунтозахисних властивостей рослинності

Зайняті пари. Чистий пар — найбільш небезпечний у відношенні ерозії ґрунтів вид угідь, тому в районах надлишкового, достатнього й хиткого зволоження (лісова зона й північний лісостеп) варто вводити зайняті пари. У південному лісостепу на ерозійно-небезпечних ділянках також варто вводити зайняті пари, а на менш небезпечних ділянках, а також повсюдно в степових районах недостатнього зволоження — чисті пари, захищені спеціальними протиерозійними прийомами. Парозаймаючою культурою може бути суміш вівса з викою, або горохом, соняшником, конюшина, еспарцет і ін., а на ерозійних менш небезпечних ділянках — рання картопля, кукурудза або соняшник на силос. Сидеральні зайняті пари використовують в зоні достатнього зволоження. На легких ґрунтах, як зелене добриво використовують бобові культури — люпин, буркун білий, а також хрестоцвітих: гірчицю білу, рапс, редьку олійну.

Проміжні й спільні посіви. Проміжні культури виконують роль втрачених елементів плодозміни в спеціалізованих сівозмінах. Крім того, займаючи ріллю в період відсутності на ній основних культур сівозміни, проміжні культури виконують ґрунтозахисну функцію, можливості якої важко переоцінити. Застосування проміжних культур обмежено такими агрокліматичними ресурсами, як вода й тепло. Успіх їхнього вирощування залежить від того, наскільки ефективно будуть використані «залишки» цих ресурсів після основних культур, а це, у свою чергу, залежить від термінів і якості виконання усіх видів польових робіт. Загалом, посіви проміжних культур — це елемент дуже інтенсивних систем і високої культури землеробства (Ослюків, 1980). Проміжні культури захищають ґрунт від ерозії, дають додатковий врожай, а також органічний матеріал для заорювання з метою поліпшення фізичних і хімічних властивостей ґрунту.

Перехресний і вузькорядний посів. Вузькорядні посіви більш стійкі до ерозії ґрунтів, ніж звичайні, за інших рівних умов. Їхнє застосування приводить до зменшення стоку на 20-30%, змиву ґрунту — на 25-50% і збільшенню врожайності зернових культур на 1,5-2,0 ц/га. На розчленованих складних схилах особливо ефективний перехресний посів, коли сівалка робить перший прохід уздовж схилу, а другий — по контурах. Цей прийом в кілька разів знижує змив ґрунту й забезпечує збільшення врожаю зернових культур за рахунок більш рівномірного розподілу рослин на площі (Соболев, 1973; Каштанов, Заславський, 1984).

Розміщення культур на схилі смугами. Буферні смуги, розташовують в напрямку, близькому до горизонталей, призначені для розпилення стоку, уповільнення швидкості стікання води й *кольматації наносів*. Їх створюють у вигляді вузьких стрічок з багаторічних і однолітніх культур (озимої пшениці, жита, вики, бобово-злакових сумішей) на парах, на полях, зайнятих просапними культурами, а також у садах. Ширина буферних смуг і відстань між ними визначаються крутістю схилу, а також довжиною й формою схилу, властивостями ґрунту й характером рослинності на ділянках між буферними смугами. Для умов Молдавії М.Н. Заславський (1966) рекомендує на схилах крутістю 6-8° створювати буферні смуги шириною 4-6 м з відстанню між ними 30-40 м, а на схилах крутістю 10-12° відповідно 8-10 і 20-30 м. Ширина смуг повинна бути кратна ширині захоплення сівалки. Відстань між смугами повинне бути постійною щоб уникнути утворення клинів.

Розміщення культур смугами застосовують для захисту ґрунтів від водної й вітрової ерозії. Найбільш широко захід застосовують у районах поширення зливної ерозії. При збільшенні крутості схилу ширину буферних смуг необхідно збільшувати. У випадку, коли вона стає рівною ширині міжсмужного простору, уже говорять про смугове розміщення

культур і контурно-смугове землеробство. Ширина смуг змінюється від 30 до 40 м. Смугове розміщення культур використовують при освоєнні схилів. Спочатку схил розорюють смугами під багаторічні трави. Коли вони розів'ються, то незорані смуги між ними розорюють під однолітні культури. Після 2-3 років використання смуги багаторічних трав розорюють під однолітні, а багаторічні трави переводять на місце однолітніх. Таким чином, частина смуг у будь-який час покрита рослинністю, що захищає ґрунт.

Ґрунтозахисні сівозміни й поліпшення природних кормових угідь. Місце ґрунтозахисних сівозмін на схилах визначається їхньою формою. Ґрунтозахисні сівозміни розташовують у нижній частині опуклих і прямих схилів, у середній частині опукло-вгнутих і трохи вище середини увігнутих (див. рис. 6.5).

Пар і просапні культури найбільш небезпечні у відношенні ерозії ґрунтів, тому присутність їх у ґрунтозахисних сівозмінах край небажана; однак при необхідності їх потрібно мати у своєму розпорядженні у вигляді смуг. Для ґрунтозахисних сівозмін підбирають культури з врахуванням їх ґрунтозахисної ефективності. Найбільшою ефективністю володіють багаторічні трави, далі озимі зернові культури, зернобобові культури й однолітні трави, потім ярові зернові й круп'яні культури. Серед останніх найменш ефективні культури пізніх термінів сівки (просо, гречка). Найменшу ґрунтозахисну ефективність мають просапні культури: соняшник, картопля, кукурудза, буряк. Набір культур у сівозміні залежить від природної зони і спеціалізації господарства. Наприклад, на чорноземах і темно-сірих лісових ґрунтах лісостепової зони сівозміни можуть бути такими:

| Зснотрав'яна (на схилах крутістю 3-5°) | Ґрунтозахисна (на схилах крутіше 5°) |
|---|---|
| 1) однолітні трави, | 1) багаторічні трави; |
| 2) озиме жито; | 2) багаторічні трави; |
| 3) овес з підсівом багаторічних трав; | 3) озиме жито |
| 4) багаторічні трави; | 4) овес з підсівом багаторічних трав |
| 5) озима пшениця. | |

Мульчування (від англ., mulch — «обкладати соломою, гноєм») є одним з ефективних способів збереження й нагромадження вологи в ґрунті, а також захисту ґрунту від ерозії. Мульчуючий матеріал не тільки охороняє ґрунт від прямих ударів дощових крапель, що руйнують його структуру та викликають ущільнення верхнього шару й зниження його водопроникності, але й підвищує шорсткість поверхні й, отже, знижує швидкість водних потоків.

У степових районах залишення стерні без додаткового внесення мінеральних добрив, особливо азотних, приводить до зниження врожаю зерна (Ізвеків, Рибалкін, 1975). Тому при мульчуванні ґрунту соломою її необхідно удобрювати компенсаційними дозами азотних добрив, що коливаються від 0,25 до 1,5 кг азоту на кожні 100 кг соломи (Лавров, Мороз, 1979).

Ефективність мульчування залежить від площі проективного покриття поверхні мульчуючим матеріалом. Досліди показали, що при однаковому покритті поверхні мульча з пожнивних залишків пшениці, кукурудзи, сорго була однаково ефективна. За даними служби охорони ґрунтів США, для ефективного захисту ґрунту від ерозії рекомендується вносити 2,5-5 т/га соломи або сіна, 10-12,5 т/га стрижнів кукурудзяних початків, 15-20 т/га гною й інших мульчуючих матеріалів. У якості мульчі використовують також рідкий гній, узятий з аераційних окисних ям. Установлено, що розподіл його на поверхні шаром товщиною 10-20 мм (3,5-7 т/га твердої речовини) більш ніж у два рази скорочує поверхневий стік, знижує втрати ґрунту і поживних речовин (Михайлина, 1977).

Починаючи з 30-х рр. минулого століття йде пошук і випробовування у якості мульчуючих речовин побічних продуктів промисловості, й спеціально створюваних ґрунтових полімерів. Різновидами мульчуючого матеріалу можна вважати **емульсії латексів**

і смол у воді, полімерні матеріали, кріліуми, відпрацьовані моторні олії, які застосовують для підвищення водопроникності ґрунтів, а також їх протиерозійній і протидефляційній стійкості, яка триває 3-6 років. В даний час вони знайшли обмежене застосування: при закріпленні рухомих пісків, для захисту ґрунтів від змиву при поливі борознами, для зменшення пилу на ґрунтових аеродромах. У якості мульчуючого покриття в гірських садах на схилах використовують гравій і щебінь.

6.6.1.2. Протиерозійний обробіток ґрунту

На простих схилах, де діють процеси водної ерозії, всі заходи обробітку ґрунту, а також сівбу сільськогосподарських культур потрібно проводити **впоперек напрямку схилу**. Утворені при цьому на поверхні ґрунту борозни та гребені сприяють затриманню поверхневого стоку й просочуванню більшої кількості води у ґрунт. На схилах до $1,5^\circ$ крутизни поперечна оранка повністю виключає поверхневий стік, а на схилах до $2-2,5^\circ$ зменшує його в 3-4 рази порівняно з оранкою вздовж схилу. На крутіших схилах ефективність цієї оранки підвищується — змив ґрунту зменшується в 4 - 8 і навіть у 15 - 30 разів.

Численні дослідження **поперечного обробітку ґрунту**, проведені в різних природних умовах, показали в загальному його високу протиерозійну ефективність. **Зяблева оранка поперек схилу** дозволяє затримати додатково 5-8 мм вологи і дає збільшення врожаю зернових на 2-4 ц/га. У результаті зменшується й змивання ґрунту, особливо в маловодні роки. Однак відомі випадки, коли поперечний обробіток приводив до збільшення стоку й змиву ґрунту. **Необхідними умовами протиерозійної ефективності поперечного обробітку ґрунту є наступні:** 1) розташування борозен і гребенів у напрямку, близькому до горизонталей, що забезпечує відсутність великих ухилів уздовж борозен; 2) помірна інтенсивність дощу або сніготанення, що не приводить до переповнення увігнутих форм нанорельєфу водою; 3) сполучення поперечного обробітку з **глибокою оранкою**, що забезпечує усмоктування затриманої води; 4) крутість схилу не більше $5-6^\circ$ (оптимальним є ухил $2-3^\circ$; зі збільшенням ухилу ємність форм нанорельєфа зменшується).

Для посилення протиерозійного впливу на ґрунт поперечного основного обробітку на схилах запроваджують додаткові заходи: створення водозатримувального мікрорельєфу (валко- та борозноутворення, ступінчаста різноглибинна оранка, лункування, переривчасте борознування), смугове розпушування або полицево-безполицева оранка, щільування та кротування ґрунту. Лункування ефективніше на схилах крутизною до 5° , а переривчасте борознування — на крутіших.

Обробіток ґрунту і посів культур у напрямку до горизонталей. На землях з рельєфом, утвореним складними схилами, оранку та інші види обробітку краще проводити по горизонталях, щоб забезпечити поперечне положення гребенів і борозен у кожному місці складного схилу. Цей (контурний) обробіток найефективніше сприяє зменшенню змиву ґрунту на складних схилах крутизною до 3° . На крутіших схилах, особливо за великого водозбору, коли значна маса стоку не може бути увібрана ґрунтом, контурна оранка менш ефективна. За цих умов краще проводити вузькозагінну оранку під гострим кутом до горизонталей, що забезпечує повільне стікання води й менше розмивання ґрунту.

Оранка, культивування, боронування й посів у напрямку, близькому до горизонталей, є найменш трудомістким способом захисту ґрунтів від ерозії. При цьому гребені й борозни, розташовують перпендикулярно до напрямку схилового стоку, створюють найбільший можливий опір руху води, затримують частину стоку й сприяють збільшенню поглинання води ґрунтом. У районах надлишкового зволоження, де немає необхідності в додатковому нагромадженні води, **обробіток ґрунту** варто проводити **під невеликим кутом до горизонталей**, щоб забезпечити безпечний відвід надлишків води. У районах хиткого й недостатнього зволоження **обробіток ґрунту** бажано проводити **строго по горизонталях**. Це можливо при наявності легких маневрених машин і знарядь. Сучасна

сільськогосподарська техніка дозволяє проводити обробіток у напрямку, близькому до горизонталей. Для цього використовують два способи: організація прямолінійно-контурного обробітку, проводиться на відрізках прямих у напрямку горизонталей; виділення на схилі полів або робочих ділянок з різним напрямком оранки (рис. 6.7).

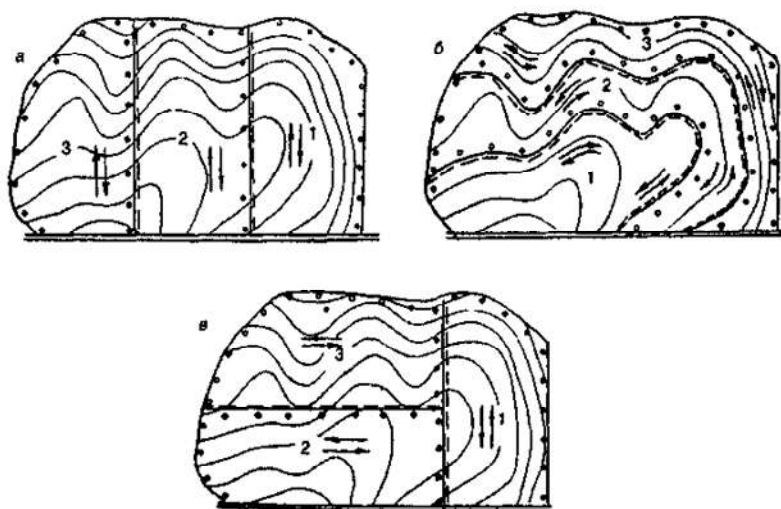


Рис. 6.7. Розміщення полів на схилі і напрямок обробітку ґрунтів (відзначено стрілками)

На цьому рисунку представлені три варіанти розміщення полів на двосторонньому схилі (Вервейко, 1971). У першому варіанті (а) передбачається розташування полів 2 й 3 довгими сторонами уздовж схилу, що змушує проводити обробіток ґрунту в тому ж напрямку, що неприйнятно при захисті ґрунтів від ерозії.

В другому варіанті (б) з контурним розташуванням границь полів забезпечується найкращий захист ґрунтів від змиву, однак за технологічними й економічними умовами він не завжди здійснений. У третьому варіанті (в) ґрунт захищений трохи гірше, ніж у другому, однак, якщо врахувати, що витрати на обробіток ґрунту в третьому варіанті в 2,3 рази менші, ніж у другому, то третій варіант (в) виявиться оптимальним для господарства.

Глибока оранка й оранка з ґрунтопоглибленням. Збільшення глибини обробітку ґрунту приводить до підвищення водопроникності ґрунту і відповідно до зменшення стоку води й змиву ґрунту. Оранка на глибину 20-22 см вважається нормальною, а на 25-27 см і глибше — **глибокою**. На повнопрофільних ґрунтах Лісостепу і Степу орати на зяб можна до глибини 27 — 30 і навіть до 35 см, а на змитих — на глибину окультуреного гумусового шару з додатковим розпушуванням шару лапами-ґрунтопоглиблювачами або корпусами з вирізними полицями. Таку диференціацію оранки за глибиною застосовують також залежно від елементів рельєфу. На верхніх частинах схилів, вододільних плато, де ґрунтовий покрив повнопрофільний, оранку можна поглиблювати без обмежень, а нижче по схилу, де ґрунт змитий з малопотужним гумусовим горизонтом, потрібно орати на його глибину з додатковим розпушуванням підорного шару.

Численні дослідження показали, що при зяблевій обробці ґрунту поглиблення орного шару на 1 см приводить до зменшення стоку на 0,8-4 мм. Такий широкий діапазон зв'язаний з особливостями зими й глибиною обробітку. Глибокий обробіток найбільш ефективний в багатоводні роки. В маловодні роки, коли стік невеликий, його ефективність мала. Обробіток ґрунту на малу глибину (6-8 см, наприклад при луценні стерні) слабо впливає на стік. Збільшення глибини обробітку, особливо в діапазоні 15-25 см, приводить до різкого скорочення стоку. У діапазоні 25-27 см ефективність цього прийому падає. Найбільш ефективна у відношенні загального скорочення стоку глибина оранки 27-30 см. Окультурення ґрунту приводить до збільшення ефективної глибини оранки. При гідрологічних розрахунках ефективність ґрунтопоглиблення приймають постійною, рівною зниженню шару стоку на 1,2 мм при поглибленні на 1 см.

На змитих ґрунтах рекомендується проводити глибоку **обробку плугом з ґрунтопоглибленням або плугом з вирізним відвалом**, щоб не вивертати на поверхню малородючі глибокі шари ґрунту.

Противерозійне значення має й **безполицева глибока оранка** до глибини 40 см або глибокий плоскорізний обробіток упоперек схилу. Залишена на поверхні ґрунту стерня сприяє накопиченню снігу, меншому промерзанню ґрунту й, відповідно, підвищенню його водопроникності при сніготаненні, що зумовлює зменшення стоку й змиву.

Глибоке розпушування ґрунту смугами. Глибока оранка дуже ефективний, але енергоємний захід. Тому таку оранку можна проводити через 2-3 роки, чергуючи її зі звичайною оранкою. Крім того, з метою економії засобів замість суцільної глибокої обробки рекомендується звичайна оранка з наступним **глибоким розпушуванням смугами** (Каштанов, Заславський, 1984). Ширина смуг 1,2-3,5 м, відстань між ними 10-15 м. Використання цього прийому скорочує змив ґрунту в 1,5-2,5 рази і збільшує врожайність зерна кукурудзи на 4-16%.

Смугове розпушування та полицево-безполицева оранка на схилах, надаючи поверхні ґрунту хвилястого профілю упоперек схилу, має позитивне противерозійне значення, сприяє затриманню снігу та стоку й збільшенню водопроникності на розпушених та зораних смугах.

Східчаста оранка. Сутність **східчастої оранки** полягає в створенні східчастої форми плужної підшви й борозен різної глибини, що чергуються, на поверхні ґрунту й утрудняють внутрішньогрунтовий і поверхневий стік. Її проводять чотирьохкорпусним плугом, при цьому другий і четвертий корпуси встановлені на звичайну глибину, а перший і третій – на 10-15 см глибше. За даними І.С. Шатілова, застосування східчастої оранки затримує в середньому 100-120 м³/га (10-12 мм) води, зменшує змив ґрунту на 5,8 м³/га, збільшує врожайність зернових на 2,4 ц/га (Каштанов, Заславський, 1984).

Описані заходи затримання та послаблення поверхневого стоку талих і зливових вод забезпечують зменшення або навіть повне припинення змиву, збільшення водопоглинальної здатності ґрунту, які застосовують додатково до поперечного обробітку ґрунту на схилах, і збільшення запасів ґрунтової вологи на 200 - 300 м³/га, що сприяє значному підвищенню врожайності сільськогосподарських культур і збереженню родючості ґрунтів.

6.6.1.3. Способи обробітку ґрунтів з водозатриманням

Створення противерозійного нанорельєфу. На схилах крутістю більш 2-3°, де ефективність поперечного обробітку ґрунтів знижується, необхідно проводити **додаткові водозатримуючі заходи**. Частина з них заснована на створенні водозатримуючих поглиблень (лунок, борозен, мікролиманів) на поверхні ґрунту. **Лункування** проводиться на зябу й парах спеціальним знаряддям, лункоутворювачем, або пристосованими для цієї мети дисковими луцильниками з ексцентрично встановленими на осі дисками. Довжина лунок 110-120 см, ширина 35-50 см, глибина 12-15 см. На кожному гектарі утвориться до 13 тис. лунок загальною ємністю 250 м³ при куті атаки дисків $\alpha = 30^\circ$. Обсяг лунок зменшується при збільшенні крутості схилу й зменшенні кута атаки дисків. При утворенні лунок агрегат повинний працювати в напрямку, близькому до горизонталей, щоб забезпечити розташування лунок у тому ж напрямку щоб уникнути їхнього прориву.

Переривчасте борознування проводять за допомогою спеціального пристосування до плуга, кукурудзяної сівалки, просапного або парового культиватора. Робочим органом є трьох- або чотирьохлопастна крильчатка; її лопати жорстко закріплені під кутом 120 або 90°. Вертикальна лопата крильчатки згрібає ґрунт у борозні, утвореній корпусом плуга з укороченим або знятим відвалом.

Після того як нагромадиться досить ґрунту для утворення перемички, що відповідає одному обороту опорного колеса плуга, опорний ролик звільнить лопать крильчатки і вона повернеться на 1/3 або 1/4 повного обороту відповідно конструкції. При повертанні

крильчатки відбувається формування перемички. Переривчасте борознування проводиться одночасно з оранкою зябу або пару, а також у міжряддях просапних культур при їхній культивациі. Розміри борозни: довжина 80-100 см, ширина 35 см, глибина 10-15 см. Середня ємність переривчастих борозен 300 м³/га. Дані з ефективності лункування й переривчастого борознування досить суперечливі. Однак у першому наближенні можна прийняти, що зазначені заходи скорочують, у середньому, поверхневий стік на 10-17 мм, змив ґрунту на 4 т/га, а врожайність зернових підвищують на 1—2 ц/га.

Мікролимани являють собою невеликі площадки, облямовані валиками висотою 20—22 см з перемичками через 1,4 м і відстанню між ними 70 см. Їхній виріб здійснюється більш широкою крильчаткою (700 мм) в агрегаті з плугом, у якого перший корпус має подовжений відвал. Число мікролиманів на 1 га досягає 4100, а сумарна ємність — 700 м³/га.

Для зменшення поверхневого стоку й змиву на зябу й парах застосовують **обвалування**, що виконується одночасно з оранкою. Для цього на передостанньому корпусі плуга встановлюють **подовжений відвал**, що створює борозни й валики висотою 20-25 см, розташовані на відстані 140-170 см один від одного. Щоб уникнути стоку уздовж валиків застосовують **фігурне обвалування**, при якому через кожні 25-50 м ходу роблять дугоподібний поворот агрегату нагору схилу, а потім переводять його в нормальне положення. Ефективність створення мікролиманів і обвалування приблизно та ж, що й інших методів створення водозатримуючого нанорельєфу.

Усі **штучно створені мікроформи** змінюють свій об'єм до весни через насичення водою й опливання ґрунту, тому вони **ефективні лише на досить водостійких ґрунтах**. Варто враховувати, що поглиблення приводять до збільшення поверхні ґрунту, що може спричинити додаткові втрати вологи на випаровування. Тому навесні необхідно якнайшвидше зарівняти поверхню й провести закриття вологи боронуванням. Ефективність цих заходів залежить також від крутості схилу. На схилах крутістю більше 4-5° їхнє застосування недоцільне. Більш того, воно може привести до формування концентрованого стоку і розвитку лінійних форм ерозії у випадку прориву мікроформ у верхній частині схилу. Тому застосування цих заходів доцільно сполучити з нарізанням водовідвідних борозен.

