І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П. Манько,
М. І. Трегуб, О. І. Примак

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ В СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ УКРАЇНИ

І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П. Манько,
М. І. Трегуб О. І. Примак

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ В СУЧАСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ УКРАЇНИ

За редакцією доктора сільськогосподарських наук,
професора І. Д. Примака

Затверджено Міністерством аграрної політики України
як навчальний посібник для студентів агрономічних спеціальностей
вищих аграрних закладів освіти III—IV рівнів акредитації

КВІЦ
2007

УДК 631.512
ББК 40.3
Р44

Автори: **І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П. Манько, М. І. Трегуб, О. І. Примак**

Рецензенти:
Д. Г. Тихоненко, доктор с.-г. наук, професор
І. Ф. Підпалий, доктор с.-г. наук, професор
М. Я. Бомба, доктор с.-г. наук, професор

Р44 Ресурсозберігаючі технології механічного обробітку грунту в сучасному землеробстві України / І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П Манько, М. І. Трегуб, О. І. Примак. — К.: "КВІЦ", 2007 — 272 с., іл.

Висвітлено теоретичні і практичні основи раціонального механічного обробітку грунту; заходи обробітку, спрямовані на вирішення проблем ущільнення грунтів, захисту їх від ерозії Іконтролю забуряненості. Узагальнені дослідження і передовий виробничий досвід щодо регулювання водно-повітряного, теплового і поживного режимів, мінімалізації обробітку і осилення його грунтозахисної ролі, удосконалення заходів і способів обробітку грунту в сучасних зональних системах землеробства. Рекомендовані енергозберігаючі і грунтозахисні системи механічного обробітку грунту стосовно різних грунтово-кліматичних зонах України, спрямовані на відтворення та підвищення родючості грунтів.

ISBN 978-966-2003-19-2 ББК 40.3

© І. Д. Примак, В. О. Єщенко, Ю. П. Манько, М. І. Трегуб, О. І. Примак
© Оригінал-макет "Білоцерківський державний аграрний університет"

ISBN 978-966-2003-19-2

ВСТУП

Землеробство починається з обробітку грунту, який суттєво змінює його біологічні, фізичні, агрохімічні та гідрологічні властивості. Підвищення культури землеробства вимагає застосування у кожному господарстві диференційованої системи обробітку, яка враховувала б різноманітність грунтів і їх властивості, реакцію культур на умови ґрунтового середовища, особливості кліматичних і погодних умов, а також необхідність проведення польових робіт в оптимальні агротехнічні строки.

Від стану орного шару, що регулюється механічною дією ґрунтообробних знарядь і машин, значною мірою залежить урожайність сільськогосподарських культур. Біологічна активність орного шару в різні за погодними умовами роки визначається ступенем розпушування грунту. У оптимально розпушеному ґрунті підвищується водо- і повітропроникність, вологоємкість, створюються оптимальні умови для нагромадження і збереження вологи.

Механічний обробіток ґрунту є важливим заходом контролю бур'янів, шкідників і хвороб рослин, забезпечує сприятливі умови для розвитку їх кореневої системи, загортання в грунтове середовище стерні, добрив, гербіцидів, насіння та ін.

Необхідність вдосконалення зональних систем обробітку грунту зумовлюється не тільки причинами економічного характеру — підвищенням продуктивності праці, зниженням собівартості продукції, але й екологічними: поліпшенням агрофізичних властивостей та гумусового балансу, зменшенням втрат вологи та поживних речовин і захистом грунтів від водної та вітрової ерозії.

Із виникненням нових форм власності в сільському господарстві створюються умови для вдосконалення традиційно усталених заходів і способів обробітку грунту, виникає потреба в уточненні та перегляді деяких теоретичних положень механічного обробітку відповідно до грунтово-кліматичних умов, сівозмін чи окремих культур.

Досвід передових великих за розмірами колективних і малих фермерських господарств та результати досліджень наукових установ свідчать про невиправданість застосування в усіх грунтово-кліматичних зонах України однотипної системи обробітку грунту під усі вирощувані сільськогосподарські культури. Навіть в межах конкретного господарства чи не найкраща система обробітку грунту в роки з різними погодними умовами може мати протилежні наслідки. Все це вказує на необхідність на основі узагальнення найголовніших досягнень аграрної науки та передового виробничого досвіду розробки диференційованих систем обробітку, які передбачали б використання різних способів і заходів обробітку, націлених на поліпшення родючості грунту, підвищення урожайності сільськогосподарських культур і зниження енергозатратності виробництва. У зв'язку з останнім аргументом та перспективою скорочення енергетичних ресурсів галузі землеробства заслуговує на увагу адаптація в умовах України систем мінімального та нульового обробітку грунту.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВО — КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ОСНОВНИХ ЗОН УКРАЇНИ

1.1. Полісся, передгірні та гірські райони Карпат

Полісся займає північну й північно-західну частину України. Це — північні райони Рівненської, Волинської, Житомирської, Київської, Чернігівської та Сумської областей, а також північна і північно-західна частина Львівської оласті, Кременецький і Шумський райони Тернопільської, Полонський, Славутський та Шепетівський райони Хмельницької області.