Нарізання водовідвідних борозен. Борозни нарізають восени по зябу, стерні й на озимих посівах начіпним **борозноутворювачем** БН-300, робочими органами якого є леміш і металники для відкидання ґрунту рівномірним шаром на відстань до 10 м або змінним корпусом плуга з подовженим відвалом. Глибина водовідвідних борозен 18-22 см, ширина вверху 40-48 см, закладення укосів 1:1 (Каштанов, Заславський, 1984). Борозни нарізають на відстані 50-100 м одна від одної в залежності від рельєфу місцевості й умов стоку під кутом 25-30° до горизонталей. При цьому фактичний ухил борозен є в 2-3 рази меншим ухилу схилу. Однак на крутих схилах, зайнятих цінними культурами (наприклад, тютюном), відстань скорочують до 6-7 м. Довжина водовідвідних борозен з одnobічним скиданням до 200-250 м. При більшій ширині схилу борознам додають двосторонній ухил, направляючи їх у протилежні сторони.

З водовідвідних борозен вода скидається в місця, безпечні в ерозійному відношенні, наприклад у задерновані або залісені балки, лощини. Якщо таких місць нема, на схилах створюють штучні залужені водоскиди. Вони являють собою коритоподібні балки шириною 10-15 м, засіяні багаторічними травами. Водоскиди розраховуються на стік 5-10% забезпеченості. З водоскидів вода надходить у балки, заплави рік, ставки. За даними І.Д. Брауде (1976), нарізання водовідвідних борозен зменшує у 3-5 разів змив сірих лісових ґрунтів.

Щілювання — виробництво спеціальними знаряддями вузьких і глибоких щілин. **Щілювання** найефективніше на важких ґрунтах за крутизни схилів понад 5°. На посівах озимих культур його можна проводити пізно восени, а також після сівби до початку проростання насіння. Зорані на зяб поля, посіви трав щілюють пізно восени. Щілювати можна й посіви просапних культур, зокрема для захисту рослин від зливової ерозії. Застосовують його на зябу, посівах озимих, косовицях і пасовищах. Глибина щілин може

бути від 15 до 60 см, а відстань між ними 100-150 см. Воно особливо ефективне на мерзлих ґрунтах із крижаною кіркою на поверхні. Якщо навесні перед самим стоком порушити верхній мерзлий 20-30 сантиметровий шар, насичений льодом, водопроникність ґрунту різко збільшиться. Весняне щільювання мерзлого ґрунту особливо ефективно в степових і лісостепових районах на чорноземах, де глибина промерзання ґрунту порівняно невелика, а його водопроникність досить висока. Цей прийом дозволяє збільшити запаси вологи в ґрунті на 30-35 мм, зменшити змив у середньому на 9 т/га (Іванов, 1988) й підвищити врожайність зернових на 4-5 ц/га.

Кротування. Під природною деревною або трав'янистою рослинністю в ґрунті формується мережа порожнеч від згнилих коренів і ходів землерийв, що забезпечують безперешкодне просочування талих і зливових вод у глибину ґрунту. Зведення лісу й оранка земель приводить до постійного засипання й замулювання порожнеч, у результаті чого водопроникність ґрунту різко знижується. Шляхом спеціального обробітку кротом вдається створити штучну мережу порожнеч на глибині 35-40 см, а іноді й глибше (ходи діаметром 6-8 см, що залягають на постійній глибині). Сполучення кротування з утворенням мікроліманів сприяє зменшенню поверхневого стоку в два рази, а змиву ґрунту — у три рази. Кротовини є ефективним засобом нагромадження вологи у літній період під час дощів.

Снігозатримання й регулювання сніготанення. Нерівномірність нагромадження снігу на схилі дуже впливає на інтенсивність ерозії в період весняного сніготанення. Для утримання й рівномірного розподілу снігу на схилі застосовують різні прийоми. Найбільш простим з них є використання **куліс**, що залишають на зиму. Найкращі результати одержують при облаштуванні двох-трьохрядних куліс на відстані 10-12 м одна від іншої.

Гарні результати дають **стерньові куліси** - смуги стерні шириною 60 см, висотою 35-40 см на відстані 6 м одна від одної, що залишаються після збирання врожаю зернових культур з використанням спеціальної жнивarki (Каштанов, Заславський, 1984).

Одним з найбільш ефективних прийомів снігозатримання є **снігооранка**, яку починають при висоті сніжного покриву 8-12 см і проводять 2-3 рази за зиму, переважно під час відлиг. Використовують для цього причіпне знаряддя з двома знімними лемешами з відвалами, що працюють у звалення, улаштоване на двох лижах, призначених для збереження захисного шару снігу при роботі на посівах озимих культур і багаторічних трав. За допомогою **снігоорача** формують сніжні вали з похилими стінками висотою від 40 до 70 см, розташовуючи їх поперек пануючих вітрів або перехресно на відстані 5-10 м один від іншого на нижніх частинах схилів південної й західної експозиції й 15-20 м — на верхніх частинах цих схилів, а також на схилах північної й східної експозиції. Дуже ефективним заходом є утворення розгрібних смуг клиноподібної форми у сніжному покриві, що здійснюють бульдозером (Каштанов, Заславський, 1984).

Недоліком снігооранки є те, що у вітряні зими суміжні вали руйнуються й сніг несеться з полів. У цьому випадку великий ефект дає **ущільнення снігу смугами**, особливо при проведенні його в період відлиг. Воно сприяє нагромадженню додаткової кількості снігу на ущільнених смугах, розтягує період сніготанення й, отже, зменшує його інтенсивність. Крім того, ущільнені сніжні смуги зменшують швидкість стікання води й затримують змитий з таловин ґрунт. Для ущільнення снігу смугами використовують важкі водоналивні ковзанки, заповнюючи їх сухим піском або 35-40%-м розчином калійної солі. Ширина смуг 3-4,5 м, відстань між ними залежить від крутості схилу й потужності сніжного покриву - 5-8 м.

Регулювати сніготанення можна шляхом оголення ґрунту смугами або **зачорнінням снігу** попелом, торфом, ґрунтом смугами шириною 2-3 м з відстанню між ними 5-15 м. На зачорнених смугах таловини утворюються швидше, а сніг сходить на кілька днів раніше, ніж з незачорнених. При цьому запаси вологи в ґрунті збільшуються на 10-15 мм, змив ґрунту зменшується в середньому на 2 т/га (Іванов, 1988), а врожайність зернових підвищується на 1-3 ц/га.

У разі застосування додаткових заходів створення водозатримувального мікрорельєфу на поверхні зораного на зяб поля навесні потрібно проводити ретельний до- й передпосівний

обробіток, щоб добре вирівняти поверхню ґрунту. Сівбу краще проводити впоперек схилу або по горизонталях вузькорядним способом. На пологих схилах (до 4°) допускається використання агрегатів із кількох сівалок, а на крутіших потрібно сіяти лише однією, щоб уникнути просівів через сповзання сівалок у нижчий бік. Поперечний посів на схилах забезпечує зменшення змиву ґрунту в 2-3 рази. Норму висіву на еродованих схилових землях потрібно збільшувати на 10 % порівняно з повнопрофільними ґрунтами на рівних площах..

6.6.1.4. Особливості агротехніки у районах поширення вітрової ерозії

У районах поширення вітрової ерозії всі заходи ґрунтозахисного землеробства, в тому числі й агротехнічні, повинні спрямовуватися на вирішення таких завдань: зниження швидкості вітру над поверхнею ґрунту і зменшення або зведення до мінімуму можливості виникнення лавинного ефекту; посилення протидефляційної стійкості ґрунту поліпшенням його фізичних властивостей; зменшення до безпечних розмірів пилосбірної площі полів.

У комплексі заходів, що застосовуються для вирішення цих завдань, важливе місце посідають агротехнічні, а серед них — протиерозійний обробіток ґрунту. Саме за умов посиленої вітрової ерозії обробіток ґрунту без перевертання пласта із залишенням на поверхні стерні є основою ґрунтозахисної системи землеробства. Тут для основного глибокого обробітку ґрунту використовують плоскорізні культиватори-глибокорозпушувачі, а також культиватори-шюскорізи, що використовуються і для мілкої обробітки під час догляду за паровими полями. Крім того, для догляду за парами і передпосівного обробітку ґрунту застосовують важкий протиерозійний культиватор зі штанговими та лапчастими робочими органами і штанговий культиватор, а для поверхневого розпушування ґрунту — голчасту борону.

Після обробітку ґрунту плоскорізами на його поверхні залишається до 80 — 85 % стерні. Завдяки цьому швидкість вітру на висоті зрізу зменшується в 1,5 — 2 рази, тому видування ґрунту зводиться до мінімуму або зовсім відсутнє залежно від ступеня його структурності й розпиленості. У зимовий період стерня сприяє рівномірному розподілу снігу на полі, такому ж сніготаненню, що веде до кращого зволоження ґрунту, збереження його структури та підвищення стійкості до видування.

За такої плоскорізної системи обробітку ґрунту сільськогосподарські культури висівають стерньовими сівалками, після яких на поверхні засіяного поля також залишається до 25 — 35 % стерні та створюється гофрований профіль поверхні завдяки прикочуванню рядковими котками, що розміщуються за сошниками сівалок. Така гофрована поверхня ґрунту та ще зі стернею забезпечує істотне послаблення руйнівної дії вітру.

Безумовно, ґрунтозахисний обробіток дає найбільший ефект тоді, коли він застосовується у комплексі з іншими протиерозійними заходами, зокрема з полезахисним лісонасадженням, смуговим розміщенням пару й зернових колосових культур на полях, запровадженням ґрунтозахисних сівозмін із багаторічними травами, використанням агрофізичних та агрохімічних заходів поліпшення властивостей ґрунту.

Для захисту осушених торфових ґрунтів від вітрової ерозії в Поліссі потрібно не допускати надмірного їх пересихання, необхідно якнайдовше утримувати їх під рослинністю (вирощувати багаторічні трави, проміжні культури в сівозмінах, ярі зернові сіяти у можливо найраніше), під час підготовки ґрунту до сівби й після неї використовувати кільчасто-шпорові, а не гладенькі котки, всіма агротехнічними заходами сприяти швидкому створенню на поверхні ґрунту добре розвиненого рослинного покриву.

6.6.2. Агролісомеліоративні протиерозійні заходи

6.6.2.1. Загальні уявлення

Агролісомеліорація — розділ меліорації, що охоплює питання поліпшення природних умов сільськогосподарських угідь захисними лісовими насадженнями. Меліоруюча роль лісових насаджень велика й різноманітна. Вона виражається в поліпшенні водного й температурного режиму сільськогосподарських угідь, підвищенні протиерозійної (протидефляційної) стійкості ґрунтів, зниженні інтенсивності впливу на ґрунти водних і повітряних потоків. Ступінь виразності тих або інших меліоративних функцій лісового насадження залежить від сполучення природних умов в місці його перебування й від характеристик самого насадження. Сполучення природних умов обумовлює меліоративну спрямованість лісового насадження і, отже, вимоги, яким воно повинно відповідати.

На рівнинних вододільних просторах практично у всіх природних зонах існує небезпека прояву вітрової ерозії ґрунтів. Тому основне призначення стрічкових лісових насаджень на вододільних просторах полезахисних лісосмуг — зниження швидкості вітру й турбулентного обміну в приземному шарі атмосфери. Механізм дії, способи створення, принципи розрахунку систем полезахисних лісосмуг, а також асортимент і біологічні особливості деревних порід розглядають в підручниках «Фітомеліорація». **Полезахисні лісосмуги** не тільки запобігають вітровій ерозії ґрунтів, але й сприяють зменшенню шкідливого впливу суховіїв, а також нагромадженню й рівномірному розподілу снігу на полях.

На привододільних схилах крім небезпеки вітрової ерозії ґрунтів виникає небезпека змиву й розмиву ґрунтів. Тому лісові насадження на схилах крім ґрунтозахисних повинні виконувати й функції з перехоплення поверхневого стоку дощових і талих вод та переводити його цілком або частково у внутріґрунтовий стік. Чим більша небезпека ерозії ґрунтів (тобто чим довший і крутіший схил за інших рівних умов), тим більше уваги варто приділяти забезпеченню можливості виконання лісосмугою своїх стокорегулюючих функцій. На практиці це реалізується тим, що на схилах крутіше 2° стрічкові лісові насадження орієнтують у напрямку, перпендикулярному лінії стоку, без обліку напрямку вітру. Такі насадження називають **стокорегулюючими лісосмугами**.

Водорегулювальні лісосмуги шириною до 15 м проєктують, головним чином, на схилах опуклої або прямої форми. Розміщують їх строго поперек схилу на переході пологого схилу в більш крутий. Необхідно, щоб стікаючі розсіяні струмки води входили в лісосмугу під прямим кутом, інакше при наявності наорювань скупчення води неминуче, що може спричинити утворення вимоїн. Для посилення водовбирної ролі смуг проводять боронування міжрядь і обвалування нижнього краю лісосмуги шляхом двохкратного проходу плантажного плуга з відвалом шару убік смуги (висота валика при цьому складає 0,5—0,6 м). У місцях перетинання лісосмуг із балками влаштовують валики, що затримують воду. Відстань між водорегулювальними смугами на схилах крутістю до 4° не повинна перевищувати: на сірих лісових ґрунтах і опідзолених чорноземах — 350 м, на вилужених, типових, звичайних і південних чорноземах — 400 м, на темно-каштанових ґрунтах — 300 м. Конструкція водорегулювальних смуг ажурна.

На землях, що прилягають до ярів і балок, існує підвищена небезпека концентрації поверхневого стоку й зв'язана з нею небезпека росту ярів. Тому лісосмуги повинні бути пристосовані для перехоплення концентрованого стоку, переведення його цілком або частково у внутрішньоґрунтовий. Лісосмуги, розташовані уздовж брівки балки, називають **прибалковими**, а смуги, розташовані уздовж брівки яру або його вершини, називають **прияровими**.

Прибалкові й приярові лісосмуги шириною 12,5—21 м мають у своєму розпорядженні прямолінійні відрізки (для зручності обробітку ґрунту) уздовж брівки балки або яру. Конструкція таких смуг - щільна, тип посадки — деревно-чагарниковий. Для прибалкових лісосмуг у степовій і лісостеповій зонах перевагу віддають дубу, а в лісовій — сосні звичайній і модрині сибірській. Недоцільно висаджувати породи дерев, що погано ростуть

на змитих ґрунтах: ясени зелений і звичайний, клени гостролистий і польовий.

Відстань між рядами 2,5-3,0 м, в ряду — 0,5 м. Можна створювати вербогрупи близько 20 рослин на площадку (400-500 шт. на 1 га).

У прибалкових смугах варто саджати кореневі нащадкові чагарники й невеликі дерева — вишню звичайну й степову, терен, обліпиху, акацію білу. Рясні кореневі нащадки дає берест, деякі тополі, осика. Крім лісосмуг, для попередження ерозії ґрунту й поліпшення ландшафту застосовують суцільні й одинокі насадження на берегах балок, схилах ярів, крутих схилах, а також на дні й конусах виносу ярів.

Днища ярів і балок, на водозборах яких стік не зрегульований, є місцем переносу й відкладення ґрунту, змитого з полів на водозборах. Одним з ефективних способів затримання твердого стоку в межах балок, що загасають, ярів і їхніх конусів виносу є насадження дерев і чагарників. Захисне лісове насадження на дні й схилах ярів, балок, призначене для затримання наносів, називають *кольматаційним лісовим насадженням*.

Крім перерахованих існує безліч видів лісових насаджень, що розрізняють за конструкцією, складом порід, розмірами, формою, способами вирощування й підтримання в «робочому» стані.

6.6.2.2. Стокорегулюючі лісові насадження

Механізм дії стокорегулюючих лісових насаджень. Основне призначення стокорегулюючих лісових насаджень — перехоплення поверхневого стоку й переведення його у внутрішньогрунтовий. Механізм дії *стокорегулюючих лісосмуг* заснований на підвищеному (у порівнянні з ріллею) убиранні води ґрунтами у лісовому насадженні. Водопроникність ґрунтів у лісі звичайно вища, ніж на ріллі, тому що щільність ґрунтів у лісі менша, а пористість більша. Це зв'язано з утворенням порожнеч після відмирання коренів, з діяльністю землерийв. Крім того, лісова підстилка охороняє ґрунт від замерзання й замулювання, а також сама затримує частину стоку. Чим більший вік захисного лісонасадження, тим більша вбираюча здатність ґрунту.

Водорегулювальна здатність лісового насадження залежить від безлічі факторів, головними з яких є інтенсивність усмоктування води ґрунтом, тривалість процесу усмоктування, інтенсивність надходження води в лісосмугу, площа лісосмуги. Ці фактори впливають безпосередньо на процес усмоктування води ґрунтом. Безліч інших факторів впливає опосередковано, через вплив на зазначені фактори.

Інтенсивність усмоктування води ґрунтом зменшується з часом навіть при постійних умовах усмоктування (товщина шару води, її температура й мутність). У стокорегулюючій смузі умови усмоктування істотно змінюються з часом і під час злив, і в процесі сніготанення. Товщина шару води в лісосмузі залежить від інтенсивності дощу або сніготанення, від тривалості цих двох явищ і від умов надходження води в лісосмугу. Інтенсивність сніготанення, як і інтенсивність дощу, величини, що дуже сильно міняються. Тривалість надходження води також піддана змінам. Під час злив вона вимірюється хвилинами й годинами, а під час сніготанення — цілодобово. Умови надходження стоку в лісосмугу також різні. Широкою смугою стік надходить у лісосмугу вкрай рідко. Найчастіше стік концентрується відповідно до умов рельєфу, що підкоряються визначеним закономірностям. Так, на кожні 1000 м стокорегулюючої лісосмуги приходиться від 10 до 46 місць концентрації стоку в залежності від розчленованості території (Калініченко, Ільїнський, 1976) — чим більша розчленованість, тим більше місць концентрації стоку. З цієї причини найчастіше на поглинання стоку «працює» не вся смуга, а лише від 5 до 20% її довжини (Рожков, 1981). Концентрації стоку при вході його в лісосмугу сприяє й валик, що утворюється при відвальній оранці на опушці лісосмуги.

Отже, кількість води, що може всотатися в ґрунт у лісосмузі, дорівнює добутку інтенсивності усмоктування на даний час і на площу лісосмуги. Прогнозувати цю величину

дуже складно через мінливість факторів усмоктування. У той же час вона має важливе значення для цілей проектування, тому що є основою для вибору проектувальниками таких параметрів системи стокорегулюючих лісосмуг, як ширина смуги й відстань між сусідніми лісосмугами.

Результати дослідів підтверджують наявність залежності обсягу води, що всоталася в ґрунт, у лісосмузі від площі лісосмуги: чим більша довжина лісової частини стокової площадки (тобто ширина лісосмуги) і, отже, її площа (тому що ширина стокової площадки постійна), тим більший обсяг талої води, що всмоктався. У той же час питомий обсяг води, що всоталася в лісосмузі, що характеризує «коефіцієнт корисної дії лісосмуги», зменшується зі збільшенням ширини лісосмуги. Це пояснюється особливостями динаміки стоку талих вод. На початку сніготанення приплив поталої води в лісосмугу невеликий, і уся вона устигає всотатися в прилеглий до лісосмуги частині, тобто «працює» не вся площа лісосмуги, а лише її деяка частина. У віддалені від опушки ділянки лісосмуги вода надходить тільки тоді, коли вона не встигає усмоктуватися в при узлісній частині.

При обладнанні стокорегулюючих смуг із сільськогосподарського використання вилучається найбільш коштвна частина земельного фонду — орні землі. Зменшення відчуження ріллі можна домогтися шляхом зменшення ширини лісосмуги й шляхом збільшення відстані між сусідніми лісосмугами на схилі. Зменшення ширини супроводжується зменшенням обсягу води, що всоталася в лісосмузі, але ефективність лісосмуги, тобто обсяг води, що поглинається кожним квадратним метром поверхні ґрунту в лісосмузі, збільшується. Оптимальна смуга повинна відповідати двом протилежним вимогам — з одного боку, вимозі максимальної ефективності, тобто бути вузькою, з іншого боку, вимозі максимального обсягу води, що поглинається, тобто бути широкою. Оптимальна ширина, що задовольняє цим двом суперечним одна одній вимогам, лежить у межах від 10 до 20 м.

Збільшення відстані між сусідніми лісосмугами приведе до збільшення обсягу стоку, що надходить у лісосмугу внаслідок збільшення її водозбірної площі.

Круті схили в значній мірі розчленовані вимоїнами й балками, і лісосмуги не вдається розмістити строго по горизонталях. У таких випадках необхідно влаштовувати в лісосмугах переривчасті вали-канави з бічними перемичками поперек лісосмуги, що частково виходять на ріллю.

Стокорегулюючі лісосмуги, сполучені з найпростішими гідротехнічними спорудами, валами і валами-канавами, можуть у середньому затримати на сірих лісових і каштанових ґрунтах шар талої води близько 15 мм, а на чорноземах — до 30-35 мм (Рожков, 1981).

Стокорегулюючі лісосмуги доповнюють найпростішими водозатримними спорудами в тих місцях, де обсяг стоку порівняно невеликий — 80-100 мм при 10% його забезпеченості. При більшій величині стоку частину його варто скидати в ярово-балкову мережу, прийнявши міри проти можливої лінійної ерозії. Для цього стокорегулюючі лісосмуги доповнюють водонаправляючими гідротехнічними спорудами.

6.6.2.3. Кріплення вершин, вирівнювання й засипання ярів та балок

Завалювання вершин ярів — найпростіший спосіб боротьби з діючими ярами й з розмивом берегів. Для цього використовують гній, солому, сміття. Спочатку вершину яру доцільно зрізати під кутом 20—25° і зробити жолобоподібну виїмку, а після завалити товстим шаром (більше 50—60 см) соломи або іншого матеріалу, поповнюючи завал щорічно.

Закріплення вершин ярів дерном здійснюють у такий спосіб. Спочатку їх зрізують бульдозером під ухил не більше 5—6° при ширині 3—5 м, формують жолобоподібний водотік, що покривають рослинним шаром товщиною не менше 30 см. Потім на цей шар настиляють дерен, який присипають землею, затінюють соломною і поливають. За літній період дернина стає стійкою.

Повне вирівнювання застосовують на ярах, у яких завдяки застосуванню гідротехнічних споруд і обвалуванню вода не надходить.

Вирівнювання крутих берегів проводять під кутом 12—15°. Його починають з устя яру: бульдозером зрушують ґрунт з обох укосів у яр, після чого з другої ділянки переміщують на нього рослинний ґрунт і рівномірно розподіляють. Роботу продовжують від однієї ділянки яру до іншої (рис. 6.8).

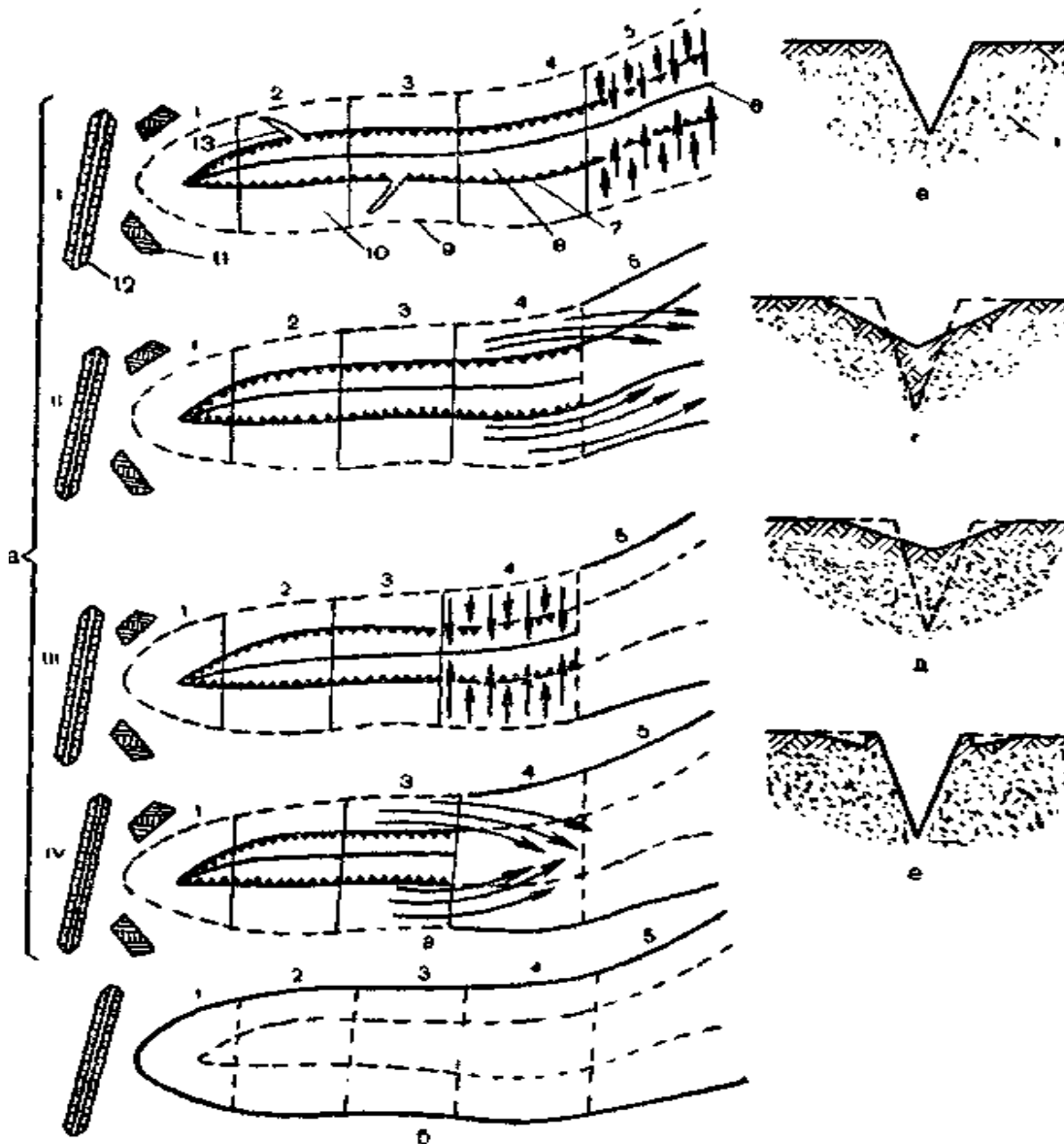


Рис. 6.8. Технологія вирівнювання ярів. План яру до (а) і після (б) вирівнювання (I, II, III, IV послідовність операцій при вирівнюванні яру):

1—5 — номери робочих ділянок; 6 — устя; 7 — брівка; 8 — русло яру; 9 — границя смуги зрізу; 10 — смуга зрізу; 11 — водовідвідне споруда; 12 — резерв; 13 — дрібні вимоїни; стрілками показаний напрямок руху бульдозера; в — поперечний розріз яру до вирівнювання; г — в час зрізання її переміщення породи в яр; д — після вирівнювання; е — після зрізання гумусового шару й переміщення його на 1-у ділянку; 1 — гумусовий шар ґрунту; 2 — підстильний шар

Верхову ділянку яру покривають рослинним ґрунтом, знятим при спорудженні водозатримного валу. При наявності крутих укосів можна залишати 1-1,5-метрову смугу недоторканого ґрунту з наступним переміщенням його в яр. На дні вирівняного яру влаштовують земляні донні загати з водозливами, у яких збирається снігова й дощова вода. Це закріплює яр, поліпшує умови росту верби, тополі й вільхи.

Часткове вирівнювання проводять на ярах, де не припинено повного надходження води з водозбору. Вирівнюють тільки круті відкоси, щоб ґрунт не заваливав русло водотоку. Вирівняні відкоси задернують або засаджують лісом на терасах.

Повне або часткове засипання ярів проводять тільки в тих випадках, коли системою

гідротехнічних заходів яр цілком захищений від притоку зливових і талих вод із водозбору. У залежності від глибини яру використовують різну техніку - бульдозери або екскаватори. У результаті засипання розрізнені яружні ділянки об'єднують у єдиний масив.

Для припинення процесів утворення ярів, розмивання та обвалів і зсувів на берегах річок, водойм, штучних каналів, гідроспоруд треба застосовувати різні протиерозійні заходи (рис. 6.9, 6.10).



Рис. 6.9. Заходи з припинення розмиву яру тином та залісненням схилів



Рис. 6.10. Боротьба із змиванням ґрунту при насадженні чагарників

6.5.2.4. Лучно-меліоративні заходи

Під лучно-меліоративні заходи відводять найменш еродовані ярово-балкові землі, що включають прибрівкові, схиліві й донні ділянки. На деяких схилових ділянках після припинення випасу худоби вдається природним шляхом відновити гарний травостій. Еродовані площі піддають корінному або поверхневому залуженню в залежності від якості травостою. При цьому враховують місцеві умови.

Багаторічні трави є основним меліорантом для прискороного залуження сильно змитих схилів, під їх впливом припиняються ерозійні процеси й відкладаються принесені водою тверді наноси. Трави, вирощені в балках і великих вимоїнах, сприяють підвищенню шорсткості, знижують швидкість водного потоку, скріплюють кореннями ґрунт і запобігають розмиву. Трави на гідрографічній мережі перешкоджають розмиву берегів, зміцнюють відкоси. Біля гідротехнічних споруд для підвищення їхньої стійкості проводять дернування.

Багаторічними травами засівають береги й схили балок, слабо піддані змиву, а також дрібно горбисті зсуви. Іноді тут розміщують культурні пасовища з нормованим випасом худоби. Для посіву трав проводять суцільну підготовку ґрунту на берегах шириною до 30 м або смугами шириною 10-20 м.

Насіння висівають зерно-трав'яними сівалками з внесенням добрив і прикочують. Для поліпшення природних травостоїв їх фрезерують.

При фітомеліорації ярово-балкових земель важливо правильно вибрати асортимент трав і технологію їхнього застосування (табл. 6.16).

Таблиця 6.16. Зразковий склад травосумішей і норми висіву насіння

при фітомеліорації берегів і днищ балок, кг/га

| Місце розташування | Лісостеп | | Степ | |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | Трава | Норма висіву насіння | Трава | Норма висіву насіння |
| Береги балок тіньової експозиції | Костриця безоста | 10-12 | Еспарцет піщаний | 50 |
| | Вівсюг лучний | 3-10 | Люцерна синя гібридна | 10 |
| | Люцерна жовта | 4-6 | Костриця безоста | 12 |
| | Конюшина лучна | 4 | Вівсюг лучний | 10 |
| Береги балок сонячної експозиції | Костриця безоста | 10 | Люцерна жовта | 8 |
| | Житняк широколистий | 5 | Житняк широколистий | 5 |
| | Еспарцет піщаний | 30 | Костриця безоста | 12 |
| | Люцерна жовта | 4-5 | Пирій | 8 |
| Суходільне дно балок | Костриця безоста | 10 | Костриця безоста | 12 |
| | Вівсюг лучний | 8 | Люцерна жовта | 6 |
| | Люцерна жовта | 6-7 | Пирій | 8 |
| Зволоженое дно балок | Костриця безоста | 10 | Костриця безоста | 10 |
| | Тимофіївка лучна | 6 | Пирій | 3 |
| | Конюшина лучна | 4 | Люцерна жовта | 4 |
| | Конюшина гібридна | 3-4 | Конюшина лучна | 4 |

Для кріплення пухких осипів у підніжжя крутих еродованих берегів й укосів ярів застосовують травосуміші з костриці польової, перстачу гусячого й інших трав. Конуси виносу засівають травами, стійкими до замулення й перезволоження (костриця безоста, вівсяниця лучна, райграс пасовищний, лядвенець рогатий, конюшина повзуча й ін.).

Для північних лісостепових районів рекомендований метод прискореного залуження травами із застосуванням багаторічного люпину. Його вирощують у чистих посівах і в сполученні з іншими травами. Люпин висівають одночасно із закріпленням ярів гідротехнічними спорудами або навесні, із брівки яру на відкоси врозкид нормою висіву насіння 35—40 кг/га. Його використовують також і для підготовки земель до наступного залісення.

На присіткових схилах і берегах балок люпин використовують як попередню культуру 3—4 роки для наступного їхнього залуження. Наприкінці літа під його покрив висівають кострець безостий, вівсяницю червону, люцерну жовту, лядвенець рогатий. Там же застосовують люпиново-злакові травосуміші, що складаються з райграсу високого, вівсяниці лугової й тимофіївки лугової по ранній зяблевій оранці з підсівом навесні однолітнього кормового люпину.

На Канівських пагорбах вершини й круті укоси ярів закріплювали багаторічними травами з коренево-стрижневих і корневих рослин за участю лисохвосту лугового, мітлиці білої, чини лучної, люцерни жовтої й ін.

6.6.3. Протиерозійні меліорації

Тераси (франц. terrasses, від лат. terra - земля) у геоморфології – *форми рельєфу, що являють собою горизонтальні або злегка похилі площини з майже рівними поверхневими, обмежованими уступами.*

Терасування – *штучне перетворення поверхні схилів на горизонтально вирівняні або похилі східцеподібні протиерозійні майданчики для припинення змиву ґрунту й використання схилів під сільськогосподарські й лісові культури.* Терасування буває наоране, плантажне й виїмково-насіпне (рис. 6.11).

Терасування крутих схилів — ефективний протиерозійний захід, тому що вали-тераси, затримують поверхневий стік практично в місці його утворення, сприяють зволоженню земель, або відводять його на задерновані схили, безпечні в ерозійному відношенні.

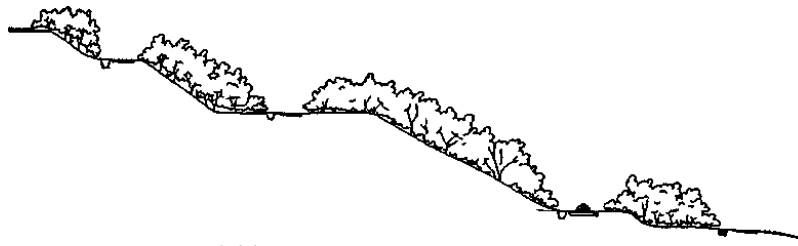


Рис. 6.11. Терасування й заліснення схилу.

Розрізняють тераси гребеневі, або вали-тераси, або вали із широкою основою, а також східчасті й траншейні.

Гребеневі тераси бувають із горизонтальним і похилим валом. Тераси з горизонтальним валом улаштовують паралельно горизонталям схилів із мінімальним числом зломів у плані й прив'язують до границь полів і виробничих ділянок. Їх застосовують у районах недостатнього й помірного зволоження на добре водопроникних ґрунтах.

Гребеневі тераси створюють на оброблюваних схилах, зайнятих ґрунтозахисними сівозмінами, пасовищами й косовицями, при ухилах 0,02-0,12 (1-6 °) і незначній кількості балок на схилах. Вали терас роблять трикутного профілю висотою $h = 0,4-0,6$ м при глибині прудка $h_0 = 0,2-0,4$ м із дуже пологістими ($m = 4-8$) укосами для проходження ґрунтообробних агрегатів. З метою затримки води кінці валів повертають нагору схилу під кутом 110-130 °. Будівельна висота валів повинна бути на 10-15 см вищою проектною з урахуванням осідання ґрунту. Відстань між валами 1,0 м, обґрунтовують гідрологічними розрахунками за умови затримування в прудку перед нижнім валом об'єму весняного або зливого стоку з площі між валами. Перевищення гребенів валів $\Delta h = 0,8-1,5$ м.

Досвід проектування гребневих терас показує, що відстань між валами на суглинкових ґрунтах складає 18-38 м, а на супіщаних — 22-50 м. Зі збільшенням ухилу схилу ця відстань зменшується. У залежності від ухилів поверхні ширина терас складає 18—70 м при їхній висоті (перевищення між осями сусідніх терас) 0,5—2,7 м (табл. 6.17)

Таблиця 6.17. Ширина й висота гребенів терас із похилими валами, м

| Ухил | Ширина | | Висота | |
|------|----------|---------|----------|---------|
| | суглинок | супісок | суглинок | супісок |
| 0,01 | 50 | 70 | 0,52 | 0,70 |
| 0,02 | 38 | 50 | 0,75 | 1,00 |
| 0,03 | 30 | 41 | 0,90 | 1,25 |
| 0,04 | 27 | 38 | 1,05 | 1,50 |
| 0,05 | 26 | 35 | 1,25 | 1,65 |
| 0,06 | 25 | 30 | 1,50 | 1,80 |
| 0,08 | 24 | 26 | 1,70 | 2,10 |
| 0,10 | 20 | 24 | 1,90 | 2,40 |
| 0,12 | 18 | 22 | 2,10 | 2,70 |

Гребеневі похилі тераси застосовують у районах надлишкового зволоження при слабкій водопроникності ґрунтів (рис. 6.12). Вали терас трасують під гострим кутом до горизонталей, щоб вони мали подовжній ухил близько 0,001 і тим самим забезпечували повільний відтік води з тераси уздовж вала й не відбувалося перезволоження ґрунтів.

Для поліпшення умов роботи сільськогосподарських машин горизонтальні й похилі гребеневі тераси прагнуть проектувати рівнобіжними, а на порівняно рівних схилах — прямолінійними. При цьому на окремих ділянках глибина прудка на довжині тераси може збільшуватися, й щоб у зниженнях не утворювалися застійні зони, влаштовують трубчастий дренаж із пропуском води під валом униз схилом.

Вали влаштовують плугами загального призначення в агрегаті з тракторами класу 30 кН. Оранку проводять у звалення. В даний час широко застосовують **наорювальний спосіб**, при якому вал наорюють шляхом переміщення ґрунту вниз схилом.

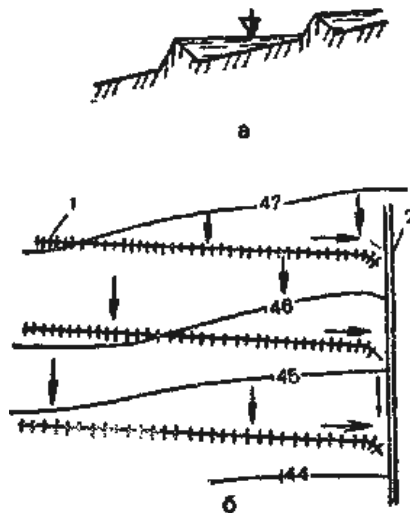


Рис. 6.12. Гребенева тераса с горизонтальними (а) і похилими (б) валами: 1 - вали, 2 - водозбірна канава; стрілками показано напрямок руху води

Східчасті тераси створюють на гірських схилах крутістю $10-40^\circ$. Їх нарізують на горизонталях шляхом зрізання ґрунту у верхній частині полотнища тераси й відсіпання його в нижній. Таким чином, полотнища з однієї сторони складається з материкового ґрунту, а з іншого боку — із насипного. Східчасті тераси бувають із горизонтальним, похилим убік схилу місцевості, й зворотним нахилом полотнища. Найчастіше влаштовують тераси з горизонтальною полотнищем. Тераси зі зворотним ухилом полотнища нарізують строго на горизонталі на добре водопроникних ґрунтах, із нахилом полотнища схилу — на ґрунтах із поганою водопроникністю. Ширина полотнища східчастих терас 3-6,5 м.

Східчасті тераси роблять спеціальними машинами-терасерами Т-4, Т-4М, ТР-2А, ТС-2,5 або універсальними бульдозерами. Об'єм земляних робіт залежить від крутості схилу й ширини полотнища тераси. Так, при збільшенні крутості з 15 до 35° об'єм робіт на 100 м тераси при ширині полотнища 3,7 м зростає з 86 до 181 м³, а при збільшенні ширини з 2 до 4 м - у 4 рази (рис. 6.13).

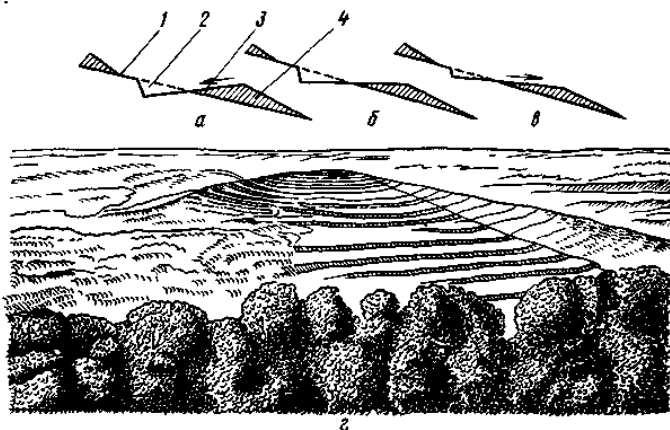


Рис. 6.13. Східчасті тераси: а — зі зворотним ухилом (1 — берма; 2 — материковий укіс; 3 — полотнина; 4 — насипний укіс); б — з горизонтальною полотнищем; в — з похилим убік схилу місцевості полотнищем; г — загальний вигляд.

Тераси будують за проектом, що складають, використовуючи план у масштабі 1:5000 із горизонталями через 0,5 м. Є досвід терасування крутих схилів вибуховим способом, що дозволяє влаштовувати тераси в будь-який час року на схилах крутістю більш $20-25^\circ$, на яких застосування звичайних землерийних машин практично виключено. Східчасті тераси перешкоджають появі ерозії, тому що добре затримують стік на схилах будь-якої крутості. Їх використовують під лісові насадження, плодові культури й багаторічні трави.

Тераси-канави (траншейні) улаштовують в основному для заліснення сильно змитих схилів крутістю більше 30° . Вони складаються з траншей, виритих уздовж горизонталей і земляних валів із вийнятого ґрунту. В даний час тераси-канави застосовують рідко через складність їхнього устрою й механізації наступних робіт на них.

Терасування схилів у районах недостатнього зволоження сприяє одержанню стійких врожаїв. Збільшення врожаю зернових на 0,25-0,99 т/га й більше, ніж на ділянках без терас. Витрати на будівництво окупаються за 2-3 роки.

Гідротехнічні споруди для боротьби з лінійною ерозією. Щоб попередити утворення й ріст вимоїн і ярів, будують гідротехнічні споруди, що умовно можна розділити на найпростіші, виконані з місцевих ґрунтів (розпилювачі стоку, водовідвідні вали-канали, нагорні канали, водозатримні вали), й складні (швидкоходи, перепади, консольні скидання).

Розпилювачі стоку (рис. 6.14) — це найпростіші земляні споруди, що створюють у місцях небезпечної концентрації водного потоку для його розосередження. Їх роблять на прибалкових схилах, рознімних борознах, в узліссі лісу, на межах, колях доріг. Розпилювач стоку являє собою прямолінійну канаву глибиною 0,4-0,6 м із земляним валиком висотою 0,3-0,5 м і довжиною 10-40 м, розташований під кутом приблизно 45° до потоку. Подовжній ухил канави на орних землях приймають 0,005-0,01. Розпилювачі розташовують на довжині балки через 50-100 м. Їх виконують плантажними однокорпусними плугами в агрегаті з тракторами ДТ-75, С-80 і ін. На задернованих балках розпилювачі зберігаються 5-7 років, а на орних землях їх щорічно відновлюють до початку польових робіт. Гідрологічних і гідравлічних розрахунків для розпилювачів стоку не роблять.

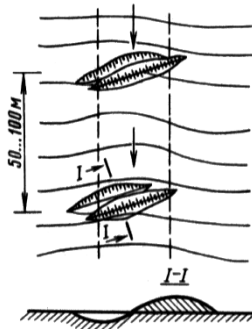


Рис. 6.14. Схема розташування розпилювачів стоку по довжині балки

Водовідвідні вали-канави (рис. 6.15) перехоплюють стік і направляють його до водоскидних (або водозатримних) споруд або на добре задерновані схили.

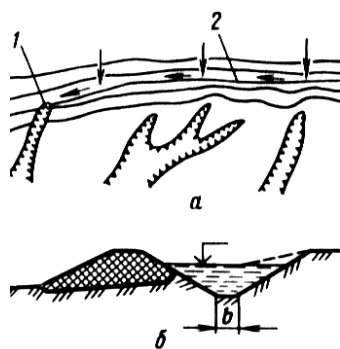


Рис. 6.15. Водовідвідні вали-канали:

а — план; б — поперечний переріз; 1 — водоскид; 2 — вал канава

Їх трасують з подовжніми ухилами 0,003-0,005, що перешкоджає розмиву й замуленню. Якщо такий ухил забезпечити не можна, на канавах улаштовують перепади або кріплять дно й укоси. У поперечному перерізі вали-канави роблять трикутного або трапецієподібного профілю з коефіцієнтами закладення сухих укосів 1-1,5 мокрих — 2-5.

Гребінь вала повинний бути на 0,2-0,5 м вище розрахункового рівня води в каналі.

Досвід показав, що укоси валів-каналів на орних землях доцільно робити пологішими (1:5—1:8), прохідними для ґрунтообробних агрегатів. Поперечний переріз валів-каналів визначають гідравлічним шляхом у залежності від розрахункової витрати води, користаючись формулами рівномірного режиму. Розрахунки ведуть на окремих ділянках довжиною 200-300 м. За розрахунковий приймають зливову або весняну витрату 5-10 % імовірності перевищення.

Водозатримні вали влаштовують для припинення росту ярів. Їх розміщують уздовж горизонталей вище зростаючої вершини яру (на малоцінних міжяружних непридатних землях) або трохи нижче їх (рис. 6.16). З метою економії земель вали рекомендується розміщати на міжяружних малоцінних у господарському відношенні землях. Їх створюють після проведення на водозбірному схилі необхідних протиерозійних агротехнічних заходів. У цьому випадку розміри валів будуть менше. Вали роблять, якщо площі водозборів не перевищують 15-20 га, а ухил прибалкових схилів не більше 2°. При більшій крутості (до 6°) водозбірна площа не повинна перевищувати 5 га, тому що в цьому випадку затримуваний валом об'єм води менше об'єму вала і його будівництво економічно недоцільне.

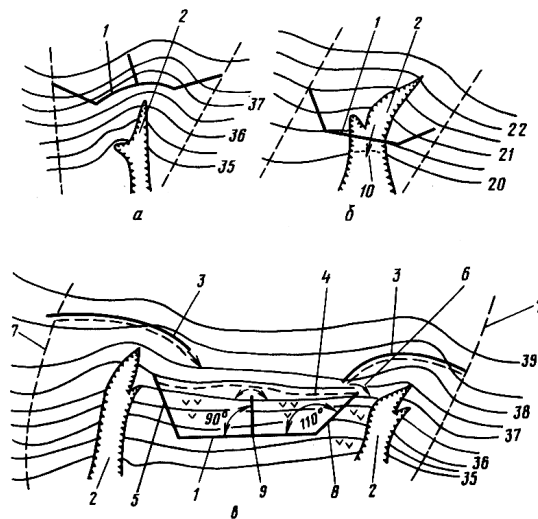


Рис. 6.16. Розташування водозатримних валів:

а — вище яру на рельєфі; *б* — нижче вершини яру; *в* — між ярами; 1 — водозатримний вал; 2 — яр; 3 - водовідвідний вал-канавка; 4 — уріз води прудка; 5 — глуха шпора; 6 - водозлив; 7 - вододіл; 8 — відкрита шпора; 9 — перемичка; 10 — водоспуск.