До Полісся відносять 16 % території України,до яких належать 11 млн га, плакорних угідь, а також передгірні та гірські райони Карпат площею — 3,5 млн га.

Клімат зони помірно континентальний. Середньомісячна температура повітря в січні коливається від мінус 6,5 °С на сході до мінус 2,9 °С на заході, влітку від 14 °С у районах Карпат до 19 °С у східних районах і Закарпатті. Річна кількість опадів становить 550—700 мм. Майже 70 % їх випадає у теплий період року.

Вологозабезпеченість культур у цілому достатня, але іноді все ж таки виникають посухи і суховії. Навесні вони можуть супроводжуватися вітровою ерозією, особливо на піщаних грунтах і осушених торфовищах.

Полісся відзначається низинним рельєфом, наявністю широких і заболочених річкових долин, високим рівнем підгрунтових вод. Тут переважають дерново-підзолисті грунти. Значна частина їх має низький вміст гумусу і поживних речовин, кислу реакцію, обмежений кореневмісний шар, несприятливі водно-фізичні властивості.

Залежно від ступеня підзолистого процесу серед дерново-підзолистих грунтів виділяють такі відміни.

Дерново-слабопідзолисті піщані грунти відзначаються високою водопроникністю, низькою вологоємністю і слабкою водопідіймальною здатністю, що є причиною несприятливого водного режиму. Товщина гумусового горизонту 8—15 см, вміст гумусу 0,5—1 % , реакція грунтового розчину кисла.

Дерново-слабопідзолисті глинисто-піщані грунти містять глинистої фракції 6—10 %, мулу — 2—5, гумусу — 1—1,5 %. Товщина гумусового горизонту на малоокультурених грунтах 20, на окультурених — 25—27 см. Дещо багатші на поживні речовини, насиченість основами — 55—67 %.

Дерново-середньопідзолисті супіщані грунти займають переважно вододіли і становлять за площею 52 % грунтів дерново-підзолистого типу. Вміст глинистих часток — 4—10, гумусу — до 1,5 %. Товщина орного шару на окультурених грунтах — 28—30 см. Фізико-хімічні й біологічні властивості кращі, ніж у попередніх відмін.

Дерново-сильнопідзолисті легкосуглинкові грунти становлять 8 % площ дерново-підзолистих і є найкращими грунтами даного типу. Містять 10—12 % глинистих часток і 1,3—2 % гумусу. Через низьку насиченість основами (65—80 %) і кислотність потребують вапнування, внесення органічних та мінеральних добрив.

Дерново-підзолисті глейові грунти займають 25 % площі дерново-підзолистих переважно в західному та правобережному Поліссі. Близьке залягання підгрунтових вод є причиною оглеєння, анаеробних процесів розкладу, більшої кислотності, погіршення поживного режиму.

Окремими островами на лесових породах трапляються родючі *світло-сірі, сірі, темно-сірі лісові* грунти, а також *чорноземи опідзолені*. У заплавах річок та зниженнях рельєфу на вододілах поширені гідроморфні грунти — *лучні, лучно-болотні й торфовища*.

У гірських районах Карпат поширені *бурі лісові* грунти, у Передкарпатті — *дерново-підзолисті* та *буроземно-підзолисті* переважно оглеєні, у Закарпатському передгір'ї — буроземно-підзолисті та дерново-підзолисті грунти. У цих грунтів висока кислотність (pH — 4,3—5,7), низька насиченість основами (50—80 %), низькі запаси гумусу (50—200 т/га), високий вміст рухомого алюмінію, незначна товщина кореневмісного шару (48—80 см). У зв'язку з оглеєнням і наявністю ілювіального горизонту більшість грунтів має незадовільний водно-повітряний режим. Поряд з оглеєними грунтами значну площу займають малородючі еродовані грунти.

Обробіток грунту в Поліссі спрямовують на підвищення ефективної родючості та збагачення грунту органічними речовинами, поліпшення його водно-фізичних та біологічних властивостей, усунення зайвої кислотності, захисту від ерозії, знищення бур'янів, шкідників та збудників хвороб.

1.2. Лісостеп

Лісостеп розташований у центральній частині України і займає 34,6 % її території. Клімат помірно континентальний. Середньомісячна температура в січні та лютому коливається від мінус 4 °С на заході до мінус 8 °С на сході. Взимку бувають досить тривалі інтенсивні відлиги. Літо відзначається високими сталими температурами. У липні середньомісячна температура повітря коливається від 10 °С на заході до 20 °С на сході. Сніговий покрив з'являється в середньому в кінці листопада, сходить — у кінці березня. Кількість днів із сніговим покривом змінюється від 110 у північно-східній частині до 70 у південно-східній. Середня висота його 20—30 см.

Опади випадають нерівномірно. Кількість їх зменшується в напрямку з північного заходу на південний схід від 550—600 до 450—500 мм відповідно. За теплий період (квітень — жовтень) у середньому в Лісостепу випадає 350—400 мм опадів, а на заході — не менше 500 мм.

За умовами зволоження зону ділять на три підзони.