У поперечному перерізі водозатримні вали роблять трикутного, але частіше трапецієподібного профілю шириною зверху до 2,5 м, висотою 0,8-3 м і коефіцієнтом закладення укосів 1,5-2,5. Для утримання води в прудку перед валом кінці вала загинають нагору по схилі й влаштовують глухі або водозливні шпори, через останні скидають надлишки води. У плані вали проектують прямолінійними довжиною до 400-500 м із мінімальним числом зломів. Довжину вала розраховують з обліком його поперечного перерізу рельєфу місцевості й об'єму затримуючого весняного або зливового стоку 5-10% імовірності перевищення, а при наявності надійних водообходів — до 75%. Щоб зменшити наслідки аварії у випадку прориву вала, через кожні 60-100 м улаштовують земляні перемички, що розділяють прудок на секції.

Гребінь вала, шпор і перемичок на всій довжині роблять на однаковій висоті з перевищенням над розрахунковим рівнем води в прудок на 0,2-0,5 м. Якщо гідрологічним розрахунком об'єм води не вміщується в прудке перед валом, можна влаштовувати двох- і рідше трійрусні вали, кожний з яких затримує відповідну частину об'єму стоку.

Проект водозатримних валів складають на основі топографічного плану водозбірної площі (М 1:10000) і плану прибалкових ділянок, на яких знаходяться вали (М 1: 1000 або 1:2000 із горизонталями через 0,5 м).

Технологія будівництва валів наступна. На ділянках розміщення валів проводять оранку на глибину 25-30 см, після чого бульдозером знімають на 25 см рослинний шар під основу

вала, шпори й виїмку. Шар зрушують у тимчасовий відвал за межі будівництва, а потім бульдозером ґрунт із виїмки переміщують у тіло вала. Вал, шпори й перемички пошарово через кожні 20 см ущільнюють ковзанками, при необхідності для кращого ущільнення ґрунт зволожують. Потім гребінь і укоси покривають рослинним шаром із тимчасового відвала, проводять ретельне планування й висівають багаторічні трави.

6.6.4. Протиерозійна організація території

Протиерозійна організація території насамперед повинна включати розміщення сільськогосподарських угідь залежно від рельєфу. Ерозійні небезпечні площі не можна відводити повністю під орні землі, а зберігати або створювати на них якомога більше ділянок, смуг із природною трав'янистою, деревною або чагарниковою рослинністю. Так, різного виду польові сівозміни можна розміщувати на рівнинних площах і пологих схилах з крутизною до 3°. При цьому потрібно висаджувати впоперек схилу (а в Степу на рівнинних площах — упоперек пануючих вітрів) через 500 - 600 м полезахисні лісосмуги.

На схилах від 3° до 5° залежно від їх складності і можливостей виконання на них інших протиерозійних заходів (агротехнічних, меліоративних) можна розміщувати ґрунтозахисні польові сівозміни, в яких частка просапних культур невисока й під всі культури застосовується тільки протиерозійний обробіток ґрунту. Проте краще на таких землях запроваджувати ґрунтозахисні кормові сівозміни з високою часткою багаторічних трав. Полезахисні й водорегулювальні лісосмуги тут висаджують через кожні 300 - 350 м. А на схилах 5-7° потрібно розміщувати лише ґрунтозахисні сівозміни з поперечними водорегулювальними лісосмугами через 300 м. Схили понад 7° не можна розорювати, а використовувати як сіножаті і пасовища або інші природні угіддя (ліси) або розміщувати на них багаторічні насадження (сади, ягідники) при виконанні додаткових протиерозійних заходів (терасування, залуження міжрядь, відкосів). На схилових сіножатях та пасовищах потрібно організувати такий випас худоби, щоб не допускати пасовищної ерозії ґрунту, періодично проводити поверхневе або докорінне їх поліпшення залежно від стану травостою.

Структуру посівних площ у польових та інших типах ґрунтозахисних сівозмін слід розраховувати так, щоб забезпечувати як виробництво потрібної продукції, так і максимальний захист ґрунту від ерозії. Насичуючи сівозміни необхідними культурами, потрібно враховувати їх ґрунтозахисну здатність. Відносні показники останньої у відсотках наведено у табл. 6.18.

Таблиця 6.18. Ґрунтозахисна здатність сільськогосподарських культур

| Сільськогосподарська культура | Ґрунтозахисна здатність, % | Сільськогосподарська культура | Ґрунтозахисна здатність, % |
|---|----------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Багаторічні трави першого року використання | 92 | Горох, вика | 65 |
| | | Ярі зернові колосові | 50 |
| другого року використання | 97 | Кукурудза на зелений корм | 25 |
| третього року використання | 99 | Соняшник, кукурудза на зерно | 20 |
| Озимі зернові колосові | 70 | Картопля, буряки | 15 |

Така ґрунтозахисна здатність сільськогосподарських культур визначена щодо природних рослинних ландшафтів, протиерозійний захист яких вважають 100-відсотковим за умови повного вкриття території рослинністю, а також щодо чистих парів, за яких захист ґрунту від ерозії вважають нульовим.

Насичення сівозмін тими або іншими групами культур і розміщення їх на полях здійснюють залежно від розподілу орних земель за елементами рельєфу, крутизни схилів,

ступеня змитості ґрунту і небезпеки подальшого руйнування його ерозійними процесами. Для цього можна використовувати принципову схему зміни співвідношення між культурами в сівозмінах залежно від крутизни схилів.

Важливо також враховувати те, що ґрунтозахисна здатність культур у різні фази їх росту протягом вегетації неоднакова. Найефективніший захист ґрунту рослинами виявлятиметься тоді, коли найбільший розвиток їх надземної частини й кореневої системи припадає на період інтенсивного прояву ерозійних процесів (періоди випадання зливових дощів, сильних вітрів). Щоб якнайдовше поверхня ґрунту була під прикриттям добре розвиненої культурної рослинності, потрібно якнайповніше застосовувати проміжні посіви. Особливо це стосується ґрунтозахисних сівозмін.

Поряд із зазначеними особливостями організації території ерозійних небезпечних земель, освоєння сівозмін та розміщення культур на їх полях до організаційно-господарських можна віднести так звані *фітомеліоративні заходи*, а саме: врахування зональних особливостей при доборі культур у ґрунтозахисні сівозміни; встановлення оптимального співвідношення різних груп культур у сівозмінах з урахуванням ступеня еродованості ґрунту; контурну, перехресну або діагонально-перехресну сівбу культур на схилах; смугове розміщення культур у ґрунтозахисних сівозмінах; використання куліс на парових полях і буферних смуг на посівах просапних культур; використання післяжнивних, післяукісних та різних варіантів сумісних посівів і сидератів; застосування суцільного або смугового мульчування; контурне закладання багаторічних насаджень, залуження їх міжрядь, мульчування приштамбових смуг; освоєння ґрунтозахисних пасовищезмін на схилових землях; через смугове освоєння малопродуктивних схилів під посіви кормових культур; залуження підвідних і відвідних водотоків; проведення в оптимальні строки всіх польових робіт з урахуванням експозиції схилів і стану ґрунту.

До меліоративних заходів захисту ґрунту від ерозії можна віднести гідротехнічні роботи та ґрунтозахисні лісонасадження.

Гідротехнічні роботи виконують для затримання, розсіювання та підведення паводкових і зливових вод з метою зменшення концентрації й зниження швидкості їх поверхневого стоку на схилах. Для цього створюють різні *гідроспоруди* у вигляді розсіювачів стоку, лиманів у балках для затримання й наступного використання вод схилового стоку, терас різних типів, водовідвідних каналів для перехоплювання й відведення схилового стоку зливових і талих вод, схилових водоймищ із системою водопідвідних валів і канав для затримання й використання вод схилового стоку, водозатримувальних і водовідвідних валів та канав перед вершинами ярів, яружних гідроспоруд у вершинах та по дну ярів, гребель у ярах та балках. Виположені та засипані й вирівняні яри та балки використовують під посіви, а на землях із великою крутизною схилів проводять залуження або засаджують їх лісами або багаторічними плодовими насадженнями.

Як правило, усі перелічені гідротехнічні роботи безпосередньо спрямовані на боротьбу з водною ерозією. Однак, частково впливаючи на регулювання водного режиму ґрунту на схилових територіях, вони певною мірою відіграють позитивну роль і в захисті ґрунту від вітрової ерозії.

Ще більш різнобічне протиерозійне значення мають агролісомеліоративні заходи, засобом яких є *ґрунтозахисні лісонасадження*. За умов розчленованого рельєфу полезахисні лісосмуги розміщують на пологих схилах (до 2°), де вони знижують швидкість і силу вітру, регулюють (зрівноважують) сніговий покрив і сніготанення, сприяють зменшенню промерзання ґрунту, поліпшують його водно-фізичні та фізико-хімічні властивості, безпосередньо впливають на поверхневий стік і зменшують його ерозійний вплив на розміщені нижче схили.

Далі на крутіших схилах водозборів розміщують інші протиерозійні лісонасадження, а саме: водорегулювальні снігорозподільні дворядні лісосмуги вздовж водозатримувальних або водовідвідних валів на крутіших схилах; прибалочні лісосмуги уздовж бровок або суцільно заліснені схили балок; лісосмуги уздовж берегів, ярів; насадження на землях

яружного розмиву (на відкосах і на дні ярів); кольматажні насадження на водовідвідних тальвегах і днищах балок; чагарникові дво-трирядні куліси на схилових пасовищах, у садах і виноградниках; лісові насадження навколо водоймищ; смугові, масивами, куртинні та алейні насадження вздовж берегів і на заплавах річок; захисні насадження вздовж берегів водосховищ; смугові, куртинні та насадження масивами на гірських схилах. Особливу захисну роль відіграють снігорозподільні лісосмуги на вододілах і вододільних плато.

Протиерозійне значення мають і такі *меліоративні заходи*, як зрошення, вапнування кислих і гіпсування засолених ґрунтів. Зволожений ґрунт завжди стійкий проти вітрової ерозії, тому своєчасним зрошенням можна запобігти його руйнуванню навіть сильним вітром. Збагачення ґрунтового вбирного комплексу на кальцій при вапнуванні й гіпсуванні сприяє кращому оструктуренню ґрунту, поліпшенню фізичних і водно-фізичних властивостей (збільшенню водопроникності й вологоємності, зниженню здатності до набування, запливання), а відповідно підвищенню стійкості як проти водної, так і вітрової ерозії.

Розглянуті організаційно-господарські та меліоративні заходи мають загальне ґрунтозахисне значення, їх застосовують здебільшого як профілактичні для запобігання розвитку й посиленню ерозійних процесів усіх видів на схилових землях різної крутизни.

Захист ґрунту від ерозії на основі контурно-меліоративної організації території. Найнадійніший захист ґрунту від ерозії забезпечує застосування всіх груп заходів у єдиному комплексі, де вони взаємно доповнюють і підсилюють ґрунтозахисну дію кожного. На орних землях, що розміщуються на схилах, застосовують переважно заходи протиерозійного обробітку ґрунту. За прямолінійної організації території, коли межі полів сівозмін не проходять по горизонталях, а перетинають їх під різними кутами, не забезпечується достатнє зменшення чи припинення руйнівного стоку талих та зливових вод. Найбільше це спостерігається на територіях із сильно пересіченим рельєфом у разі розміщення полів на складних схилах із багатьма улоговинами, балками тощо.

За таких умов необхідно комплексно вирішувати питання боротьби з ерозійними процесами, запроваджуючи ґрунтозахисну контурно-меліоративну організацію всієї території землекористування. При цьому структура земельних угідь і посівних площ, сівозмінні масиви, поля й робочі ділянки органічно вписуються у структуру природних ландшафтів шляхом поєднання або узгодження штучних лінійних рубежів із природними.

Ґрунтозахисна система землеробства на основі контурно-меліоративної організації території включає такі елементи: раціональну структуру земельних угідь і посівних площ сільськогосподарських культур; розміщення сівозмінних масивів з прив'язкою до структури конкретного природного ландшафту; розміщення полів у сівозмінних масивах і робочих ділянок залежно від рельєфу; ґрунтозахисний обробіток ґрунту відповідно до рельєфу, кліматичних умов і вирощуваних культур; меліоративні та культуртехнічні заходи (протиерозійні гідротехнічні споруди, вирівнювання поверхні полів, виположування ярів, розмивів); раціональне розміщення системи лісових насаджень (полезахисні, водорегулювальні, прияружні й прибалкові лісові смуги, суцільне й куртинне обліснення крутих схилів, мулофільтри); поверхневе та докорінне поліпшення природних кормових угідь, сінокісно-пасовищні сівозміни, культурні пасовища тощо; раціональне розміщення лінійних рубежів (доріг, меж землекористування, сівозмін, тіолів, робочих ділянок) з максимальною прив'язкою до горизонталей, елементів рельєфу та меж угідь. Усі ці елементи в комплексі створюють ерозійно-стійкий культурний агроландшафт.

Система такого ґрунтозахисного землеробства передбачає диференційоване використання земельних масивів залежно від їх розміщення на елементах рельєфу.

Усі земельні масиви залежно від крутизни схилів, дії на них ерозійних процесів та еродованості ґрунту діляться на три еколого-технологічні групи.

Перша група включає більш рівнинну частину земель — плато і схили крутизною до 3°. Тут розмішують зерно-просапні сівозміни, які максимально можливо насичують просапними, а також іншими культурами, що характеризуються порівняно малою ґрунтозахисною здатністю. Ці культури вирощують за будь-якими технологіями.

До другої еколого-технологічної групи належать землі, розміщені на схилах від 3 до 7°, де переважає слабозмитий ґрунтовий покрив. Тут розміщують переважно ґрунтозахисні зерно-трав'яні чи трав'яно-зернові сівозміни із застосуванням ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Для диференціювання інтенсивності й щільності застосування протиерозійних, зокрема агротехнічних заходів, коригування насиченості травами чи зерновими культурами ґрунтозахисних сівозмін землі другої групи також розділяють на *технологічні підгрупи*:

2а — схили від 3 до 5° без наявності улоговин;

2б — схили від 5 до 7°, а також від 3 до 5° з наявністю улоговин.

Землі *третьої еколого-технологічної групи* — це схили крутизною понад 7°. Вони перебувають під постійним залуженням травами й використовуються як сінокоси й пасовища з регульованим випасом худоби, а сильно еродовані ділянки заліснюють. При культурному залуженні бобово-злакові травосуміші змінюють через 5 — 6 років смуговим обробітком ґрунту і сівбою нових трав. Дуже круті схили (понад 20°), крім заліснення, після терасування доцільно використовувати також під плодові та кущові ягідні насадження.

Така система використання земель на рівнинах і схилах різної крутизни супроводжується певними агротехнічними особливостями при вирощуванні різних груп культур. У зерно-просапних сівозмінах на землях першої групи потрібно на 40 — 50 % збільшувати рекомендовані зональні норми органічних добрив для компенсації інтенсивної мінералізації гумусу під просапними культурами. При цьому можна зменшувати їх внесення у ґрунтозахисних сівозмінах, насичених багаторічними травами на землях другої групи.

Контурно-меліоративна організація території також включає цілу систему гідротехнічних споруд і заходів. Зазначені еколого-технологічні групи земель розділяють рубежами першого порядку (див. рис. 5). Це водорегулювальні вали або вали-дороги з лісосмугами на нижньому краю, їх проектують так, щоб виключити перелив або розрив водозатримувального вала за будь-якого паводку. Іноді паралельно створюють рубезі другого порядку, які забезпечують зменшення водозбірної площі щодо рубезів першого порядку. На односторонніх простих схилах усі рубезі розміщують прямолінійно з відхиленнями, що не перевищують 5°, а в районах з надмірним зволоженням — під кутом 5 - 10° до горизонталей. На розсіювальних і збиральних складних схилах їх розміщують переважно по контуру.

Якщо рубезі першого й другого порядків недостатньо зменшують поверхневий стік та не гасять його швидкість, то проектують рубезі третього порядку.

Вершини ярів і вимоїн відсікають водозатримувальними й відвідними валами. А далі проводять виположування ярів і засипання та вирівнювання вимоїн. У великих ярах, які не можна виположити, насаджують ліс та кущову рослинність, щоб закріпити їх береги.

Контрольні питання

1. Які Ви знаєте види й форми ерозії. 2. Яка відмінність між ерозією й дефляцією? 3. Яка природа ерозійних процесів? Які її наслідки? 4. Як формується водний стік, що викликає водну ерозію? 5. Охарактеризуйте фактори що викликають водну ерозію. 6. Охарактеризуйте фактори, що формують вітрову ерозію. 7. Назвіть основні принципи формування протиерозійного захисту. 8. Які споруди влаштовують для попередження площинної й лінійної водної ерозії ґрунту? Які області їхнього застосування, основні конструктивні особливості? 9. Як обробляють ґрунти під сільськогосподарськими культурами на схилах різної крутизни? 10. Заходи запобігання прояву водної ерозії. 11. Заходи запобігання прояву вітрової ерозії. 12. Що Ви знаєте про захист ґрунтів від ерозії на основі контурно-меліоративної організації території?

Розділ 7. СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Система землеробства – вища форма вираження накопичених наукових знань суспільства (народу), зведених у єдине ціле – систему.

7.1. Розвиток наукових основ про системи землеробства

З метою одержання великої кількості рослинницької продукції хлібороб із давніх-давен застосовував різні прийоми, способи, підходи як у вирощуванні культур, так і у використанні землі, що в скороченому вигляді визначає систему землеробства.

Початок ученню про землеробство було викладено в кінці XVIII століття Т.А. Болотовим і І.М. Комовим.

З праці видатного вченого А. В. Советова (1826-1901) “Про системи землеробства” (1867) під системами землеробства варто розуміти «різні форми, у яких виражається той або інший спосіб землеробства”. У цій роботі автор уперше **висловив уявлення про історичну зміну й класифікацію систем землеробства, показав їх значення й застеріг від механічного перенесення досвіду ведення господарства Західної Європи на терени Росії.**

І. А. Стебут уніс великий вклад у розвиток теорії й практики диференційованої агротехніки й організації сільського господарства з обліком місцевих ґрунтово-кліматичних і економічних умов. Він вважав, що для посушливих степових районів потрібні інші системи землеробства, ніж для районів достатнього зволоження.

Наприкінці XIX століття учені Росії залучилися до проблеми боротьби з посухою, особливо після дуже сухих 1873 і 1875 рр. В. В. Докучаєв у праці «Наші степи колись і тепер», що вийшла у 1892 р., запропонував комплекс заходів боротьби з посухою, вітровою й водною ерозією ґрунтів, які потім сам здійснив у Кам'яному степу Воронезької губернії. Через рік А. А. Ізмаїльський опублікував невелику, але дуже коштовну книгу «Як висохнув наш степ» і одержав високу оцінку агрономічної громадськості.

Інтенсивний плужний обробіток в ряді країн призвів до розпилення, а потім до виникнення вітрової й водної ерозії ґрунту. Так, у 30-х роках у США згубний процес вітрової ерозії охопив площу — понад 40 млн. га. Потім це ж повторилося в Канаді й у ряді місць на інших континентах.

Д. І. Менделєєв у 1880 р. писав: **«Якщо, наприклад, прикрити ґрунт листям, або соломкою взагалі чим би, то не було затінити і дати йому спокійно полежати якийсь час, то він і без усякої оранки досягне зрілості».**

І. Е. Овсинський у 1899 р. видав книгу «Нова система землеробства», у якій критикував оранку і замість неї пропонував дрібну обробку, при якій, на його думку, у ґрунті краще накопичується й зберігається волога, а посіви борються з посухою. Ці методи обробітку ґрунту протягом п'яти років перевірялися на Полтавській і двох років — на Плотянській дослідній станціях, але не одержали експериментального підтвердження й офіційної підтримки. Знову позитивно заговорили про цю систему через піввіку після виходу книги Фолкнера «Божевілля орача» і у зв'язку з роботами рільника колгоспу «Завіти Леніна» Курганської області Т. С. Мальцева.

Першим ученим, що порушив питання про широке застосування науки в розвитку сільського господарства, був К. А. Тімірязєв (1843—1920). Будучи великим дослідником в області природничих наук, він вважав **основною задачею землеробства глибоке вивчення вимог рослин до умов живлення та розроблення й застосування селянами прийомів максимального їх задоволення.** Він призивав трудівників сільського господарства «виростити два колоски там, де колись ріс один».

Класичні праці К. А. Тімірязєва з фотосинтезу й фізіології рослин розкрили потенційні продуктивні можливості сільськогосподарських культур, заклавши наукові основи сучасного програмованого вирощування врожаїв.

Всесвітньо відомі роботи М. І. Вавилова (1887—1943) про перші вогнища найдавнішого землеробства (Вчення про походження культурних рослин після Дарвіна. 1940 р.).

Дослідження археологів і палеоботаніків підтвердили концепцію М. І. Вавилова про центри зародження землеробства. Він вважав, що існували первинні й вторинні вогнища вирощування рослин. До первинних культур він відносив пшеницю, ячмінь, кукурудзу, сою, льон, бавовник, до вторинних — рослини, що ввійшли в культуру з бур'янів, що засмічували первинні основні культури. Це — жито, овес, гірчиця й ін. **Роботи М. І. Вавилова дозволили установити «шляхи зерна» за межі первісних ареалів, виявити їхні географічні розходження, особливості адаптації й мінливості рослин стосовно до нових умов, гібридизації їх із родичами й бур'янами.**

Видатний внесок у розвиток землеробства й агрохімії вніс Д. Н. Прянішников (1865—1948), який розробив теорію живлення рослин і методів підвищення родючості ґрунтів, особливо шляхом широкого застосування мінеральних добрив.

Значний вклад у розвиток теорії й практики землеробства вніс В. Р. Вільямс (1863—1939). Ним були вивчені ґрунтоутворювальний процес, закономірності розвитку родючості ґрунту, роль у цьому багаторічних трав і міцної дрібно-грудкуватої структури. Велика заслуга В. Р. Вільямса в тому, що він перший сформулював закон незамінності й рівнозначності факторів життя рослин, який має велике значення в землеробстві. **Своїм головним досягненням він вважав розробку основ травопільної системи землеробства.**

Значний внесок у розвиток наукової агрономії й дослідної справи вніс А. Г. Дояренко (1874—1958). Його дослідження про фактори життя рослин і їхні взаємозв'язки, вплив на них різних агрозаходів, використанні рослинами сонячної енергії, радіоактивності ґрунту і його біологічної діяльності, про бур'яни й заходи боротьби з ними зіграли важливу роль у розвитку й удосконалюванні землеробства.

Наприкінці 1950-х років ряд учених виступили з пропагандою повсюдного застосування просапної системи землеробства замість травопільної системи, яка не виправдала себе. Пріоритет у новій системі віддавався таким інтенсивним просапним культурам, як кукурудза, кормові боби й цукровий буряк. Під них виділяли майже всі наявні органічні й мінеральні добрива. Досвід показав, що просапну систему землеробства, так само як і травопільну, не можна застосовувати шаблонно у всіх природних зонах.

Наприкінці 1940-х — початку 1950-х Т. С. Мальцев виступив з ідеєю **про заміну оранки безполицевим обробітком ґрунту**. Як головний аргумент він висунув положення про те, що однорічні рослини за їхніми властивостями за певних умов можуть збагачувати ґрунт органічною речовиною — перегноем, можуть створювати структуру ґрунту й, отже, підвищувати її ефективну родючість.

Що стосується щорічної оранки ґрунту з винесенням на поверхню шару, що приводить до різкої зміни умов життєдіяльності мікроорганізмів убік посилення аеробних процесів, які ведуть до руйнування структури й зниження ґрунтової родючості, то, на думку Т. С. Мальцева, вона **«є неусвідомленою спробою змінити або скасувати цей закон природи»**.

На початку 60-х років академік А. І. Бараєв сформулював концепцію принципово нового ґрунтозахисного землеробства для районів освоєння цілинних земель. Основна суть її полягала в заміні оранки плоскоріжучим обробітком із збереженням на поверхні ґрунту стерні, уведенні замість багатопільних сівозмін із травами сівозмін короткої ротації з чистими парами. Для цих цілей були розроблені спеціальний комплекс протиерозійної техніки і нова технологія обробітку ярих і інших культур.

Під сучасним землеробством розуміють високорозвинене, інтенсивне продуктивне, стійке, ґрунтозахисне, екологічно обґрунтоване й економічно ефективно виробництво, здатне забезпечувати прогресивний ріст високоякісної продукції у будь-який рік при раціональному використанні землі, наявних ресурсів і розширеному відтворенні ґрунтової родючості.

7.2. Фактори еволюції й класифікація систем землеробства

Розвиток і формування систем землеробства визначалися наступними найважливішими рушійними факторами: 1) природно-кліматичні умови території; 2) сформовані соціально-економічні відносини в суспільстві; 3) стан науки й техніки й рівень їхнього впливу на виробничі відносини в суспільстві. Звідси випливає, що, в будь-якому регіоні або навіть господарстві не може бути однієї єдиної системи землеробства. Ось чому раніше й тепер на території України, як і інших країн, існують різні системи землеробства.

Усі системи землеробства за використання й впливом на землю характеризуються наступними ознаками: 1) співвідношення видів земельних угідь (рілля, лук, ліс) на даній території; 2) структура посівних площ за групами (видами) культур і парових полів; 3) спосіб підтримання й відновлення родючості ґрунту, що відповідає природним умовам, суспільним і виробничим відносинам. На основі розглянутих ознак усі окремі види систем землеробства групують й класифікують в такий спосіб (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Класифікація систем землеробства (за А.М Туліковим, 2002)

| Типи | Види | Спосіб використання землі | Спосіб підвищення родючості ґрунту |
|--------------------|---|--|---|
| Примітивні (ранні) | Підсічно-вогнева, лісопильна, перелогова | В обробці лише незначна частина орнопридатної землі. Панують зернові культури | Природні процеси ґрунтоутворення |
| Екстенсивні | Парова, багатопільна трав'яна | Велика частина орнопридатних земель розорані. Під зерновими більше половини площі і менша частина під паром. У зволжених районах багаторічні трави займають велику площу ріллі, а зернові – ту, що залишилася. | Природні процеси й діяльність людини в процесі обробки, внесення органічних добрив і посіву багаторічних трав |
| Перехідні | Поліпшена зернова, травопільна | Практично всі орнопридатні землі розорані. Переважають зернові й посіви багаторічних трав, просапні й пари | Природні процеси, керовані людиною (посилення обробки, внесення мінеральних добрив, посів багаторічних трав і .п.) |
| Інтенсивні | Плодозмінна, зерно-просапна, зерно-трав'яна, просапна, промислово-заводська й ін. | Усі орнопридатні землі в обороті. Розширені посіви просапних і технічних культур. Створення культурних пасовищ | Родючість регулюється діяльністю людини (механізація, хімізація, меліорація земель, застосування пестицидів і т.п.) |

З агрономічної точки зору під системою землеробства розуміють комплекс взаємозалежних агротехнічних, меліоративних і організаційних заходів, спрямованих на ефективне використання землі й інших ресурсів, збереження й підвищення родючості ґрунту, одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур.

Відмінна риса сучасних систем землеробства — широке застосування новітніх досягнень науки й техніки — хімізації, меліорації, комплексної механізації, селекції, інтенсивних технологій із програмованим вирощуванням врожаїв сільськогосподарських культур, прогресивних форм землекористування й організації праці, що виключають знецінювання землі.

7.2.1. Примітивні системи землеробства

Примітивні (древні) системи землеробства (підсічно-вогнева, лісопильна, заліжна, перелогова) відповідали вкрай низькому рівню розвитку продуктивних сил суспільства: первіснообщинним, рабовласницьким і феодальним виробничим відносинам. У ці періоди

людство мало у своєму розпорядженні великі площі вільних земель, і в міру втрати родючості на розораних ділянках хлібороб їх закидав і розорював нові ділянки (не більше 25 %). Закинуті площі біологічним шляхом унаслідок дії природних сил (клімату, рослинності, мікроорганізмів і ін.) протягом декількох десятиліть відновлювали родючість ґрунту.

У лісових районах при *підсічно-вогневій системі* спалювання лісу забезпечувало добривом ґрунти (фосфором, калієм, кальцієм і іншими зольними елементами), стерилізацію ґрунту від шкідників і збудників хвороб, мінералізацію органічної речовини ґрунту. На своєму власному досвіді хлібороб переконувався, що на таких ділянках зернові, льон і інші культури ростуть і дають врожаї тільки протягом декількох років. Потім ґрунт утрачав сприятливі властивості, сильно засмічувався й врожаї оброблюваних культур різко знижувалися. Хлібороб переходив на нові ділянки, а старі знову заростали трав'янистою рослинністю або лісом.

На зміну підсічно-вогневій поступово *прийшла лісопилна система землеробства*, в основі якої лежить чергування посівів однолітніх рослин із лісом. В даний час ці системи відроджуються на новій основі за назвою «біологічна», «альтернативна», замість інтенсивних із широким застосуванням засобів хімізації. З розвитком тваринництва з'являється можливість продовжити час використання відвойованої у лісу ріллі завдяки внесенню в ґрунт гною. Однак епізодичне внесення органічних добрив невеликими дозами не могло забезпечити збереження і тим більше підвищення родючості ґрунту.

У степових районах із потенційно родючими чорноземними ґрунтами використовувалися *заліжна й перелогова система землеробства*, що теж можна віднести до примітивних «біологічних систем». Сутність цих систем складалася у відтворенні родючості ґрунту за допомогою різної трав'янистої рослинності. Унаслідок більш високої природної родючості ґрунтів степової зони й ефективної ролі багаторічної й іншої трав'янистої рослинності у відтворенні родючості період для поліпшення ґрунту в порівнянні з лісовою рослинністю значно менший. Посіви робили 6—8, іноді 10 років, а потім після виснаження й засмічення ґрунту ділянку закидали в поклад на 25—30 років. *Перелогова система землеробства застосовувалася до приватної власності на землю.*

Ранні системи землеробства в цілому характеризуються низькими показниками використання землі під рілля і її продуктивністю, украй повільним і тривалим періодом відновлення родючості ґрунту за рахунок використання природних факторів, високими витратами праці на одиницю врожаю.

7.2.2. Екстенсивні системи землеробства

Прийшли на зміну примітивним системам. Вони були кроком уперед і дозволили в кілька разів (3—4) розширити площі під посівом зернових культур, підвищити інтенсивність використання землі і збільшити виробництво зерна.

При цій системі створювалися гарні умови для застосування гною, боротьби з бур'янами, нагромадження в ґрунті вологи, поживних речовин. Усе це дозволяло більш стійко вести рільництво, особливо в посушливі роки.

Для *парової системи землеробства характерні сівозміни*: двопільна - пар - зернові; трипільна - пар - зернові - зернові; чотирьопільна - пар - зернові - зернові - зернові.

При усіх позитивних сторонах парової системи землеробства, вона не створювала умов для розвитку тваринництва, оскільки кормові культури не були введені в сівозміну. Через оранку природних кормових угідь худобу випасали на парових полях, що різко знижувало їхню ефективність. Парова система землеробства панувала в Росії аж до Великої Жовтневої соціалістичної революції.

У сучасних умовах парова система землеробства розвинула зерно-парову ґрунтозахисну і їх широко застосовують у Сибірі, Північному Казахстані, Заураллі, Поволжі й ряді інших районів.

Багатопільно-трав'яна система землеробства. Ця система з'явилася з розвитком парової системи в приморських і гірських країнах, де випадає багато опадів і добре розвинене тваринництво (Німеччина, Швеція, Нідерланди).

При цій системі більше половини всієї площі орнопридатної землі виділялося під луги й випаси, причому природні кормові угіддя замінялися поліпшеними з посівом багаторічних трав. Прикладом сівозміни багатопільно-трав'яної системи землеробства може служити сівозміна А. Н. Енгельгардта в його маєтку Батіщево Смоленської області: 1—6 — багаторічні трави; 7 — льон; 8 — пар; 9 — озиме жито; 10 — ярові; 11 — пар; 12 — озиме жито; 13 — ярові; 14 — пар; 15 — озиме жито.

Найважливіші умови застосування багатопільно-трав'яних систем — достатня вологість, багатоземельний малонаселений характер району, добре поставлене насінництво багаторічних трав.

Високе насичення сівозмін багаторічними травами створює сприятливі умови для підвищення родючості ґрунту за рахунок нагромадження рослинами органічної речовини, поліпшення поживного режиму ґрунту і його фітосанітарного стану. Разом із тим у багатопільно-трав'яній системі, як і при паровій системі землеробства, родючість ґрунту відновлюється винятково за рахунок природних факторів. Використання добрив і інших промислових засобів впливу на ґрунт було вкрай обмежене.

У країнах і районах із більш континентальним кліматом багатопільно-трав'яна система не знайшла широкого застосування.

7.2.3. Перехідні системи землеробства

Поліпшені зернові системи землеробства. Виникли в результаті удосконалювання парової й багатопільно-трав'яної систем землеробства. У першому випадку прикладом може служити зернове трипільля, доповнене полем багаторічних трав: 1 - пар; 2 - озимі з підсівом конюшини; 3 - конюшина; 4 - ярові зернові або 1 - пар; 2 - озимі з підсівом конюшини з тимофіївкою; 3, 4 - конюшина з тимофіївкою; 5 - ярові зернові; 6 - пар; 7 - озимі; 8 - ярові зернові.

Багатопільно-трав'яна система переходила в поліпшену зернову за рахунок скорочення площі під багаторічними травами при відповідному збільшенні посівів під зерновими культурами.

Поліпшена зернова система землеробства цілком або частково широко використовувалася в землеробстві зони Полісся й Лісостепу. Паровий обробіток ґрунту, травосіяння й удобрення ґрунту забезпечували значний ріст продуктивності землеробства. Надалі при удосконалюванні поліпшеної зернової системи чисті пари поступово замінялися зайнятими. Крім того, у сівозміні почали вводити просапні культури. У сучасних умовах варіант поліпшеної зернової системи — паропросапна система - широко застосовується в зернових районах європейської частини Росії, Сибіру й Північного Казахстану, України. Прикладом таких сівозмін можуть вважатися наступні сполучення культур: 1 - пар; 2 - озимі; 3 - картопля; 4 - ярові зернові або 1 - пар; 2 - ярові; 3 - ярові; 4 - кукурудза на силос; 5 - пшениця; 6 - овес.

Варіант подальшого удосконалювання поліпшеної зернової системи — **сидеральна система землеробства**, при якій чистий пар заміняється сидеральним. З метою відновлення родючості ґрунту сидерати цілком заорюють. Цю систему землеробства застосовували в районах із великою кількістю опадів і на малородючих легких ґрунтах.

Травопільна система землеробства. Обґрунтована й запропонована академіком В. Р. Вільямсом. Об'єднавши поліпшену зернову й багатопільно-трав'яну сівозміни воєдино, він рекомендував до застосування 2 сівозміни: польову й лугову. **Польова сівозміна** включала два парових трипільля і 2—4 поля багаторічних трав. У **лучну сівозміну** були введені однолітні польові культури, що дозволило підвищити його продуктивність. У результаті в

районах достатнього зволоження створювалися умови для розвитку тваринництва, більшого виходу гною і відповідно росту врожаїв у польовій зерно-трав'яній сівозміні.

В. Р. Вільямс головним інтегральним фактором родючості ґрунту вважав його дрібно-грудкувату структуру. Відповідно до цієї концепції роль багаторічних бобових і злакових трав у сівозміні зводилася насамперед до створення міцної дрібно-грудкуватої структури ґрунту. Структурний стан ґрунту, створений багаторічними травами, за Вільямсом, повинен використовуватися винятково під ярові зернові культури, у той же час розміщення озимих зернових і просапних культур вважалось неприпустимим.

У *травопільній системі землеробства* знайшли також відображення наступні ланки: системи обробітку ґрунту, добрива, захист рослин від бур'янів, шкідників і збудників хвороб, меліоративні заходи й насінництво.

Головний недолік травопільної системи землеробства полягав у тому, що вона не враховувала всього різноманіття ґрунтово-кліматичних умов різних природних зон країни, на практиці це призвело до шаблону. Крім того, була недооцінена роль мінеральних добрив у підвищенні врожаїв.

Плодозмінна система землеробства. Представляє тип інтенсивної системи, при якій обробіток культур і відтворення родючості ґрунту здійснюються інтенсивними методами (добрива, агротехніка). *До найважливіших ознак плодозмінної системи землеробства відносяться:* оранка природних кормових угідь і перетворення їх у рілля; обробіток інтенсивних кормових культур у сівозміні; заміна чистого пару зайнятим із переважним культивуванням у них бобових трав; обов'язкове чергування зернових із бобовими й просапними культурами.

Класичним прикладом плодозмінної сівозміни є норфольське чотирипілля: 1 – озима пшениця; 2 – кормові коренеплоди; 3 – ячмінь із підсівом конюшини, 4 – конюшина. У цій сівозміні 50 % площі зайнято зерновими культурами, а інші 50 % використовують - під бобові й коренеплоди.

Плодозмінна система землеробства знайшла широке застосування і зіграла прогресивну роль у країнах Західної Європи. Вона дозволила різко підвищити врожайність сільськогосподарських культур і поліпшити використання землі. Перехід до цієї системи дозволив перейти від чисто зернового господарства до зерно-тваринницького з вирощуванням технічних (цукровий буряк, картопля) і інших просапних культур.

У дореволюційній Росії плодозмінну систему землеробства застосовували лише в окремих, найбільш розвинутих поміщицьких господарствах.

Промислово-заводська (просапна) система землеробства. Це найбільш інтенсивна й енергоємна система. Більше 50 % ріллі в сівозмінах у ній приділяється під інтенсивні просапні культури, що вимагають застосування великих доз органічних (50—60 т/га) і мінеральних (до 1,0 т/га) добрив, гербіцидів і інших засобів хімізації, доброї вологозарядки ґрунту. У дореволюційній Росії через її технічну відсталість промислово-заводська система землеробства була ще менш поширена, ніж плодозмінна.

7.2.4. Сучасні інтенсивні системи землеробства

В межах України нині застосовуються наступні системи землеробства.

Зерно-парова система землеробства. При цій системі в посівах на ріллі переважають зернові продовольчі (озима пшениця, яра пшениця, жито) і фуражні (ячмінь, овес і ін.) культури. Значні площі (від 5 до 25 %) відводять під чисті пари. Дана система забезпечує високий вихід зерна з 1 га сівозміни площі. Родючість ґрунту підтримується й підвищується при використанні органічних і мінеральних добрив, ґрунтозахисних заходів (розміщення пару смугами і т.д.), волого накопичення й очищення від бур'янів у парі, при відповідному обробітку ґрунту. Одержала широке поширення в зернових посушливих районах.

Зерно-просапна система землеробства. Зернові, а також просапні культури в цій системі займають основну частину ріллі. Вона більш інтенсивна, ніж парова, забезпечує найбільший вихід рослинницької продукції з 1 га площі сівозміни, але супроводжується високим виносом поживних речовин із ґрунту. Родючість ґрунту підтримується за рахунок внесення високих доз органічних і мінеральних добрив, а також обробітку ґрунту. У зв'язку з відсутністю в сівозмінах чистого пару необхідно застосовувати гербіциди.

Зерно-паропросапна система землеробства. Велику частину ріллі в цій системі займають зерновими, просапними культурами, чистим паром. За інтенсивністю вона уступає зерно-просапній, але є вищою за зерно-парову. Забезпечує високий вихід зерна, кормів і іншої продукції з 1 га площі. Винос поживних речовин із ґрунту високий. Для підтримки й підвищення родючості ґрунту має потребу в застосуванні високих доз органічних і мінеральних добрив, ґрунтозахисних заходів. У зв'язку з наявністю в сівозмінах чистого пару менш ніж зерно-просапна, вимагає застосування пестицидів. Широко використовують її у господарствах зерно-тваринницького напрямку на півдні України.

Зерно-грав'яна система землеробства. Не менше половини площі ріллі при даній системі займають зернові продовольчі й фуражні культури в сполученні з посівом трав. Чисті пари відсутні. Забезпечує середній вихід зерна з 1 га площі і гарний, із високим умістом протеїну вихід соковитих і грубих (сіна) кормів. У посушливих районах через недолік вологи може значно знижувати продуктивність. Володіє високою ґрунтозахисною здатністю за рахунок посівів багаторічних трав і зернових суцільного висіву. При введенні в сівозміни чистих парів продуктивність підвищується. Відтворення родючості забезпечується вирощуванням трав, особливо багаторічних, застосуванням органічних і мінеральних добрив. Поширена в більш зволоженій лісостеповій і лісовій зонах з опадами 450—700 мм у рік у господарствах із розвиненим тваринництвом.

Плодозмінна система землеробства. У системі зернові займають не більше половини площі ріллі, а на іншій – вирощують просапні і бобові культури. Забезпечує високий вихід рослинницької продукції з 1 га площі сівозміни. Супроводжується високим виносом поживних речовин із ґрунту. Має потребу у великих дозах органічних і мінеральних добрив, пестицидах. Родючість ґрунту підтримується й підвищується — чергуванням зернових, бобових і просапних культур, застосуванням добрив і ґрунтозахисних заходів. Поширена в господарствах, у лісостеповій смузі і на зрошуваних землях.

Просапна (промислово-заводська) система землеробства. Велику частину ріллі займають інтенсивні просапні культурами (кукурудза на зерно, цукровий буряк, соняшник і ін.). Крім того, застосовують посіви повторних і проміжних культур. Супроводжується дуже великим виносом поживних речовин і фізичних навантажень (ущільнення, розпилення) на ґрунт у зв'язку з інтенсивною обробкою. Родючість ґрунту підтримується й підвищується застосуванням великих доз органічних і мінеральних добрив. Для успішної боротьби з бур'янами, збудниками хвороб і шкідниками необхідні пестициди. Поширена на півдні України в господарствах, що вирощують високо інтенсивні просапні культури (соя, цукровий буряк, соняшник, ріцина, кукурудза на зерно).

Сидеральна система землеробства. Поширена в господарствах із переважанням піщаних ґрунтів і широким використанням у сівозмінах сидеральних культур (люпин, середела).

Ґрунтозахисна зерно-кормова система землеробства. Характеризується високою питомою вагою багаторічних трав і зернових суцільного посіву у сівозмінах (80-90 %), розміщення культур смугами, широко застосовуються ґрунтозахисні агротехнічні й інші заходи (агролісомеліоративні, гідротехнічні споруди). Сучасні системи землеробства характеризуються варіюванням інтенсивності використання орнопридатних земель: від інтенсивних до перехідних. Однак вони не витісняють, а гармонізують природні процеси в підвищенні родючості ґрунтів з активним і контрольованим впливом людини на ґрунт і польові рослини. Це виражається в безпечному використанні засобів механізації, хімізації, захисту рослин, ґрунтозахисних заходів, обмеженні антиекологічних факторів, посиленні ролі природної флори й фауни в збереженні екологічного балансу на території і т.п.

7.2.5. Зональні, адаптивні-ландшафтні й альтернативні системи землеробства

Із сучасних систем землеробства трохи докладніше розглянемо *зональні, адаптивні-ландшафтні й альтернативні системи*.

На відміну від тих, що існували (перехідні, інтенсивні) *зональні* системи характеризуються наступними особливостями. При їхній розробці в увагу приймали: місцеві (а не регіональні) ґрунтово-кліматичні умови, економічний стан господарства, особливості організації виробництва, стан матеріально-технічної бази й інші особливості. При цьому в зональні (іноді їх ще називають природно-господарськими) системи землеробства включалися раніше відсутні в інших системах ланки (елементи): 1) високоякісне й своєчасне виконання всіх агротехнічних заходів; 2) система підготовки насінного і посадкового матеріалу; 3) використання біометодів у боротьбі зі шкідливими організмами; 4) освоєння інтенсивних технологій обробітку культур і деякі інші.

Адаптивно-ландшафтні (або агроландшафтні) системи землеробства в методологічному аспекті базуються на структурно-функціональній і агроекологічній типології ландшафтів із метою диференціації землеробства відповідно до ресурсного потенціалу території й узгодження його з адаптивним потенціалом сільськогосподарських рослин. Така погоджена й взаємообумовлена взаємодія цих об'єктів трансформує агроландшафт у природно-економічну категорію до рівня агроекосистеми.

А для її безперервного й ефективного функціонування обов'язкові ще й визначені екологічні обмеження, нормовані до конкретної ситуації з обліком усіх її аспектів.

Альтернативні системи землеробства більш помітно стали появлятися на початку 80-х років ХХ ст. у Західній Європі (уперше позначилися наприкінці минулого століття в Росії), коли могутній техногенний і хімічний вплив підсилював деградацію ґрунтів і швидку втрату ними родючості. Сутність цих систем землеробства, що мають різні назви (*органічна, біологічна, зелена, динамічна*), полягає в більш широкому використанні природних процесів у підвищенні родючості ґрунтів (посів багаторічних в тому числі бобових трав, використання сидератів, залишення частини ріллі в поклад), скорочення механічного впливу на ґрунт (у т. ч. мінімальний обробіток ґрунту), використання біологічних і агрофітоценотичних заходів у боротьбі зі шкідливими організмами, використання органічних добрив, або обмеження навіть повне відмовлення від мінеральних добрив, пестицидів і т.п.

Не можна планувати ці системи землеробства тільки на використанні одного перегною. При дефіциті головних елементів живлення - калію, фосфору й азоту, невірної складеній сівозміні, нерівномірному й несвоєчасному внесенні органічних добрив або постійному застосуванні одних і тих самих способів обробітку ґрунту його родючість не зросте.