Підзона достатнього зволоження включає лісостепові райони Волинської, Рівненської, Львівської, Тернопільської, Чернівецької (крім східних рай-

онів), Хмельницької і Житомирської областей, північно-західні райони Вінницької та північні лісостепові райони Чернігівської і Сумської областей.

Річна кількість опадів становить 570—600, а за вегетаційний період — 380—450 мм. Сума температур понад 10 °С досягає 2300—2500 °С.

Тривалі посушливі періоди практично відсутні. Більшу частину років водний режим грунту для культур, які тут вирощуються, сприятливий.

Підзона нестійкого зволоження охоплює Вінницьку (крім північно-західних районів) і Черкаську області, східні райони Чернівецької, північні райони Одеської та північно-західні райони Кіровоградської областей, лісостепові райони Київської, Чернігівської, Харківської і Сумської областей (крім північних районів), а також північні та центральні райони Полтавської області.

У середньому за рік випадає 480—500 мм опадів, у північній і центральній частині 30—37 % років буває з кількістю опадів менше 400 мм, а в південній та східній частинах таких посушливих років буває 4—5 з десяти.

Підзона недостатнього зволоження включає південні лісостепові райони Харківської і Полтавської, південно-західні та північно-східні лісостепові райони Кіровоградської областей. За рік випадає 430—480 мм опадів, а за вегетаційний період — 300—340. Сума температур понад 10 °С досягає 2900 °С. Кожний третій рік буває посушливий.

Рельєф зони в основному рівний, але є й хвилясті території, у зв'язку з чим орні землі значною мірою зазнають водної ерозії, особливо у правобережній частині зони.

Грунти сформовані в основному на карбонатних лесах і лесоподібних суглинках. Вони вирізняються значною дренованістю, добре і задовільно забезпечені вологою, мають високу потенційну родючість. Більше половини (55,3 %) орних земель становлять чорноземи типові мало- та середньогумусні. Перші характеризуються глибоким гумусованим профілем (115—125 см). Гумусу містять 3—5,5 %, добре насичені кальцієм, мають водостійку зернисту структуру, добрі фізичні властивості.Чорноземи типові середньогумусні мають менший, але краще гумусований профіль (110—115 см), в орному шарі міститься 5,5—7 % гумусу. Це найродючійші грунти, але їх треба старанно обробляти, вносити органічні й мінеральні добрива, а вилугувані — вапнувати.

Значні площі (39 %) займають світло-сірі та сірі лісові грунти й чорноземи опідзолені (26 %). Світло-сірі та сірі лісові грунти мають чітко виражені елювіальні та ілювіальні горизонти. Товщина гумусового профілю 30—40 см. Вони слабокислі (pH 5,2—5,9), мало насичені увібраними основами. Вміст гумусу у легкосуглинкових відмінах — 1,6—2,3 %, важкосуглинкових — до 2,3—3 %.

Чорноземи опідзолені та темно-сірі лісові грунти родючіші, ніж світло-сірі й сірі. Товщина гумусового профілю темно-сірих грунтів досягає 50—80 см, вміст гумусу становить 3—4,5 %, а чоноземів опідзолених — відповідно 80—90 см і 3,5—4%. За гранулометричним складом у зоні 33,6 % загальної площі ріллі становлять легкосуглинкові й супіщані грунти, 39,2 — середньосуглинкові, 27,2 % —важкосуглинкові й глинисті.

Більше п'ятої частини орних земель зони — еродовані. За фізико-хімічними властивостями чорноземи слабозмиті близькі до незмитих. Вони мають зернисту водотривку структуру, такий самий гранулометричний склад, високу насиченість колоїдного комплексу кальцієм і магнієм, добру водовбирну здатність. Відрізняються від незмитих меншою товщиною гумусового горизонту на 5—20 см. У середньозмитих грунтів на поверхню виходить перехідний до материнської породи слабогумусований горизонт з погіршеною структурою. Ці грунти схильні до запливання і утворення кірки, мало водопроникні й бідні на поживні речовини. Сильнозмиті грунти втратили гумусовий і частину перехідного горизонтів (чорноземи) або частину ілювіального (опідзолені й солонцюваті грунти). Вони мають погані фізичні властивості, збіднені на гумус і поживні речовини.

Основне завдання системи обробітку грунту в Лісостепу полягає у підвищенні ефективності внесених добрив, боротьбі з бур,янами та захисті грунтів від ерозії. У районах недостатнього та нестійкого зволоження першочер-гове завдання — раціональне використання вологи, а в західних — поліпшення агрофізичних властивостей орного та підорного шарів грунту.

1.3. Степ

Степова зона займає південну та південно-східну частину України. Що складає 46,5 % площі сільськогосподарських угідь країни.

За умовами теплового режиму, зволоженням території і грунтового покриву зону ділять на північну і південну підзони. Природною межею між ними є лінія переходу чорноземів звичайних у південні.

Північний Степ. У підзону входять Дніпропетровська, Луганська, Донецька області, південні та південно-східні райони Кіровоградської, Полтавської і Харківської областей, північні райони Миколаївської, Херсонської та Запорізької областей, північна і центральна частини Одеської області.