При застосуванні цих систем землеробства вирішальний вплив на величину й якість урожаю здійснюють наступні фактори: 1) Переведення азоту повітря у рослинний білок, який здійснюється через вирощування бобових культур, специфічних ґрунтових бактерій або ціанофітів, а не шляхом хемосинтезу азотних добрив (NH_4 , NO_3); 2) Спушування й структурування ґрунту корінням рослин, дрібними тваринами, що живуть у ґрунті і мікроорганізмами, а не за допомогою знарядь і механізмів при величезних затратах енергії; 3) В основному біологічне контролювання бур'янів, хвороб, шкідників правильним чергуванням культур у сівозміні, виборі видів і сортів стосовно до конкретних умов і методів активізації природних ворогів шкідників, а не за рахунок внесення хімічних засобів захисту рослин (біоцидів – гербіцидів, інсектицидів, нематоцидів, фунгіцидів, акарицидів і т. д.).

Відмова від застосування пестицидів – прямий шлях до захисту навколишнього середовища від подальшого забруднення, й покращення внутрішньої якості продуктів харчування (але не завжди товарного вигляду, бо хвороби й шкідники уражають плоди й овочі з поверхні).

Необхідно відмітити, що біолого-динамічний напрямок землеробства базується на "Курсі сільського господарства" Рудольфа Штайнера, де розглядаються проблеми в цілому, тобто не тільки сільського господарства, але й людини в навколишньому світі аж до впливу

космосу на людину, рослини, тварини на сільське господарство й суспільство. Однак спостереження за розміщенням зірок при призначенні дати й проведенні сівби або обробітку ґрунту, отримання препаратів із рослин, їх зберігання у спеціальній посуді і застосування їх для контролю шкідників, вимагають великого числа добре підготовлених консультантів.

На відміну від біолого-динамічного напрямку орґано-мінеральний напрямок землеробства відмовляється від астрологічних дат сівби й обробітку ґрунту та застосування рослинних препаратів.

При цьому головна мета таких систем землеробства полягає у виробництві екологічно чистої й безпечної для здоров'я людини сільськогосподарської продукції. Зниження врожаю на 10-20% і зниження продуктивності праці на 25-30% у таких системах компенсуються підвищеною (на 40-60% і більше) ринковою ціною вироблених чистих продуктів.

До середини 90-х років минулого сторіччя альтернативні системи землеробства використовувалися в 1,5-2% фермерських господарств Західної Європи.

7.3. Структура й зміст сучасних систем землеробства

Будова будь-якої сучасної системи землеробства визначається наявністю в ній блоків, елементів (ланок) і сукупністю взаємно визначальних зв'язків, сутність яких передбачається усвідомленням хоча б у загальних рисах (табл. 7.2).

Таблиця 7.2. Структура й зміст сучасних систем землеробства (за А.М Туліковим, 2002)

| Блоки | Ланки (елементи) |
|---------------------------|---|
| Агротехнічний | Система організації території й сівозмін. Система обробітку ґрунту. Система захисту сільськогосподарських рослин. Система протиерозійних заходів. Система добрив. Система насінництва. Система технології вирощування культурних рослин. Система машин і знарядь. |
| Меліоративний | Система хімічної меліорації. Система водної меліорації. Система сільськогосподарської й ландшафтної лісомеліорації. Система окультурення природних кормових угідь. |
| Організаційно-економічний | Система організації праці й форм виробничої діяльності. Система форм оплати праці. Система збереження продукції. Система переробки і збуту продукції. |
| Ландшафтно-екологічний | Система природоохоронних заходів. Моніторинг екологічного стану ландшафту території. Система контролю й бонітету ґрунтів, сільськогосподарських угідь. Система контролю за рівнем ГДК екзогенних речовин у навколишньому середовищі. Система екологічного контролю одержаної продукції. |

Головні ланки сучасних систем землеробства. Організація земельної території господарства й сівозмін. Організаційно-технологічна основа, що поєднує й взаємно погоджує всі частини будь-якої системи землеробства в єдине ціле, — науково обґрунтована організація земельної території господарства з усіма його угіддями — ріллею, природними косовицями й пасовищами (лугами), лісовими масивами, водними басейнами, дорожньою мережею, виробничими будівлями й іншими об'єктами.

У різних природних зонах країни в залежності від місцевих ґрунтово-кліматичних і економічних умов співвідношення площ основних угідь (рілля, природних кормових угідь, лісу, дзеркала вод) будуть неоднаковими. У південних районах із більшою розораністю земель (до 80—90 %) переважає рілля, у більш північних — лісові і природні кормові угіддя (до 60—70%). У залежності від питомої ваги рілля і природних кормових угідь, спеціалізації господарств планують структуру посівних площ, сівозміни, агротехнічні й інші заходи.

З огляду на те, що практично всі ґрунти можуть піддаватися вітровій або водній ерозії, організація земельної території кожного господарства повинна бути обов'язково протиерозійною. У багатьох господарствах незалежно від особливостей рельєфу зараз переважають прямолінійна й прямокутна організація територій (нарізка масивів, полів сівозмін, польових і міжгосподарських доріг), що нерідко сприяє посиленню стоку талих і зливових вод, розвитку ерозії ґрунтів.

Найкращою формою організації земельної території господарств вважається землевпорядкування на цілих водозбірних басейнах й нарізкою полів сівозмін з урахуванням рельєфу місцевості (крутістю, орієнтацією за сторонами світу, розміром) і стану ґрунтового покриву (схильності до водної й вітрової ерозії, строкатості родючості й ін.).

Система обробки ґрунту. Механічний обробіток ґрунту — дуже важливий елемент системи землеробства в будь-якому господарстві. На нього припадає до 30—50 % усіх витрат у рослинництві. Від якості основної й передпосівної обробки ґрунту, яку практично проводять щорічно на кожному полі, залежать фізичні, агрохімічні й біологічні показники ґрунту, які багато в чому визначають величину і якість майбутнього врожаю.

Правильна система обробки ґрунту, прийнята у господарстві, забезпечує збереження й підвищення його родючості, ефективне використання добрив, опадів, поливної води, успішну боротьбу з посухою, вітровою й водною ерозією, бур'янами, збудниками хвороб і шкідниками рослин, тобто створює сприятливі умови для росту й розвитку посівів.

Систему обробки ґрунту розробляють для кожної сівозміни (ланки) з урахуванням вимог культур, що висіваються, особливостей ґрунтового покриву, намічених прийомів і доз добрив, інших вимог.

Система добрив. В умовах інтенсивного землеробства система добрив здобуває особливе значення і визначає конкретні методи відтворення ґрунтової родючості. Питома вага добрив у формуванні врожаю складає 30—50 %. Плануються виробництво й внесення органічних добрив, застосування мінеральних, бактеріальних і мікродобрив під кожен культуру з урахуванням виносу поживних речовин із врожаєм, фактичної наявності їх у ґрунті, можливих утрат і потреб рослин в елементах живлення під планований врожай.

Органічні добрива — не тільки важливе джерело поповнення запасів поживних речовин і гумусу в ґрунті, але й ефективний засіб поліпшення його водно-фізичних і біохімічних показників, підвищення опірності руйнуванню машинами, водною й вітровою ерозією. Мінеральні й мікродобрива — головні джерела легкодоступних рослинам поживних речовин, могутній засіб підвищення врожайів і якості продукції.

Однак треба пам'ятати, що неправильне й надлишкове застосування мінеральних добрив може призвести до погіршення агрохімічних показників ґрунту, зниження якості продукції й забруднення навколишнього середовища.

Найбільший ефект дає спільне застосування оптимальних доз органічних і мінеральних добрив.

Меліоративні заходи. Спрямовані на корінне поліпшення земель і мікроклімату. До них відносяться зрошення, осушення, будівництво ставків і водойм, хімічна меліорація (вапнування кислих ґрунтів, гіпсування лужних ґрунтів), культуртехнічні роботи (знищення купин і чагарнику, вирівнювання, корінне поліпшення косовиць і пасовищ, збір каміння), рекультивация, меліоративний обробіток ґрунту (утворення мікроліманів, лунок, водовбирних і водорегулювальних валів, канав, щілювання, кротування, чизелювання, ярусна оранка солонців і підзолистих ґрунтів), агролісомеліорація і т. д.

Система заходів щодо боротьби зі шкідниками, збудниками хвороб і бур'янами. Сюди входять організаційні, агротехнічні, біологічні й хімічні заходи боротьби. Значення цих заходів зростає в міру інтенсифікації землеробства й насичення сівозмін однорідними й родинними за біологією культурами (особливо при монокультурі), що мають одних шкідників, збудників хвороб і бур'янів. Найкращі результати забезпечує інтегрована (комплексна) система захисту рослин.

Насінництво вирощуваних культур. Організують відповідно до вимог Державної системи сортового насінництва для кожної культури в залежності від спеціалізації господарства й структури посівних площ, прийнятої у системі землеробства. Насінництво всіх культур повинне базуватися на промисловій основі. Питома вага насінництва у формуванні врожаю складає 20—30 %. Великого значення набуває своєчасне проведення сортозміни й сортооновлення.

Інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур. Технології обробітку різних культур розробляють у кожному господарстві з урахуванням вимог прийнятої у зоні спеціалізації й системи землеробства в рамках конкретних сівозмін з урахуванням біологічних особливостей рослин і наявності ресурсів у господарстві.

Відповідно до прийнятої схеми чергування культур у сівозміні визначають місце в ньому кожної культури, попередників, прийоми основного й передпосівного обробітку ґрунту, сорту, способів і термінів посіву, норми висіву насіння, систем добрив, захисту рослин від збудників хвороб і шкідників, заходів боротьби з бур'янами, комплексу машин і знарядь для виконання польових робіт. Технологічна схема поєднує й регламентує ці елементи для кожної культури на запланований врожай. У практичній роботі дуже важливо забезпечити строге дотримання усіх вимог технології.

У зв'язку зі збільшенням постачань сільському господарству машин, мінеральних добрив і пестицидів зростає небезпека деградації ґрунтів, забруднення вод і зниження якості продукції (нагромадження залишків пестицидів, підвищеного умісту нітратів). Тому при розробці інтенсивних технологій дуже важливо знати і строго дотримувати допустимі безпечні пороги (норми) застосування засобів хімізації, кількість обробок і проходів машин, напрямок технологічної колії.

Усі застосовувані технології обробітку сільськогосподарських культур повинні бути економічно обґрунтованими й екологічно безпечними. У найближчій перспективі усе більш широкого застосування набувають інтенсивні технології з програмованим вирощуванням врожаїв і керуванням продуктивним процесом.

Система машин. Формується в кожному господарстві з урахуванням вимог зональної системи землеробства й технологій обробітку ґрунту, посіву, догляду за рослинами й збирання врожаю. Машини повинні забезпечувати своєчасне й якісне, з урахуванням місцевих умов і вимог культур проведення всіх польових робіт, одержання стабільних зборів продуктів рослинництва при мінімальних затратах праці й засобів, не допускати утрат врожаю, розпилення й ущільнення ґрунту, запобігати вітровій і водній ерозії.

Заходи щодо охорони навколишнього середовища. У зв'язку із загостренням екологічної обстановки передбачають комплекс заходів і контроль за охороною ґрунту, вод, лісів, а також правильним складуванням, збереженням і застосуванням органічних і мінеральних добрив, вапна, гіпсу, пестицидів і інших засобів хімізації. Система запобіжних заходів розробляється для кожного господарства з обліком його, екологічних, організаційних і природних особливостей.

Ефективність освоєння будь-якої системи землеробства залежить від чіткого й повного виконання всього комплексу заходів і кожної ланки окремо. Некомплектний підхід, упор тільки на якусь одну ланку або прийом, навіть ефективний, не дає належного результату.

Системи землеробства повинні постійно удосконалюватися й розвиватися в міру нагромадження нових наукових і практичних знань, тобто бути динамічними.

7.4. Земельні ресурси та структура посівних площ

Загальна площа земель в Україні становить 60354,8 тис. га, а всі землі в користуванні сільськогосподарських підприємств і громадян на кінець 2000 р. склали 40763,8, а 2007 р. – 42868,7 тис. га (табл. 7.3). На перше січня 2008 р. сільськогосподарські угіддя в державі розподіляються таким чином: рілля – 32433,7 тис. га, сіножаті – 2419,8, пасовища – 5513,6 тис. га.

Посівна земля в Україні у радянський період господарювання зростала з 27952 тис. га у 1913 р. до 31336 тис. га у 1940 р., до 33786 га у 1965 р., до 38701 тис. га у 1970-1990 рр. в першу чергу за рахунок розорювання сінокосів та земель поблизу малих річок, корчування чагарників (табл. 7.3).

Після здобуття Україною незалежності посівні площі у державі значно скоротилися й у 1998 р. склали 28790 тис. га, у 2004 р. – 26750, у 2007р. - 26060 тис. га.

Із усіх сільськогосподарських угідь нині 3307 тис. га – осушені (в тому числі землі сільськогосподарських підприємств – 1088 тис. га), 2181 тис. га – зрошувані (в тому числі землі сільськогосподарських підприємств – 1644 тис. га). Осушені землі з закритим дренажем складають 889 тис. га. Реально зрошувалось в Україні в 2007 і 2008 роках не більше 650 тис. га.

Таблиця 7.3. Структура посівних площ за усіма категоріями господарств, тис. га

| Група культур | 1913 | 1940 | 1965 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 | 2007 |
|-------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Сільськогосподарські угіддя: в т.ч. | 36000 | | 43417 | 42935 | 42069 | 42030 | 40754 | 41650 |
| колективні | 15000 | | - | - | 23650 | 28774 | 662,3 | 90,7 |
| державні | - | | - | - | 7223 | 9927,4 | 1847,9 | 915,1 |
| особисті | 21000 | | - | - | 2117 | 2669 | 4323,8 | 4802 |
| фермерські | - | | - | - | - | 4 | 2342,2 | 3944,9 |
| Посівна площа | 27952 | 31336 | 33785 | 32782 | 33578 | 32406 | 27173 | 26060 |
| зернові: в т.ч. | 24697 | 21385 | 16495 | 15518 | 16473 | 14583 | 13646 | 15115 |
| озимі всього | 8101 | 10116 | 8956 | 6904 | 8992 | 8614 | 6324 | 6725 |
| оз. пшениця | 3087,1 | 6317 | 7346 | 5960 | 8000 | 7568 | 5316 | 5817 |
| озиме жито | 4519,5 | 3685 | 1421 | 832 | 799 | 581 | 668 | 349 |
| оз. ячмінь | 494 | 114 | 189 | 112 | 193 | 528 | 340 | 559 |
| ярі всього | 16596 | 11269 | 7539 | 8614 | 7481 | 5969 | 7322 | 8390 |
| яра пшениця | 5779 | 901 | 493 | 70 | 31 | 8 | 303 | 471 |
| ячмінь ярий | 5853,2 | 3987 | 2600 | 3258 | 3281 | 2201 | 3645 | 4417 |
| овес | 2914 | 2282 | 566 | 811 | 707 | 492 | 521 | 404 |
| кукурудза | 839,7 | 1500 | 1814 | 2262 | 1498 | 1234 | 1364 | 2087 |
| картопля | 1080,2 | 2060 | 2108 | 1988 | 1682 | 1429 | 1629 | 1453 |
| овочі | 267,2 | 486 | 464 | 466 | 497 | 456 | 538 | 451 |
| технічні | 904 | 2699 | 2890 | 4248 | 3939 | 4071 | 4187 | 5920 |
| кормові | 893 | 4441 | 5238 | 13412 | 10733 | 10684 | 7063 | 3028 |
| плодово-ягідні | 290 | 612 | 1299 | 1137 | 922 | 851 | 425 | 271 |
| виноградники | 60 | 103 | 330 | 302 | 299 | 176 | 110 | 93 |
| сіножаті | | | 2647 | 2476 | 2121 | 3986 | 2985 | 1459 |
| площа парів | - | 3873 | 851 | 1421 | 927 | 1424 | 3213 | 1625 |
| Ліси | | | | | 9686 | | 10412 | 10556 |

Інші землі держави на 1 січня 2008 року розподілені наступним чином: ліси та лісовкриті площі 10556,3 тис. га або 17,5 %; забудовані землі – 2476,6 (4,1); землі під водою – 2421,4 (4,0); відкриті заболочені землі 1055,8 (1,6); інші землі – 1055,8 тис. га або 1,8 %.

Господарське використання земель в Україні здійснює велика кількість господарств і підприємств різних організаційно-правових форм господарювання (табл. 7.4).

Таблиця 7.4. Кількість діючих підприємств за організаційно-правовими формами господарювання у 2007 р.

| Види господарств | Сільське господарство | | Лісове господарство | | Рибальство, рибництво | |
|-----------------------------------|-----------------------|------|---------------------|------|-----------------------|------|
| | усього | % | усього | % | усього | % |
| Усього підприємств | 58387 | 100 | 711 | 100 | 471 | 100 |
| Господарські товариства | 7428 | 12,7 | 73 | 10,3 | 258 | 54,8 |
| Приватні підприємства | 4229 | 7,2 | 86 | 12,1 | 107 | 22,7 |
| Виробничі кооперативи | 1262 | 2,2 | 14 | 2,0 | 11 | 2,3 |
| Фермерські господарства | 43475 | 74,5 | - | - | - | - |
| Державні підприємства | 360 | 0,6 | 330 | 46,4 | 16 | 3,4 |
| Підприємства інших форм власності | 1633 | 2,8 | 208 | 29,2 | 79 | 16,8 |

Посіви зернових культур в Україні становили: 1913 р. – 24697 тис. га, 1940 р. – 21385, 1950 р. – 20047, 1965 р. – 16495, 1966-1970 рр. – 15600, 1971-1975 рр. – 16100, 1976 р. – 15900, 1977 р. – 17400, 1978 р. – 16700, 1990 р. – 14583, 1991 р. – 14671, 1993 р. – 14305, 1994 р. – 13526, 1995 р. – 14100, 1998 р. – 13718, 1999 р. – 13154, 2000 р. – 13646, 2004 р. - 15433 тис. га.

Порівняно з 1913 р. посіви зернових культур у структурі посівних площ України знизилися з 88,4 % у 1913 р. до 48,8 % у 1965 р. разом із цим зросли посіви кормових культур на 9,4 млн. га (у 12 разів), технічних культур – на 3,3 млн. га (у 5 разів), картоплі й овочевих культур – на 1,4 млн. га або в 2 рази. У 1970-2004 рр. площі посіву зернових культур змінювалися в межах 42-53,9 % від усієї посівної площі держави.

У структурі посіву зернових культур в Україні переважали площі, зайняті під **озимою пшеницею**: 6317 тис. га – 1940 р., 5372,6 – у 1950 р., 7346 – у 1965 р., 7568 – у 1990 р., 5139 тис. га – 2004 р. Варто відмітити, що в структурі посівних площ у 1913 р. серед зернових культур переважали ярий ячмінь та яра пшениця - відповідно 5853,2 та 5779,1 тис. га. Посіви озимої пшениці тоді склали 3086,9 тис. га. Основними районами вирощування озимої пшениці є Степ і Лісостеп. Найбільше її продукують господарства Вінницької, Черкаської, Одеської, Дніпропетровської, Київської й Полтавської областей.

Загальна площа, зайнята усіма видами пшениць у світі 228 млн. га. З них зайнято пшеницею у країнах колишнього СРСР – 61, Китаї - 29, США – 26,5, Індії – 19, Канаді – 9,5, Туреччині – 8,6, Австралії 7,3, Франції, Аргентині, Італії – 3,5, Румунії, Алжирі, Польщі, Бразилії, Афганістані, Марокко – 2, Німеччині, Іраку, Угорщині, Чехії, Словаччині, Греції, Англії, Болгарії, Сирії, Південній Африці, Ефіопії – більше 1 млн. га. Валовий збір зерна пшениці у світі – 320-360 млн. т.

Озиме жито в Україні вирощувалося також на значних площах, у радянський період, в основному, у зоні Полісся. В період з 1960 по 1990 рр. у Житомирській, Волинській, Чернігівській, Київській та Сумській областях було зосереджено більше 60 % посівних площ озимого жита країни. У 1913 р. посіви озимого жита склали 4519,5 тис. га, у 1940 р. - 3685, у 1950 – 3909, у 1965 р. - 1421, у 1971-1975 – в середньому за рік 740,6 тис. га, у 1990 р. – 518, у 2004 р. – 737 тис. га. У 1960-1970 рр. скорочувалися площі посіву ярої пшениці, жита, вівса, ячменю і більш ніж удвоє зросли площі посіву більш урожайних кукурудзи та зернобобових культур.

Загальна площа посіву культури у світі 17,5 млн. га, із них у СНД – 9,8, у Польщі – 3,1, у Німеччині – 1,33, у США – 0,363 млн. га. Валовий збір зерна жита у світі 32-44 млн. т.

Посіви озимого ячменю у порівнянні з озимою пшеницею й озимим житом значно менші. Так, у 1965 р. його було посіяно на площі 189 тис. га, у 1970 р. – 112, у 1971-1975 рр. - 193,2, у 1990 р. – 528, у 1999 р. – 302, у 2004 р. – 521, у 2007 р. - 559 тис. га. Основні посіви озимого ячменю розміщені у південних областях, передгірних та гірських районах Криму.

Ярий ячмінь є другою після озимої пшениці культурою за площею посіву та валовими зборами зерна. Так, у 1965 р. його посіви складали 2600 тис. га, у 1971-1975 рр. - 3413,2, у 2004 р. – 4157, у 2007 р. - 4417 тис. га. Площа посіву ячменю різних видів на земній кулі

більше 90 млн. га (четверта культура після пшениці, рису кукурудзи), в СНД – 32,5, Китаї – 13,4, Канаді – 4,6, США – 3,3 млн. га. Валовий збір зерна у світі 155-170 млн. т.

Кукурудза на зерно за площами посіву поступається лише озимій пшениці та яром у ячменю. Так, у 1913 р. її вирощували на площі 839,7 тис. га, у 1940 р. – 1560, у 1950 р. – 2746,4, у 1965 р. – 1814, у 1970 р. – 2262, у 1971-1975 рр. – 2125,2, у 1990 р. – 1234, у 2000 р. – 1364, у 2004р.- 2467, у 2007 р. – 2087 тис. га. Найбільше посівів кукурудзи зосереджено в областях північної й центральної частини Степу, на півдні Лісостепу. Найвищу урожайність кукурудзи мають господарства Черкаської, Хмельницької, Львівської, Київської, Чернівецької, Чернігівської Закарпатської, Вінницької областей.

Площа посіву кукурудзи у світі більше 114,5 млн. га. З них у США – 26,3, Бразилії – 12, Китаї – 10,5, Мексиці – 6,1, Індії – 5,8, СНД – 4 млн. га. Середня урожайність зерна кукурудзи у світі близько 25 ц/га. Валовий збір зерна – 286-310 млн. т.

Овес є допоміжною і дуже цінною фуражною культурою. Нині найбільші його площі посіву зосереджено на Поліссі, в Передкарпатті і в районі Карпат. Площі посіву вівса в Україні в останні 20 років залишаються на більш-менш стабільному рівні: 1985 р. – 634 тис. га, 1990 р. – 492, 1995 р. – 570, 2004 р. – 538 тис. га. У 1913 р. його вирощували на площі 2914 тис. га, у 1940 р. – 2282, у 1950 р. – 1797, у 1965 р. – 565, у 1971-1975 рр. – 805 тис. га.

Світова посівна площа вівса 32 млн. га переважно у помірних широтах північної півкулі, у тому числі у країнах СНД – 12, у США – 5,3, у Китаї – 2,7, у Канаді – 2,4, у Польщі – 1,2 млн. га. Валовий збір зерна 50-55 млн. т.