Клімат континентальний. Середньомісячна температура повітря в січні від мінус 4 до мінус 8 °С, у липні — від 21 до 23 °С.

Середньорічна кількість опадів — 425—450мм. Розподіляються вони нерівномірно, бездощові періоди часто досягають 25—30 днів. Високі температури та низька відносна вологість повітря нерідко викликають посуху, особливо у другій половині літа. Сильні вітри викликають дефляцію грунту.

Рельєф переважно рівний, порушений по окраїнах Донецьким кряжем і відрогами Середньоруської, Приазовської та Волино-Подільської височин.

Найбільш поширені у північному Степу чорноземи звичайні (59 %). Вони мають високу вбирну здатність, добре насичені кальцієм (90—95% вбирного комплексу), реакція грунтового розчину нейтральна або слаболужна, вміст гумусу 3—5 %, відзначаються доброю структурою і фізичними властивостями, при достатній кількості вологи дуже родючі.

Особливе місце займають мало- і середньогумусні глибокі чорноземи Донецького кряжу, які утворилися на високому плато і пологих схилах. У центральній частині Донбасу поширені чорноземи на твердих породах.

Ці грунти важкого гранулометричного складу, безструктурні, малогумусні (до 3 %) і дуже піддаються водній ерозії.

Південний Степ охоплює південні та південно-західні райони Одеської області, південні райони Миколаївської і Запорізької областей, центральні та південні райони Херсонської області і Автономну Республіку Крим. Для цієї підзони властиві високі температури повітря в літні місяці, низька відносна вологість, часті суховії, грунтові та повітряні посухи.

У січні середня температура повітря становить від мінус 1,5 до мінус 5 °С, у липні — від 23 до 24 °С. Середньорічна кількість опадів становить 300—450 мм, з них у теплий період року — 200—250 мм, нерідко у вигляді злив, які супроводжуються градом, грозою чи бурею, що завдають значної шкоди сільському господарству. Майже щорічно бувають бездощові періоди різної тривалості, в тому числі раз у два роки тривалістю понад 40 днів. Найбільша кількість суховійних днів — у середньому за рік від 15 до 24 — спостерігається у причорноморсько-приазовському степу.

Південний Степ у більшій частині — це плоска або слабохвиляста рівнина, розчленована річковими долинами, ярами і балками.

У південному Степу переважають чорноземи південні, що займають 21,3 % орних земель. Вони характеризуються укороченим гумусовим профілем (50—80 см) важкосуглинковим і глинистим гранулометричним складом, серед увібраних катіонів переважає кальцій, а у ввібраного натрію в ілювіальному горизонті — понад 5 % ємкості вбирання. Чорноземи південні містять 3—4 % гумусу, багаті на поживні речовини і при забезпеченні вологою на них одержують високі врожаї сільськогосподарських культур.

На прилеглих до берегів Чорного і Азовського морів територіях поширені темно-каштанові й каштанові залишково-солонцюваті, здебільшого важкосуглинкові та глинисті грунти в комплексі з солонцями та осолоділими і оглеєними подовими грунтами. Грунтовий профіль (50—60 см) диференційований на елювіальний та ілювіальний горизонти. Гіпс і водорозчинні солі з'являються на глибині 2—3 м. Темно-каштанові грунти, як і чорноземи південні, характеризуються глибокою солонцюватістю. Вміст гумусу — 2—3,7 %. При зволоженні, особливо в умовах зрошення, на них одержують високі врожаї.

Каштанові солонцюваті грунти містять менше гумусу (1,5—2,5 %) та кальцію і майже безструктурні. Натрій міститься не лише в карбонатному, а й у перехідному (ілювіальному) горизонтах. Реакція грунтового розчину близька до нейтральної або слаболужна (pH 7—8,5). Це досить багаті на поживні речовини, але малородючі безструктурні грунти, що потребують зрошення, гіпсування, застосування плантажної оранки, при якій на поверхню вивертаються нижні карбонатні й гіпсоносні горизонти.

Для більшості території Степу характерні пилові бурі. Особливо часто вони повторяються у Херсонській, Миколаївській, Дніпропетровській і Запорізькій областях, у центральних районах Криму і східних районах Луганської області.

Головне завдання раціональної системи обробітку грунту в Степу — максимальне нагромадження та раціональне використання грунтової вологи і підвищення стійкості грунту проти водної та вітрової ерозії.

2. НАУКОВІ ОСНОВИ РАЦІОНАЛЬНОГО МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

2.1. Поняття, значення і завдання механічного обробітку ґрунту

Механічний обробіток ґрунту являє собою дію на нього робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь на ту чи іншу глибину для оптимізації ґрунтових умов життя рослин, підвищення родючості ґрунту і захисту його від водної та вітрової ерозії.

Механічний обробіток ґрунту поряд із сівозмінами і добривами є важливою ланкою інтенсивних систем землеробства. Нині широко застосовують ґрунтозахисні методи обробітку ґрунту, спрямовані на підвищення родючості та впровадження енергозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Під впливом раціонального механічного обробітку змінюються агрономічні властивості ґрунту, поліпшується водноповітряний, тепловий і поживний режими, знищуються бур'яни, підвищується урожайність сільськогосподарських культур. На фоні науково-обґрунтованого обробітку ґрунту підвищується агротехнічна і економічна ефективність чергування культур, застосування добрив, пестицидів, меліорації полів, сортових посівів і лісомеліоративних заходів. Він також запобігає появі шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських культур.