Рис. Площа посіву рису в Україні в останні 10 років складала 26-19 тис. га. Урожайність рису за ці роки змінювалась від 35,6 у 2000 р. до 51,1 ц/га – у 2007 р., а валовий збір – 69-108 тис. т. Усі площі під посівами рису розміщені в Автономній Республіці Крим, Херсонській та Одеській областях.

Площа посівів рису у світі складає 140,8 млн. га; більше 90 % посівів припадає на тропічні й субтропічні райони Азії. Найбільше площ під культурою зайнято в Індії 37,5 млн. га, у Китаї – 35,2, у Бангладеш – 9,9, у Індонезії – 8,5, у Таїланді – 7,7, у В'єтнамі – 5,6, у Бірмі – 5, у Бразилії – 4,7, на Філіппінах – 3,4, у Японії – 2,7 млн. га. Валовий збір зерна рису у світі 305-323 млн. т, середня врожайність рису у світі біля 24 ц/га.

Зернобобові. Серед зернобобових найбільш поширені горох, люпин, вика, менше – соя, сочевиця, квасоля, боби, чина й ін. Зернобобові в Україні у різні роки мали такі площі: 1913 р. – 444 тис. га, 1940 – 836, 1950 – 766, 1965 - 1199, 1970 – 1280, 1971-1975 рр. – 1159, 1980 – 1194, 1990 – 1424, 2004 р. – 270 тис. га. Спостерігається різке зростання площ посіву сої та ріпаку відповідно з 25 та 49 тис га у 1995 р. до 671 та 891 тис. га в 2007 р. Урожайність ріпаку в Україні змінювалась від 8,5 ц/га у 1995 р. до 15,7 ц/га – у 2006 р., а сої від 9,7 ц/га у 1995 до 14,5 ц/га – у 2005 р.

Площа чистих парів у структурі земель становила 1940 р. – 3873 тис. га, 1950 р. – 4181, 1955 – 2292, 1960 – 751, 1965 – 851, 1970 – 1421, 1980 – 927, 1985 – 1656, 1990 р. – 1427, 2004 р. – 2330 тис. га.

Упродовж 35 останніх років у зв'язку із збільшенням чисельності населення й зменшенням площі угідь землезабезпеченість в Україні знижувалася (табл. 7.5). Тепер в період незалежності ця тенденція набула зворотного напрямку у зв'язку з зниженням народжуваності та зменшенням населення. Площа сільськогосподарських угідь на душу населення у світі 0,24, в Європі – 0,43 га, в Україні – 0,93 га.

Інтенсифікація сільського господарства (механізація, меліорація, застосування добрив, сортового насіння, підвищення культури землеробства й ін.) сприяли зростанню врожайності.

Валовий збір зерна на території України в нинішніх межах зростав з 23,2 млн. т. у 1913 р. до 26,42 – у 1940, 20,45 – у 1950, 32,46 – у 1955, 21,79 – у 1960, 31,651 – у 1965 р. (Сігал Л.А., Чухно Д.Ф., Шевченко Д.Д., 1968), 36,39 – у 1970, 44,57 – у 1975, 50,6 – у 1978 р., 38,1 – у 1980 р., 41,51 – у 1986 р., 51,009 – у 1990 р., 39,93 – у 1995 р., 24,459 – у 2000 р., 41,809 – у 2004 р., 57,0 млн. т. – у 2008 р.

Таблиця 7.5. Площа сільськогосподарських угідь і ріллі на душу населення України, га

| Площа | Роки | | | | | | | |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 1960 | 1975 | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2007 |
| Сільськогосподарських угідь | 1,01 | 0,88 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,81 | 0,84 | 0,93 |
| Ріллі | 0,8 | 0,7 | 0,69 | 0,67 | 0,65 | 0,65 | 0,66 | 0,699 |

Для України характерні досить значні за світовими мірками обсяги виробництва різних видів продовольчої продукції. Україна входить до першої десятки країн світу за показниками виробництва окремих видів зернових і зернобобових культур, цукрових буряків та цукру, соняшника й соняшникової олії, картоплі, окремих видів плодоовочевої продукції, молока та деяких молочних продуктів, меду.

Контрольні питання

1. Що таке система землеробства, чим вона відрізняється від системи ведення господарства? 2. Назвіть складові частини системи землеробства. 3. Назвіть вчених, які внесли найбільший вклад у розвиток систем землеробства. 4. Перечисліть системи землеробства, які використовувалися й використовуються нині у сільськогосподарському виробництві. 5. Які способи відтворення родючості ґрунту у примітивних та сучасних системах землеробства ви знаєте? 6. Наведіть структуру й склад сучасних систем землеробства. 7. Наведіть класифікацію систем землеробства.

Предметний покажчик

- Агролісомеліоративні протиерозійні заходи
- загальні уявлення 227
 - стокорегулюючі лісові насадження 228
 - кріплення вершин, вирівнювання й засипання ярів та балок 229
 - лучно-меліоративні заходи 231
- Агротехніка у районах поширення вітрової ерозії 226
- Азотобактер 12
- Антагонізм іонів 20
- Баланс ґрунтової вологи 47
- Біота ґрунту 32
- Блоки систем землеробства 249
- Бур'янисті рослини 60
- автотрофи 69
 - агробіологічні групи 68
 - багаторічні 72
 - біологічні властивості 62
 - бульбоплідні 75
 - вегетативне розмноження 65
 - висока насіннева продуктивність 62
 - глибина проростання 64
 - дворічні 71
 - довговічність 64
 - ефемери 69
 - засміченості ґрунту 80
 - заходи контролювання 82
 - здатність до поширення 64
 - зниження врожайності 62
 - картування 80
 - китице-кореневі 73
 - кореневищні 75
 - коренево-паросткові 74
 - малорічні 69
 - мичкувато-кореневі 74
 - напівпаразити 69, 77
 - непряма шкода 61
 - облік 79
 - озимі 71
 - паразити 69, 77
 - пізні ярі 70
 - повзучі 76
 - поліморфізм насіння 65
 - пороги шкідливості 79
 - поширення насіння й плодів 67
 - прямий несприятливий вплив 60
 - ранні ярі 69
 - спеціалізація бур'янів 68
 - спокій насіння й плодів 63
 - стрижнево-кореневі 73
 - температура проростання 65
 - цибулинні 76
 - шкідливість 60
- Види води у ґрунті 39
- Використання гербіцидів на посівах культур 92
- Випаровування 47
- Відтворення родючості ґрунту 28
- Водозатримні вали 235
- Водопроникність ґрунту 43
- Водоспоживання 47
- Вологість в'янення рослин 41
- Вологість ґрунту 41
- Вологоємність ґрунту 42
- Вступ у землеробство 3
- ГДК інсектицидів в об'єктах навколишнього середовища 175
- ГДК протруювачів в об'єктах природного середовища 165
- Глибина сівби 170
- Діагностика живлення рослин 23
- Догляд
- за багаторічними травами 178
 - за озимими культурами 172
 - за просапними культурами 176
 - за ярими зерновими 175
- Допустимі рівні вмісту гербіцидів у об'єктах навколишнього середовища 90
- Елементи систем землеробства 249
- Ерозія 189
- види 189
 - збитки й наслідки 192
- Завдання дисципліни 3
- Закон
- зниження родючості ґрунту 26
 - мінімуму 25
 - плодозміни 26
 - повернення 26
 - рівної значимості й незамінності факторів життя 25
 - сукупної дії факторів життя 25
- Заходи контролювання бур'янів 82
- біологічні 97

- винищувальні 86
- екологічні 99
- запобіжні 82
- карантинні 84
- комплексні 99
- механічні 84
- організаційні 99
- профілактичні 84
- спеціальні 98
- фізичні 84
- фітоценотичні 98
- хімічні 86
- Заходи механічного обробітку ґрунту 136
 - глибокого 142
 - надглибокого 143
 - поверхневого 136
 - середнього 141
- Збірні поля 103
- Земельні ресурси 252
- Землеробство як наука 3
- Значення сортового насіння 158
- Історія
 - розвитку землеробства 4
- Класифікація
 - бур'янистих рослин 68
 - гербіцидів 86
 - видів води 39
 - заходів контролювання бур'янів 82
 - систем землеробства 243
 - сівозмін 117
 - способів механічного обробітку ґрунту 135
 - типів водного режиму 49
- Контролювання якості посівних робіт 170
- Контролювання якості обробітку ґрунту 185
- Кореневі виділення 12
- Корінь 11
- Критерії оцінки показників забруднення ґрунтів пестицидами 89
- за вмістом пестицидів
- Ланки систем землеробства 249
- Меліоративні заходи 250
- Мета дисципліни 3
- Механічне знищення багаторічних бур'янів 85
- Мінеральне голодування рослин 22
- Мульчування 58
- Норма висіву 169
- Норма витрат пестицидів 88
- Обприскування рослин 88
- Обробіток ґрунту 129
 - борознування 135
 - валкування 135
 - вирівнювання 133
 - в умовах зрошення 179
 - в умовах осушення 181
 - гребенування 135
 - грядкування 135
 - завдання 130
 - збереження стерні на поверхні ґрунту 134
 - кришення 133
 - наукові основи 129
 - на меліорованих землях 179
 - обертання 132
 - огортання 133
 - перемішування 133
 - підрізання вегетативних бур'янів 134
 - післяпосівний 171
 - розпушування 133
 - спеціальні заходи 134
 - створення мікрорельєфу 134
 - ущільнення 134
 - технологічні операції 132
 - швидкісний 148
 - шляхи й умови мінімалізації 183
- Оранка 144
- Організація земельної території 249
- Органічна речовина ґрунту 30
- Основні закони землеробства 25
- Оцінювання якості попередників 109
- Очищення посівного матеріалу 82
- Підготовка насіння до сівби 161
- Поглинання іонів 21
- Попередники 107
 - багаторічні бобові трави 109
 - зернобобові 110
 - однолітні трави 110
 - озимі зернові 113
 - пари 107
 - проміжні культури 117
 - ярі зернові 115
- Посівна якість насіння 159
- Предмет дисципліни 3
- Принципи формування протиерозійного захисту 216
- Причини зниження урожайності 104
 - біологічні 106
 - організаційно-економічні 107

- просапні 111
- фізичні 104
- хімічні 105
- Протидефляційна стійкість ґрунтів 215
- Протиерозійна організація території 237
- Протиерозійні заходи
 - агротехнічні 217
 - використання ґрунтозахисних властивостей рослинності 219
 - протиерозійний обробіток ґрунту 221
 - способи обробітку ґрунтів з водозатриманням 223
- Протиерозійні меліорації 231
- Режими
 - водний і його регулювання 39, 49
 - повітряний і його регулювання 51
 - тепловий і його типи 53
- Родючість 28
 - природна 28
 - ефективна 28
 - потенційна 28
- Розвиток систем землеробства 241
- Рослинні залишки 30
- Ротаційна таблиця 102
- Силікатні бактерії 12
- Система добрив 250
- Система обробітку ґрунту 250
- Системи землеробства 241
 - адаптивні-ландшафтні 248
 - альтернативні 248
 - багатопільна-трав'яна 245
 - біологічна 248
 - ґрунтозахисна зерно-кормова 147
 - екстенсивні 244
 - заліжна 244
 - зелена 248
 - зерно-парова 246
 - зерно-паропросапна 247
 - зерно-просапна 246
 - зерно-трав'яна 247
 - зональні 248
 - лісопільна 244
 - органічна 248
 - парова 244
 - перелогова 244
 - перехідні 245
 - підсічно-вогнева 244
 - плодозмінна 246, 247
 - поліпшена зернова 245
 - примітивні 243
 - промислово-заводська 246
 - просапна 247
 - сидеральна 247
 - сучасні інтенсивні 246
 - травопільна 245, 246
- Системи обробітку ґрунту 148
 - під озимі культури 152
 - під проміжні культури 156
 - під чисті пари 153
 - під ярі культури 149
 - після парозаймаючих культур 154
- Сівба 157
- Сівозміни 101
 - ґрунтозахисні 120
 - групування культур 101
 - загальні поняття 101
 - кормові 119
 - лісово-розсадницькі 120
 - лучна 245
 - польові 118, 245
 - проектування, введення й освоєння 125
 - рисові 120
 - ротація 103
 - спеціальні 119
 - схеми 103
 - тютюнові 120
- Спеціалізація сівозмін 121
- Способи механічного обробітку ґрунту 135
- Способи сівби 167
- Стимулятори росту рослин 166
- Структура ґрунту 37
- Структура посівних площ 101, 252
- Структура систем землеробства 249
- Теплолюбні рослини 9
- Терасування 232
- Терміни сівби 167
- Техніка безпеки при роботі з гербіцидами 96
- Техніка проведення оранки 146
- Товщина орного шару 38
- Токсичність речовини 91
- Транспірація 47
- Транспіраційний коефіцієнт 48
- Умови
 - життя рослин 7
 - ефективного застосування гербіцидів 87
- Фактори вітрової ерозії 211

- шорсткуватість поверхні 211
- вертикальний розподіл швидкості повітряного потоку 211
- транспортування й акумуляція наносів 212
- кліматичні 213
- топографічні 215
- Фактори водної ерозії ґрунтів 200
 - кліматичні 200
 - топографічні фактори 203
 - ґрунтові й літологічні 207
 - біогенні 210
 - антропогенні 211
- Фактори життя рослин 7
 - дихання 9
 - земні 7
 - значення тепла й світла 8
 - космічні 7
 - фотосинтез 8
 - вода 9
 - елементи живлення 10
 - повітряне живлення 10
 - кореневе живлення 10
- Фактори родючості 29
 - агрофізичні 36
 - агрохімічні 36
 - біологічні 36
 - фундаментальні 36
- Фізико-механічні й технологічні властивості ґрунту 130
- Фільтрація води 44
- Фітосанітарний стан ґрунту 35
- Форми плугів 144
- Формування водного стоку 194
 - закономірності руху води 194
 - коефіцієнт шорсткуватості поверхні 194
 - водозбірна площа 195
 - елементи балансу води для басейну 196
 - мінливість і забезпеченість стоку 197
 - транспортування й акумуляція наносів 199
- Формування сівозмін
 - на зрошуваних землях 123
 - на осушених землях 124
 - на еродованих землях 125
- Характеристика елементів живлення 13
 - азот 13
 - алюміній 20
 - бор 17
 - ванадій 19
 - залізо 19
 - калій 14
 - кальцій 16
 - кобальт 19
 - кремній 19
 - магній 16
 - марганець 18
 - мідь 18
 - молібден 18
 - натрій 17
 - сірка 15
 - фосфор 14
 - хлор 17
 - цинк 17
- Характеристика інсектицидів 173
- Характеристика протруювачів 163
- Хімічний склад рослинних залишків 32
- Чергування культур 104
- Щільність ґрунту 37

Іменний покажчик

- Альошин Є.П. 13, 14
Алімов Д.М. 29
Андрєєв Н.Г. 5
Арманд А.Д. 203, 208
Ахенбах Ф. 129
Баданіна В.А. 111
Бараєв А.І. 145, 242
Беннет Х. 205
Біліч Г.Л. 9
Бойко П.І. 108
Болотов А.Т. 4, 241
Бомба М. Я 29
Ботів Т. Г. 145
Брауде І.Д. 205, 224
Вавілов М.І. 5, 242
Вавілов П.П. 5
Васильєв 106
Веліканов 201
Висоцький Г.Н. 48
Вільямс В.Р. 5, 26, 104, 119, 129, 242, 245
Воєводін А. В. 100
Вольні Е. 129
Воробйова С.А. 66
Галєєв І.Г. 5
Гаркавий П.Ф. 5
Генкель П.А. 9
Глазунов Г.П. 194, 199, 207, 212
Глянц Ф. 129
Гриценко В.В. 111
Гродзинський А.М. 74, 78
Гудзон 201
Гуссак В.Б. 209
Дальський М. І. 145
Дарсі 44
Даскалов І.Т. 201
Дімо Н.А. 58,
Дмитришак М.Я. 29
Докучаєв В.В. 4, 104, 241
Долгов С.І. 43
Дояренко А.Г. 5, 7, 129, 242
Душечкін О. 5
Жуковський П.М. 4
Жученко А.А. 6, 158
Енгельгардт А. Н. 4, 245
Єщенко В.О. 109, 124, 126, 127
Зайкевич А. 5
Заславський М.М. 192, 204, 219, 223-225
Зіневич Л.Л. 120
Зубенко В.Ф. 113
Іващенко О.О. 61
Ізмаїльський О.О. 4, 5, 241
Ільїнський 228
Кзакевич Л.І. 68
Калініченко 228
Караушев 200
Качинський М.А. 32, 43, 44, 131, 209
Каштанов 219, 223-225
Кириченко Ф.Г. 5
Козлов В.П. 210
Козменко 203
Комов І.М. 4, 241
Кононова М.М. 34
Коренев Г.В. 65
Костичев П.А. 4, 104, 129
Костяков А.Н. 207
Крижанівський В.А. 9
Кузнецов М.С. 194, 199, 207, 212
Кулешов Н.Н. 5
Лавровський А.Б. 216
Ларіонов Г.А. 202, 210
Левітан Ф.І. 105
Лібіх Ю. 4, 25
Лідов 206
Лозовіцький П.С. 20, 31
Ломоносов М. В. 4
Лопатін Г.В. 207
Лук'яненко П.П. 5
Мазлумов А.Л. 5
Майер А. 25
Майсурян Н.А. 5
Макарова Т. І. 30
Максимов Н.А. 4
Мальцев А.І. 68
Мальцев Т.С. 145, 241, 242
Максимчук 80, 81
Мамонтова В.Н. 5
Манько Ю.П. 62, 64, 80, 81, 98, 109, 127
Менделєєв Д.І. 4, 27, 241
Мешков Н. В. 39
Мірцхулава Ц.Е. 202, 210
Мітчерліхом Е. 26
Молчанов А.А. 210
Мосолов В. П. 145
Неттевич Е.Д. 158
Нечитайло В.А. 111
Носатовський А.І. 5

Овсинський І.Є. 129, 136, 241
Охотін В. В. 36
Палієнко М.Я. 61
Періг Г.Т. 29
Петтіджон Ф. 212
Підгорний П.І. 65
Поляков Б.В. 207
Пономаренко С.Ф. 77
Пономарьов О.О. 13, 14,
Попов Ф. 5
Пронін А. 131
Примак І.Д. 64, 98, 109, 127
Прянішніков Д.Н. 4, 26, 27, 104, 242
Пустовойт В.С. 5
Рауе К. 27
Реймерс Н.Ф. 7, 191, 192, 193
Ревут І.Б. 129, 135
Ремесло В.Н. 5
Рижук С.М. 29
Роде А.А. 43, 48
Рождественський Б. 5
Рожков А.Г. 191, 207, 228
Розов Л.П. 43
Рубін С.С. 5, 106
Рюбензам Е. 27
Савицький К.А. 116
Сайко В.Ф. 108
Сакс Р. 129
Сластіхін В.В. 201
Собко О.О. 48
Соболев С.С. 209, 219
Советов А.В. 4, 241
Соколов Б.П. 5
Стебут І.А. 4, 129, 241
Сурмач Г.П. 203
Танчик С.П. 29, 65, 80, 81, 98
Теєр А. Д. 4
Тімірязєв К.А. 4, 7, 26, 27, 241
Трегубов П.С. 191
Третьяков Н.Н. 32, 82
Третьяков С. 5,
Тулайков М. М. 129
Туліков А.М. 32, 65, 82, 243, 249
Утей І. В. 145
Фісюков А.В. 68
Фолкнер Е.Ф. 129, 241
Хаджинов І. Г. 5
Харченко В.А. 5
Хвиля К. С. 145
Хржановский В.Г. 62, 74
Ходакова Р. Н. 39
Чікалікі Г. І. 145
Чудновський А.Ф. 54, 56
Шалін П. В. 145
Шевелев І.М. 85
Шелякін М. М. 193
Шикула М.К. 104, 191
Шиятим Е.І. 216
Штайнер Рудольф 248
Щербак С.Н. 65
Щербак І.Е. 120
Ягодін Б.А. 32, 82
Якушкін І.В. 5
Siddoway 216
Woodruff 216

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Агроекологія /М.М. Городній, А.Г.Сердюк, М.П. Вовкотруб та ін. К.: Вища школа, 1993. 415 с.
2. Агрохімія / За ред. М.М. Городнього. К.: ТОВ Алефа, 2003. 778 с.
3. Агрохімія / Под ред. Б.А. Ягодина. М.: Колос, 1982. 572 с.
4. Азбука садовода. Справочная книга / Состав. В.И. Сергеев. М.: Агропромиздат. 1985. 320 с.
5. Алимов Д.Н., Шелестов Ю.В. Технология производства продукции растениеводства. К.: Вища школа, 1988. – 320 с.
6. Альошин С.П., Пономарьов О.О. Фізіологія рослин. К.: Вища школа. 1988. 222 с.
7. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М. Наука. 1988. 264 с.
8. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий Справочник по удобрениям. М.: Колос, 1984. 208 с.
9. Бабиц А.О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. Київ. Аграрна наука. 1996. 570 с.
10. Бахчевые культуры в коллективном, приусадебном и домашнем хозяйстве / Авторский коллектив Херсонской селекционной опытной станции бахчеводства – Лымарь А.О., Кашеев А.Я., Кравец Н.С. и др. Голая Пристань. 1993. – 98 с.
11. Билич Г.Л., Крыжановский В.А. Биология. Полный курс. Т.2. Ботаника.М. ОНИКС 21 ВЕК. 2002. 544 с.
12. Бомба М. Я., Періг Г.Т., Рижук С.М., Мартиноук І.В., Патица В.П. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології. К.: Урожай.2003. 400 с.
13. Вавилов Н.И. Избранные труды. Т.5. М.: Наука, 1965. – 786 с.
14. Веселовський І.В., Бегей С.В. Ґрунтозахисне землеробство. К.: Урожай, 1995. – 304 с.
15. Вільямс В.Р. Травопільна система землеробства. Київ-Харків. 1951. – 423 с.
16. Воробьев С.А. Севообороты интенсивного земледелия. М. : Колос. 1979. 368 с.
17. Все об огороде. Практические советы овощеводам / Под. Ред. А.С. Болотских. К.: Урожай. 2000. 432 с.
18. Генкель П.А. Физиология жаро- и засухоустойчивости растений. М.: Наука, 1982. 304 с.
19. Гордієнко В.П. Геркіял О.М., Опришко В.П. Землеробство. К.: Вища школа, 1991. 268 с.
20. Григора І.М., Соломаха В.А. Рослинність України. К.: Фітоцентр, 2005. 452 с.
21. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. М.К. Шичули. К. 2000. 390 с.
22. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство: Підручник. 2-ге вид. перероб. та доп. / За ред. В. П. Гудзя. — К.: Центр учбової літератури, 2010. — 464 с.
23. Димо В.Н., Роде А.А. Тепловой и водный режим почв СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1968. 143 с.
24. Довідник агронома / За ред. Л.Л. Зіневич. К.: Урожай. 1985. 672 с.
25. Довідник з агрохімічного та агроєкологічного стану ґрунтів України / Під ред. .В.С.Носка, Б.С. Пристера, М.В.Лободи. К.: Урожай. 1994. 336 с.
26. Довідник з біології / За ред. К.М.Ситника. Видання 2. К.: Наукова думка. 2003. 795 с.
27. Долгов С.И. Агрофизические методы исследования почв. М. 1966. 259 с.
28. Дояренко А.Г. Факторы жизни растений. М. 1966.- 280 с.
29. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. Кишинев. 1990. 431 с.
30. Жук М.В., Круль В.П. Розміщення продуктивних сил і економіка регіонів України. К.: Кондор. 2004. 296 с.
31. Загальне землеробство. Підручник / Опришко В.П., Бутило А.Ф., Моспанюк А.З. та ін.: За ред. В.П. Гордієнко. К.: Вища школа, 1988.
32. Загальне землеробство / За ред. В.О. Єщенка. К.: Вища школа, 2004. 336 с.
33. Земледелие. / Под ред. С.А. Воробьева. М. Агропромиздат, 1991. – 527 с.
34. Зубець М.В. Підсумки діяльності Української академії аграрних наук за 2004 рік та невідкладні завдання на перспективу // Вісник аграрної науки. №4, 2005. С. 6-12.
35. Ивончик П.Н. Земледелие западной Африки. К.: Вища школа. 1976. 240 с..
36. Івашенко О.О. Бур'яни в агрофітоценозах. Біла Церква: ВАТ Білоцерківська книжкова фабрика, 2001.235 с.
37. Кант Гюнтер Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем / Пер. с нем. С.О. Эбель. – М.: Агропромиздат, 1988. – 207 с.
38. Качинский Н. А. Оценка основных физических свойств почв в агрономических целях и природного плодородия их по механическому составу // Почвоведение. 1958. № 5. С. 1-17.
39. Качинский Н.А. Физика почв. М.: Высшая школа. 1965. 324 с.