На відміну, наприклад, від удобрення чи зрошення полів, механічний обробіток сам по собі не додає ґрунту будь-якої речовини або енергії. Проте він змінює співвідношення об'ємів твердої, рідкої і газоподібної фаз у ґрунтовій системі і впливає на фізичні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні процеси, прискорюючи або уповільнюючи темп синтезу й руйнування органічної речовини.

Слід враховувати також, що обробіток ґрунту — один з найбільш енергомістких і вартісних складових технологій у землеробстві. У середньому на нього припадає 40 % енергетичних і 25 % трудових затрат загального обсягу польових робіт.

Обробіток ґрунту ефективний лише за умови, якщо його проводять з урахуванням властивостей ґрунтів, кліматичних і погодних умов, біологічних особливостей рослин та їх вимог до ґрунтового середовища. Ефективний вплив механічної дії на ґрунт посилюється тоді, коли глибина, способи і заходи обробітку здійснюються в науково обґрунтованій послідовності і тісній взаємодії з усіма іншими ланками системи землеробства. При цьому слід враховувати, що надмірний обробіток може призвести до руйнування ґрунту, втрати ним природної родючості та збільшення непотрібних витрат. Систему обробітку ґрунту необхідно постійно уточнювати в зв'язку з удосконаленням зональних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

Для забезпечення оптимальних ґрунтових умов для вирощуваних культур і одержання сталих та високих урожаїв обробітком грунту повинні вирішуватися такі завдання:

- надання грунту на тій чи іншій глибині дрібногрудочкуватого стану із сприятливою будовою, щоб забезпечити добрі водно-повітряний, тепловий і поживний режими;
- посилення кругообігу поживних речовин за рахунок залучення їх із глибших шарів грунту в орний та активізації корисних мікробіологічних процесів у грунтовому середовищі;
- знищення бур'янів, збудників хвороб і шкідників;
- загортання на потрібну глибину добрив і рослинних решток або залишення стерні на поверхні грунту;
- запобігання ерозійним процесам і пов'язаним з цим втратам води і поживних речовин;
- позбавлення життєздатності багаторічної рослинності під час обробітку цілинних і перелогових земель та полів, зайнятих сіяними багаторічними травами;
- надання необхідних властивостей і стану верхньому шару грунту для загортання висіяного насіння на задану глибину;
- запобігання підняття до поверхні сольових горизонтів і підвищення рівня підґрунтових вод;
- створення сприятливих умов для проведення наступних робіт технологічного циклу.

Правильно розроблена система обробітку грунту на сьогодні вважається одним із дійових заходів формування високих урожаїв. При поєднанні її з системою удобрення в сівозмінах вона забезпечує підвищення і найраціональніше використання родючості грунтів.

Застосування добрив, високоврожайних сортів інтенсивного типу, хімічних засобів контролю поширення бур'янів, шкідників і збудників хвороб культурних рослин ні в якій мірі не послаблює значення науково обґрунтованої системи обробітку грунту.

У зв'язку з широкою механізацією і хімізацією землеробства багато положень, які були висунуті у свій час класиками вітчизняної агрономічної науки, на сьогодні втратили своє значення. В останні роки у грунт надходить велика кількість сполук неферментативного, штучного синтезу (промислові й побутові стоки, відходи великих тваринницьких комплексів, мінеральні добрива і пестициди), тому механічний обробіток грунту повинен активізувати діяльність сапрофітних мікроорганізмів щодо руйнування цих сполук.

Особливе значення має обробіток грунту в справі захисту його від водної і вітрової ерозії. Слід зазначити, що ґрунтозахисний напрямок обробітку — одна із основних умов раціонального використання землі й подальшого удосконалення зональних систем землеробства. Дослідження, проведені в різних регіонах країни, показали, що як при водній, так і

вітровій ерозії відбувається насамперед втрата цінних мінеральних сполуки та активної частини гумусу. В результаті відбувається каолінізація і дегуміфікація верхнього еродованого шару грунту, що зумовлює розпорошення агрегатів, зниження водопроникності. Наприклад, втрата 1 % гумусу дорівнює недобору 6—8 ц/га зерна колосових культур. У боротьбі з ерозією значну роль відіграє правильний обробіток грунту, що запобігає та істотно знижує її руйнівну силу.

Встановлено, що під час вирощування сільськогосподарських культур різні машини проходять по полю від 5 до 20 разів за сезон. Під зерновими колосовими культурами сумарна площа слідів коліс (гусениць) тракторів, ґрунтообробних знарядь і транспортних засобів становить 100—200 %, а під просапними — 150—250 % площі поля. Тільки ходовими системами сільськогосподарських машин і знарядь грунт суцільно ущільнюється за сезон 1—2 рази і більше,від чого витрати на обробіток грунту зростають в 1,5—2 рази. Плужна підошва утруднює проникнення коріння у глибші шари грунту, різко погіршує водний режим. Рослини, вирощені на грунтах з плужною підошвою, навіть у вологі роки знаходяться в умовах посухи.

Впливаючи на розмір ґрунтових агрегатів, складення їх, співвідношення об'ємів твердої, рідкої та газоподібної фаз грунту, його механічний обробіток в підсумку регулює фізико-хімічні, хімічні й біологічні процеси в ґрунтовому середовищі та забезпечує прискорення або сповільнення процесів синтезу чи руйнування органічної речовини.

Обробіток грунту — це один із засобів регулювання водного й повітряного режимів оброблюваного шару. Він, з одного боку, сприяє нагромадженню вологи в грунті та зменшенню її непродуктивних втрат і створює умови для продуктивнішого використання рослинами вологи, а з другого — знижує кількість вологи в цьому шарі при надмірному зволоженні. Усунення надлишку вологи сприяє збільшенню загальної аерації і створенню оптимального співвідношенню води і повітря в грунті.

2.2. Технологічні процеси під час обробітку грунту

Під час механічного обробітку грунту під дією робочих органів грунтообробних машин і знарядь відбуваються такі технологічні процеси: обертання, розпушування і кришення, ущільнення і перемішування, вирівнювання поверхні, *підрізування бур'янів і створення мікрорельєфу грунту.*

Обертання грунту полягає у тому, що верхня частина орного шару переміщується вниз, а нижня — на поверхню. Необхідність такого переміщення зумовлюється рядом причин. Як відомо, орний шар являє собою частину кореневмісної товщі грунту. В ньому розвивається основна маса коріння сільськогосподарських культур. Під впливом комплексу заходів (обробіток, удобрення, зрошення та ін.) орний шар набуває ряду властивостей, які відрізняють його від глибших шарів: в ньому більше перегною, він має кращу будову, вищу біологічну активність. Від сівби до збирання врожаю сільськогосподарських культур під впливом ряду факторів (механічний обробіток

грунту, атмосферні опади, добрива, діяльність мікроорганізмів) спостерігається диференціація орного шару, завдяки чому, наприклад, верхня частина порівняно з нижньою стає більш розпиленою і ущільненою. При обертанні поліпшуються фізичні властивості скинутої на дно борозни верхньої частини орного шару. Обертання необхідне для загортання післяжнивних решток і дернини, органічних і мінеральних добрив, а також насіння бур'янів, зачатків хвороб і шкідників сільськогосподарських культур.

На чорноземних грунтах обертанням піднімається на поверхню підорний шар, який, як правило, має кращі фізичні властивості й менше засмічений насінням бур'янів.

На дерново-підзолистих грунтах цим процесом залучається в орний шар менш родюча частина підзолистого горизонту, яка поступово окультурюється. Таким чином створюється глибший орний шар.

Обертання проводять також для зниження і усунення шкідливої дії на рослини закисних сполук на важких і надмірно зволожених грунтах.

Слід зазначити, що обертання грунту не завжди є корисним. За посушливих умов у весняно-літній період при переміщенні більш вологого шару на поверхню грунт швидко висихає. В районах вітрової ерозії при повному загортанні післяжнивних решток втрачається не тільки волога, але і верхній родючий шар грунту внаслідок його видування. Питання про доцільність застосування цієї технологічної операції слід вирішувати з урахуванням погодних і ґрунтових умов, ступеня забур'яненості поля та властивостей вирощуваних культур.

Обертання найкраще виконується полицевими знаряддями — плугами (особливо ярусними) і лущильниками. Менш придатні для цієї мети дискові знаряддя.

Розпушування змінює взаємне розміщення ґрунтових часток і збільшує відстань між ними з метою збільшення об'єму і пористості грунту. При розпушуванні та кришенні грудочки грунту стають дрібнішими і, розміщуючись нещільно, збільшують його некапілярну та зменшують капілярну пористість, поліпшують аерацію, водо- і повітропроникність, посилюють біологічну діяльність, стабілізують тепловий режим. Все це сприяє поліпшенню мікробіологічної діяльності, створює умови для підвищення продуктивності сільськогосподарських рослин, особливо на важких грунтах, при достатньому й надмірному зволоженні. Розпушування необхідне для знищення на поверхні грунту твердої кірки, яка затримує ріст рослин і посилює втрату грунтом води.

Особливе значення розпушування грунту полягає в тому, що воно сприяє глибшому проникненню кореневої системи рослин. Дослідження показали, що при глибокому розпушуванні коріння заглиблюється не тільки в розпушені шари, але й у материнську породу, що особливо помітно в посушливих районах.

У посушливих чорноземних районах, наприклад, слід намагатись підтримувати дрібногрудочкуватий стан орного шару, який зумовлює

більш щільну його будову порівняно з поліськими районами, де за достатнього зволоження сприятливіші умови на важких за гранулометричним складом грунтах створюються крупногрудочкуватим станом орного шару і нещільною його будовою.