40. Коренев Г.В., Подгорный П.И., Щербак С.Н. Растениеводство с основами селекции и семеноводства. М. ВО Агропроиздат, 1990. 575 с.
41. Кривов В.М. Екологічно безпечне землекористування лісостепу України. Проблема охорони ґрунтів. К.: Урожай. 2006. 304 с.
42. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. М.: И-во МГУ; Изд-во «КолосС», 2004 352 с.
43. Кудеяров В.Н., Семенов В.М. Оценка современного вклада удобрений в агрохимический цикл азота, фосфора и калия / Почвоведение. 2004. № 12. С.1440-1446.
44. Лікарські рослини. Енциклопедичний довідник /Відп. ред. А.М. Гродзинський. К. Головна редакція УРЕ. 1990. – 544.
45. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система використання добрив. К.: Вид-во АПК, 2002. 350 с.
46. Лозовіцький П.С. Поповнення гумусу у ґрунтах Інгулецької зрошувальної системи за рахунок кореневих залишків сільськогосподарських культур // Зрошуване землеробство. Херсон. 2010. № 54. С. 198-210.
47. Лозовіцький П.С. Водні та хімічні меліорації ґрунтів. К. 2010. 276 с
48. Мальцев Т.С. Вопросы земледелия. М. Колос. 1971. 391 с.
49. Манько Ю.П., Танчик С.П., Максимчук Технологія виробництва продукції рослинництва. Навчальний посібник для лабораторно-практичних занять. К.: вид. НАУ, 2005. – 234 с.
50. Минеральные удобрения. М. Колос, 1975. 400 с.
51. Минкевич И.А. Растениеводство. М.: Высшая школа. 1968. 480 с.
52. Мосолов В.П. Основы сельского хозяйства. К.: Урожай. 1951. 319 с.
53. Народне господарство Української РСР у 1980 р. Статистичний щорічник. К. Техніка. 1981. 384 с.
54. Народне господарство Української РСР у 1990 р. Статистичний щорічник. К. Техніка. 1991. 496 с.
55. Науково обґрунтована система ведення сільського господарства в лісостепу УРСР. К. Урожай, 1974. 488 с.
56. Нечитайло В.А., Баданіна В.А., Гриценко В.В. Культурні рослини України. К. Фітосоціоцентр. 2005. 351 с.
57. Носатовский А.И. Пшеница. М.: Колос, 1965. 568 с.
58. Органические удобрения в интенсивном земледелии /Под ред. В.Г. Минеева. М.: Колос, 1984. 303 с.
59. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. Київ Юнівест Медіа. 2008. 448 с.
60. Примак І.Д., Манько Ю.П., Танчик С.П. Бур'яни у землеробстві України: прикладна гербологія. Б. Церква: вид. БДАУ, 2005. – 664 с.
61. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку ґрунту в сучасному землеробстві України. К.:КВІЦ, 2007. – 272 с.
62. Примак І.Д., Лотаненко І.І., Манько Ю.П. Наукові основи землеробства. К.:КВІЦ, 2008. – 236 с.
63. Примак І.Д., Єщенко В.О., Манько Ю.П. Сівозміни в землеробстві України. К.:КВІЦ, 2008. 347 с.
64. Программирование урожаяв – в основу прогрессивных технологий /Под ред. А.А. Собко. К.: Урожай, 1984. 152 с.
65. Растениеводство / Под ред. В.Н. Степанова, В.И. Лук'янова. М.: Колос, 1971. 488 с.
66. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. 637 с.
67. Рижук С.М., Слюсар І.Т. Агроекологічні основи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України. К.: Аграрна наука. 2006. 424 с.
68. Роде А.А. Водный режим почв и его типы // Почвоведение. 1956. № 4. С.1-23.
69. Роде А.А. Основы учения о почвенной влаге. Т.1. Водные свойства почв и передвижение почвенной влаги. Л.: Гидрометеиздат, 1965. 664 с.
70. Розміщення виробничих сил Української РСР. Збірник. Випуск 6-7. К.: наукова думка. 1968. 304 с.
71. Розміщення і зональна спеціалізація сільського господарства Української РСР // За редакцією П.Г. Дубінова, І.І. Жадана, М.І. Щура. К.: Урожай. 1979. 292 с.
72. Розміщення продуктивних сил України //За редакцією Є.П. Качана. Київ: Вища школа. 1998. 375 с.

73. Розміщення продуктивних сил України // За редакцією Є.П. Качана. Видання друге доповнене. Київ: Вища школа. 2002. 552 с.
74. Рубін С.С. Сівозміни. К.: Держсільгоспвидав. 1962. 110 с.
75. Савицький К.А. Прогресивна технологія виробництва гречки. . К.: Т-во “Знання” УРСР, 1985. – 31 с.
76. Сахарная свекла. Основы агротехники / Под ред. В.Ф. Зубенко. – К.: Урожай. 1979. – 416 с.
77. Система применения удобрений / Под общей ред. А.П. Лисовала. К.: Вища школа. 1989. 319 с.
78. Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства / За ред. О.О. Собка. – К.: Урожай, 1985. – 296 с.
79. Сівозміни у землеробстві України / За ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. К.: Аграрна наука, 2002. 148 с.
80. Собко О.О. Роль вологи у комплексі факторів урожайності // Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. К.: Аграрна наука, 2001. 215 с.
81. Справочник по пестицидам. Под редакцией Мельникова. М.: Химия, 1985. - 352 с.
82. Стебут И.А. Избранные сочинения. М.: Наука, т.1. 1956. – 791 с. т.2. 1957. – 631 с.
83. Танчик С.П., Дмитришак М.Я., Алімов Д.М. Технології виробництва продукції рослинництва. К.: Видавничий дім “Слово”, 2008. – 1000 с.
84. Технология производства продукции растениеводства / Под ред. И.П. Фирсова. М.: Агропроиздат, 1989. – 432 с.
85. Тимирязев К.А. Земледелие и физиология растений. М.-Л. 1926. 289 с.
86. Третьяков Н.Н., Ягодин Б.А., Туликов А.М. Основы агрономии. М. ПрофОбрИздат, 2002. – 360 с.
87. Туликов А.М. Сорные растения и борьба с ними. М.: Московский рабочий, 1982.
88. Удобрення садів / За ред. Г.Н.Карпенчука. К.: Урожай, 1991. 241 с.
89. Український радянський енциклопедичний словник. К. т. 1. 1986. 752 с.
90. Український радянський енциклопедичний словник. К. т. 2. 1987. 736 с.
91. Український радянський енциклопедичний словник. К. т. 3. 1987. 736 с.
92. Фомичов А.М. Прогресивна технологія виробництва кормових коренеплодів. К.: Т-во “Знання” УРСР, 1990. – 48 с.
93. Хржановский В.Г. Курс общей ботаники. Часть 2. Систематика растений. М.: Высшая школа. 1982. 544 с.
94. Хржановский В.Г., Пономаренко С.Ф. Ботаніка К.: Вища школа. 1985. 391 с.
95. Церлинг В.В. Диагностика питания растений по их химическому анализу / Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. С.487-519.
96. Чудновский А.Ф. Физика теплообмена в почве. М.-Л. Наука. 1959. 220 с.
97. Шикула М.К., Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капштик М.В. Охорона ґрунтів. К.: Тов-во «Знання» КОО. 2004. - 398 с
98. Щербак И.Е. Почвозащитная технология возделывания зерновых культур южных районов Украины. М.: Агропромиздат, 1979. –239 с.
99. Яковлев С.О. Коренева система сільськогосподарських культур при зрошенні // Зрошення. Вип. 81/7. Київ.: Держсільгоспвидав УРСР, 1962. - С. 40-65.
100. Якушкин Н.В. Агротехника полевых культур. М. 1955. 384 с.
101. Яришева Н.Ф. Основы природознания. Природа України. К.: Вища школа. 1995. 335 с.
102. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT, 2003, <http://www.fao.org/>.
103. Fertilization for Sustainable Plant Production and Soil Fertility. 11th World Fertilizer Congress. Gent-Belgium. C.I.E.C. 1997. 331 p.
104. 11th Nitrogen Workshop. Reims. France. INRA. 2001. 538 p.
105. Steiner R.: Gelsteswissenschaftliche Grundlage sum Gedeihen der Landwirtschaft. Land wirtsschaftlicher Kurs. Verlad R. Steiner Nachlaßverwaltung, Dermach 1979, 6 Aufl.

Зміст

| | Стр. |
|--|-----------|
| Вступ у землеробство..... | 3 |
| Землеробство як сільськогосподарська галузь і наука..... | 3 |
| Історія розвитку землеробства як науки | 4 |
| Частина 1. Загальні положення..... | 7 |
| Розділ 1. Рослини й умови їхнього життя..... | 7 |
| 1.1. Фактори життя рослин..... | 7 |
| 1.2. Корінь – орган поглинання елементів живлення..... | 11 |
| 1.3. Фізіологічна характеристика елементів живлення..... | 13 |
| 1.4. Поглинання іонів кореневим волоском..... | 21 |
| 1.5. Мінеральне голодування рослин..... | 22 |
| 1.6. Основні закони землеробства..... | 25 |
| Розділ 2. Відтворення родючості ґрунту й оптимізація умов життя рослин..... | 28 |
| 2.1. Поняття про родючість і окультурення ґрунту..... | 28 |
| 2.2. Фактори родючості ґрунту й заходи їх регулювання..... | 29 |
| 2.2. 1. Уміст і склад органічної речовини ґрунту..... | 30 |
| 2.2.2. Ґрунтова біота..... | 34 |
| 2.2.3. Фітосанітарний стан ґрунту..... | 35 |
| 2.2.4. Агрофізичні фактори родючості ґрунту і їх регулювання..... | 36 |
| 2.2.5. Значення товщини орного шару..... | 38 |
| 2.2.6. Водний режим ґрунту й його регулювання | 39 |
| 2.2.6.1. Види води у ґрунті | 39 |
| 2.2.6.2. Вологість ґрунту | 41 |
| 2.2.6.3. Вологоємність ґрунту..... | 42 |
| 2.2.6.4. Водопроникність ґрунтів і порід | 43 |
| 2.2.6.5. Водний режим ґрунту і його типи | 45 |
| 2.2.6.6. Регулювання водного режиму ґрунту | 50 |
| 2.2.7. Повітряний режим і його регулювання | 51 |
| 2.2.8. Температурний режим і його регулювання | 53 |
| Розділ 3. Бур'янисті рослини й заходи їх контролювання..... | 60 |
| 3.1. Шкода якої завдають бур'янисті рослини..... | 60 |
| 3.2. Біологічні властивості бур'янистих рослин..... | 62 |
| 3.3. Агробіологічні групи бур'янистих рослин і їх, класифікація..... | 68 |
| 3.4. Спосіб обліку бур'янистих рослин і пороги їхньої шкідливості..... | 79 |
| 3.5. Заходи контролювання бур'янів..... | 82 |
| 3.5.1. Запобіжні заходи..... | 83 |
| 3.5.2. Попереджувальні (профілактичні) заходи | 84 |
| 3.5.2.1. Фізичні заходи..... | 84 |
| 3.5.2.2. Механічні заходи..... | 84 |
| 3.5.3. Винищувальні заходи..... | 84 |
| 3.5.3.1. Хімічні заходи..... | 84 |
| 3.5.3.1.1. Класифікація гербіцидів..... | 86 |
| 3.5.3.1.2. Умови ефективного застосування гербіцидів та допустимі рівні вмісту в об'єктах навколишнього середовища..... | 87 |
| 3.5.3.1.3. Характеристика й використання гербіцидів на посівах культур..... | 92 |
| 3.5.3.1.4. Техніка безпеки при роботі з гербіцидами..... | 96 |
| 3.5.3.2. Біологічні заходи..... | 97 |
| 3.5.4. Спеціальні заходи..... | 98 |

| | |
|---|------------|
| 3.5.4.1. Фітоценотичні заходи..... | 98 |
| 3.5.4.2. Екологічні заходи..... | 99 |
| 3.5.4.3. Організаційні заходи..... | 99 |
| 3.5.4.4. Комплексні заходи контролю бур'янів..... | 99 |
| Розділ 4. Сівозміни..... | 101 |
| 4.1. Поняття про сівозміну і її елементи..... | 101 |
| 4.2. Наукові основи чергування культур..... | 104 |
| 4.3. Попередники і їхня агротехнічна оцінка..... | 107 |
| 4.4. Класифікація сівозмін, їх орієнтовні схеми..... | 117 |
| 4.5. Спеціалізація сівозмін у агро-кліматичних зонах..... | 121 |
| 4.6. Особливості формування сівозмін на зрошуваних землях..... | 123 |
| 4.7. Сівозміни на осушених землях..... | 124 |
| 4.8. Сівозміни на еродованих землях..... | 125 |
| 4.9. Проектування, введення й освоєння сівозмін..... | 126 |
| Розділ 5. Обробіток ґрунту..... | 129 |
| 5.1. Наукові основи обробітку ґрунту..... | 129 |
| 5.2. Фізико-механічні й технологічні властивості ґрунту..... | 130 |
| 5.3. Технологічні операції при обробітку ґрунту..... | 132 |
| Спеціальні заходи обробітку ґрунту..... | 134 |
| 5.4. Класифікація способів механічного обробітку ґрунту..... | 135 |
| 5.5. Заходи механічного обробітку ґрунту..... | 136 |
| 5.5.1. Заходи поверхневого обробітку ґрунту..... | 136 |
| 5.5.2. Заходи середнього обробітку ґрунту..... | 141 |
| 5.5.3. Заходи глибокого обробітку ґрунту..... | 142 |
| 5.5.4. Заходи надглибокого обробітку ґрунту..... | 143 |
| 5.5.5. Оранка – захід обробітку ґрунту загального призначення..... | 144 |
| 5.5.5.1. Форми плугів і їх призначення..... | 144 |
| 5.5.5.2. Техніка проведення оранки..... | 146 |
| 5.5.5.3. Швидкісний обробіток ґрунту..... | 148 |
| 5.6. Системи обробітку ґрунту..... | 148 |
| 5.6.1. Системи обробітку ґрунту під ярі культури..... | 149 |
| 5.6.1.1. Системи основного обробітку ґрунту під ярі культури..... | 149 |
| 5.6.1.2. Системи допосівного обробітку ґрунту під ярі культури..... | 151 |
| 5.6.2. Системи обробітку ґрунту під озимі культури..... | 152 |
| 5.6.2.1. Основний обробіток під чисті пари..... | 153 |
| 5.6.2.2. Основний обробіток після парозаймаючих культур і непарових попередників..... | 153 |
| 5.6.2.3. Весняно-літній обробіток чистих парів..... | 154 |
| 5.6.2.4. Допосівний обробіток ґрунту після парозаймаючих культур і непарових попередників..... | 155 |
| 5.6.3. Система обробітку ґрунту під проміжні культури..... | 156 |
| 5.7. Сівба, садіння та система післяпосівного обробітку ґрунту..... | 157 |
| 5.7.1. Значення сортового насіння..... | 158 |
| 5.7.1. Значення сортового насіння..... | 159 |
| 5.7.3. Підготовка насіння до сівби..... | 161 |
| 5.7.3.1. Призначення й заходи підготовки..... | 161 |
| 5.7.3.2. Характеристика протруювачів, стимуляторів росту, біопрепаратів й допустимі рівні вмісту в об'єктах природного середовища..... | 163 |
| 5.7.4. Терміни сівби..... | 167 |
| 5.7.5. Способи сівби..... | 167 |
| 5.7.6. Норма висіву..... | 169 |

| | |
|--|-----|
| 5.7.7. Глибина сівби..... | 170 |
| 5.7.8. Контролювання якості посівних робіт..... | 170 |
| 5.7.9. Післяпосівний обробіток і догляд за посівами..... | 171 |
| 5.7.9.1. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за озимими культурами..... | 171 |
| Характеристика інсектицидів для контролю шкідників й допустимі рівні вмісту в об'єктах природного середовища..... | 172 |
| 5.7.9.2. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за ярими зерновими..... | 175 |
| 5.7.9.3. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за просапними культурами..... | 176 |
| Характеристика інсектицидів для контролю шкідників на посівах просапних культур..... | 177 |
| 5.7.9.4. Післяпосівний обробіток ґрунту й догляд за багаторічними травами..... | 178 |
| 5.8. Особливості обробітку ґрунту на меліорованих землях..... | 179 |
| 5.8.1. Особливості обробітку ґрунту в умовах зрошення..... | 179 |
| 5.8.2. Обробіток новоосвоєних земель та ґрунту в умовах осушення..... | 180 |
| 5. 9. Шляхи й умови мінімалізації обробітку ґрунту..... | 183 |
| 5.10. Контролювання якості обробітку ґрунту..... | 184 |
| | |
| Розділ 6. Ерозія та охорона ґрунту | 189 |
| 6.1. Види ерозії..... | 189 |
| 6.2. Збитки й наслідки ерозії..... | 192 |
| 6.3. Формування водного стоку..... | 194 |
| 6.3.1. Закономірності руху води..... | 194 |
| 6.3.2. Коефіцієнт шорсткуватості поверхні..... | 194 |
| 6.3.3. Водозбірна площа..... | 195 |
| 6.3.4. Елементи балансу води для басейна..... | 196 |
| 6.3.5. Мінливість і забезпеченість стоку..... | 197 |
| 6.3.6. Транспортування й акумуляція наносів..... | 199 |
| 6.4. Фактори водної ерозії ґрунтів..... | 200 |
| 6.4.1. Кліматичні фактори..... | 200 |
| 6.4.2. Топографічні фактори..... | 203 |
| 6.4.3. Ґрунтові й літологічні фактори..... | 207 |
| 6.4.4. Біогенні фактори..... | 210 |
| 6.4.5. Антропогенні фактори..... | 211 |
| 6.5. Фактори вітрової ерозії..... | 211 |
| 6.5.1. Шорсткуватість поверхні й вертикальний розподіл швидкості повітряного потoku..... | 211 |
| 6.5.2. Транспортування й акумуляція наносів вітром..... | 212 |
| 6.5.3. Кліматичні фактори..... | 213 |
| 6.5.4. Топографічні фактори..... | 215 |
| 6.5.5. Протидефляційна стійкість ґрунтів..... | 215 |
| 6.6. Принципи формування протиерозійного захисту..... | 216 |
| 6.6.1. Агротехнічні протиерозійні заходи..... | 218 |
| 6.6.1.1. Використання ґрунтозахисних властивостей рослинності..... | 219 |
| 6.6.1.2. Протиерозійний обробіток ґрунту..... | 221 |
| 6.6.1.3. Способи обробітку ґрунтів з водозатриманням..... | 223 |
| 6.6.1.4. Особливості агротехніки у районах поширення вітрової ерозії..... | 226 |
| 6.6.2. Агролісомеліоративні протиерозійні заходи..... | 227 |
| 6.6.2.1. Загальні уявлення..... | 227 |
| 6.6.2.2. Стокорегулюючі лісові насадження..... | 228 |
| 6.6.2.3. Кріплення вершин, вирівнювання й засипання ярів та балок..... | 229 |
| 6.6.2.4. Лучно-меліоративні заходи..... | 231 |
| 6.6.3. Протиерозійні меліорації..... | 232 |

| | |
|---|------------|
| 6.6.4. Протиерозійна організація території..... | 236 |
| Розділ 7. Системи землеробства | 241 |
| 7.1. Розвиток наукових основ про системи землеробства..... | 241 |
| 7.2. Фактори еволюції й класифікація систем землеробства..... | 243 |
| 7.2.1. Примітивні системи землеробства..... | 243 |
| 7.2.2. Екстенсивні системи землеробства..... | 244 |
| 7.2.3. Перехідні системи землеробства..... | 245 |
| 7.2.4. Сучасні інтенсивні системи землеробства..... | 246 |
| 7.2.5. Зональні, адаптивні-ландшафтні й альтернативні системи землеробства..... | 248 |
| 7.3. Структура й зміст сучасних систем землеробства..... | 249 |
| 7.4. Земельні ресурси та структура посівних площ..... | 252 |
| Предметний покажчик..... | 256 |
| Іменний покажчик..... | 260 |
| Використана література..... | 262 |
| Зміст | 265 |

Авторська редакція
Підписано до друку 30.03.2010
Формат 60x84 1/8. Ум. др. арк. 16,75
Папір офсетний. Друк офсетний.
Гарнітура Times New Roman.

| | |
|---|------------|
| 6.6.4. Протиерозійна організація території..... | 236 |
| Розділ 7. Системи землеробства | 240 |
| 7.1. Розвиток наукових основ про системи землеробства..... | 240 |
| 7.2. Фактори еволюції й класифікація систем землеробства..... | 243 |
| 7.2.1. Примітивні системи землеробства..... | 243 |
| 7.2.2. Екстенсивні системи землеробства..... | 244 |
| 7.2.3. Перехідні системи землеробства..... | 245 |
| 7.2.4. Сучасні інтенсивні системи землеробства..... | 246 |
| 7.2.5. Зональні, адаптивні-ландшафтні й альтернативні системи землеробства..... | 248 |
| 7.3. Структура й зміст сучасних систем землеробства..... | 249 |
| 7.4. Земельні ресурси та структура посівних площ..... | 252 |
| Предметний покажчик..... | 256 |
| Іменний покажчик..... | 260 |
| Використана література..... | 262 |
| Зміст | 265 |

Електронна версія
Авторська редакція
 Підписано до друку 30.03.2010
 Формат 60x84 1/8. Ум. др. арк. 16,75
 Папір офсетний. Друк офсетний.
 Гарнітура Times New Roman.