Періодичне випадання опадів і власна маса грунту, який на деякий час залишається без обробітку, призводять його до самоущільнення. В такому випадку навіть сприятлива за розмірами і водотривкістю структура орного шару на деяких грунтах не забезпечує збереження оптимальної щільності. Тому розпушування таких грунтів при необхідності треба повторювати. Кількість розпушувань залежить від кліматичних умов, типу грунту, його гумусованості, ступеня і характеру забур'яненості полів і біологічних особливостей культур. Менш структурні дерново-підзолисті грунти осідають і ущільнюються швидше, ніж структурні чорноземи, глинисті та важкосуглинкові грунти — швидше і сильніше, ніж піщані та супіщані. Більш розпушеного грунту вимагають корене- та бульбоплідні культури, а щільнішого — багаторічні трави і просо.

Для глибокого розпушування застосовують полицеві та дискові плуги, а для мілкого — лущильники, борони, культиватори. Добре розпушування забезпечують знаряддя з обертальними робочими органами — фрези, ротаційні мотики. Підорний шар без обертання можна розпушувати плугами з ґрунтопоглиблювачами і плугами з вирізними полицями, чизельними плугами і плоскорізами-глибокорозпушувачами.

Кришення (подрібнення) — зменшення розміру грунтових окремостей, яке завжди супроводжується розпушуванням і тому здійснюється одними й тими ж знаряддями. Якість його залежить від гранулометричного складу, вологості, ступеня задерніння та окультуреності грунту, конструкції і швидкості руху знарядь обробітку. Важкі й задернілі грунти кришаться слабо, особливо за недостатнього зволоження.

Ущільнення — операція, за якої зменшується об'єм, зближуються грудочки грунту, збільшується об'єм капілярних пор при істотному зменшенні некапілярних. У результаті послаблюється дифузний механізм пересування води в грунті і посилюється капілярний. Вода капілярами із нижніх шарів піднімається у верхні. В посівному шарі підвищується вологість грунту, поліпшується контакт насіння з твердою фазою грунту, внаслідок чого воно швидше проростає і більш дружно з'являються сходи рослин. Для дрібнонасінних культур цю операцію проводять перед сівбою з метою запобігання глибокому загортанню насіння.

Ущільнений грунт швидше прогрівається, що має особливе значення для північних поліських районів країни, де через нестачу тепла може затримуватися проростання насіння та розвиток сходів сільськогосподарських культур. Ущільненням руйнуються брили і дещо вирівнюється поверхня поля. Його також проводять для запобігання осідання грунту після сівби озимих (коли грунт до сівби не встиг добре ущільнитися після основного обробітку).

Ущільнення найчастіше слід проводити на легких і на грунтах тільки-но оброблених перед сівбою більшості культур, особливо в зоні недостатнього зволоження. Сприятливі умови для проростання насіння при цьому забезпечуються ущільненням всієї товщі орного шару з наступним розпушуванням посівного шару. Поєднання розпушеного верхнього і більш ущільненого нижнього прошарків у профілі орного шару призводить до зменшення втрат грунтом вологи. Ущільнення поверхні поля в Степу запобігає видуванню дрібних часток грунту при сильному вітрі. Для ущільнення грунту застосовують котки з різною робочою поверхнею, діаметром і масою.

Перемішування грунту полягає у зміні взаємного розташування агрегатів і застосовується для створення однакових умов родючості грунту по всій глибині оброблюваного шару. Воно необхідне для рівномірного розподілу в грунті добрив і продуктів мінералізації органічних речовин. Перемішування усуває диференціацію грунту за родючістю, забезпечує створення однорідного орного шару і кращі умови для мінералізації органічних речовин, більш повного використання важкодоступних елементів живлення за рахунок активізації діяльності мікроорганізмів в оброблюваному шарі. Перемішування потрібне також при поглибленні орного шару, коли на поверхню виноситься частина менш родючого підорного шару грунту.

Перемішування грунту не допускається на ерозійно небезпечних землях, за необхідності створення ущільненого прошарку в профілі орного шару для зменшення випаровування вологи, при залишенні після обробітку стерні на поверхні грунту, а також при пошаровому і локальному внесенні добрив.

Грунт перемішують в основному культиваторами, дисковими боронами і фрезами, частково плугами та іншими розпушувальними знаряддями. Найкраще перемішують грунт фрези, але недопустиме фрезування на полях з коренепаростковим типом забур'яненості.

Вирівнювання грунту — це усунення нерівностей на поверхні поля, яке супроводжується руйнуванням брил і великих грудок. Воно забезпечує зменшення втрат вологи, рівномірне загортання насіння і гербіцидів, якісне виконання робіт по догляду за посівами і збиранню врожаю. Старанне вирівнювання поверхні грунту перед сівбою озимих культур дає змогу одержати дружні сходи й запобігає вимоканню посівів. В умовах зрошення вирівнювання поверхні грунту (планування) забезпечує рівномірний розподіл води. Вирівнювати поверхню поля треба починати із загортання борозен після оранки.

Для вирівнювання грунту використовують культиватори, борони, шлейфиволокуші, легкі котки і спеціальні вирівнювачі, а в зрошуваному землеробстві — грейдери, бульдозери, скрепери, планувальники-вирівнювачі, важкі волокуші, мали.

Підрізування бур'янів, як правило, поєднують з виконанням таких технологічних процесів, як розпушування і обертання грунту. Проте часто для

знищення бур'янів і, насамперед, їхніх сходів спеціально застосовують культивацію, за якої найповніше підрізаються бур'яни, але грунт не обертається і якнайменше розпушується. Для цього використовують культиватори із стрілчастими плоскорізальними лапами, а також з ножеподібними та штанговими робочими органами.

Для контролювання кореневищних бур'янів застосовують розрізування на малі відрізки їхніх підземних органів за допомогою дискових знарядь,а після появи сходів — знищення їх оранкою чи культиваторами плоскорізами.

Створення мікрорельєфу нарізуванням борозен, утворенням лунок, гребенів і гряд проводять у районах надмірного зволоження для відведення надлишку води, регулювання повітряного, теплового і поживного режимів грунту та захисту його від водної ерозії. Ця технологічна операція передбачає збільшення глибини орного шару, поліпшення газообміну ґрунтового і атмосферного повітря, а також посилення прогрівання грунту. За даними І.Б. Ревута (1972), температура в гребенях дерново-підзолистого грунту підвищується в 10-сантиметровому шарі порівняно з рівною поверхнею в середньому на 2—3 °С. Разом з тим, гребені дають можливість утримувати грунт у розпушеному стані протягом літа, що дуже важливо на важких грунтах Полісся для вимогливих до щільності будови культур — кормових коренеплодів, багатьох овочевих, деяких силосних культур та ін. Для виконання цієї операції використовують підгортачі, борозноутворювачі, спеціальні плуги, гребенеутворювачі, тощо.

2.3. Технологічні (фізико-механічні) властивості грунту

На якість обробітку грунту істотно впливають його технологічні властивості, оскільки вони визначають ступінь його обертання, кришення, розпушування і ущільнення. До технологічних властивостей грунту належать зв'язність, пластичність, липкість і фізична спілість.

Зв'язність грунту — це його здатність чинити опір знаряддям обробітку на розрив, роздавлювання і подрібнення грудок. Зв'язність грунту залежить від гранулометричного складу, солонцюватості та вологості. Найбільшу зв'язність мають важкі і солонцюваті грунти при найменшій вологості. Вони погано кришаться, але при зволоженні до оптимальної величини ступінь кришіння зростає. Подальше зволоження таких грунтів призводить до збільшення пластичності й липкості, але при цьому вони погано кришаться і прилипають до знарядь. Найменша зв'язність властива піщаним грунтам.

Пластичність грунту — це здатність його у зволоженому стані змінювати і зберігати набуту при обробітку знаряддями форму без розпадання на дрібні грудочки. Пластичність характерна для частинок грунту діаметром менше 0,002 мм, тому вона властива лише глинистим та суглинковим грунтам і частково супіщаним. Зовсім відсутня пластичність у піщаних грунтів. Залежно від вологості розрізняють верхню і нижню межі

пластичності ґрунту. *Верхнею межею* пластичності є вологість ґрунту, за якої він буде текти, а *нижньою* — за вологості, за якої ґрунт ще можна розкачати в шнур діаметром 3мм без утворення на ньому тріщин.

Липкість ґрунту — це здатність його у вологому стані прилипати до робочих органів ґрунтообробних знарядь. Проявляється прилипання тоді, коли зчеплення між ґрунтовими частками менше, ніж між ґрунтом і робочими органами знарядь. Прилипання залежить від гранулометричного, хімічного складу, структурного стану і вологості ґрунту. Глинисті й безструктурні ґрунти прилипають сильніше, ніж легкі за гранулометричним складом або структурні глинисті. З підвищенням до певної межі вологості прилипання збільшується, а потім зменшується, оскільки порушується зчеплення між частками ґрунту. У структурних ґрунтах, наприклад у чорноземах, прилипання починає проявлятися при 60—80 % повної вологоємкості (ПВ). Безструктурні ґрунти починають прилипати при нижчій вологості (40—50 % ПВ). Прилипання вимірюється зусиллям (г), що припадає на одиницю площі ($см^2$), необхідним для вертикального відриву від ґрунту або горизонтального зсуву (з полиці) прилиплого ґрунту. Під час обробітку ґрунту прилипання відіграє негативну роль, призводячи до залипання робочих органів, збільшуючи тяговий опір і знижуючи якість виконання технологічних операцій. При обробітку сухих і перезволожених ґрунтів важкого гранулометричного складу (глинистих і суглинкових) руйнується їх структура. Тому дуже важливо вибрати оптимальний строк обробітку, оскільки ці ґрунти можна обробляти при вузькому інтервалі оптимальної вологості одночасно при нижчих показниках зв'язності та пластичності.

Зовсім інші властивості мають ґрунти легкого гранулометричного складу (піщані й супіщані). У сухому стані в них відсутня зв'язність. Їх зволоження призводить до деякого збільшення зв'язності за рахунок водних плівок на поверхні часток, але при подальшому збільшенні вологості зв'язність знижується. В легких ґрунтах пластичність майже відсутня, тому їх можна обробляти в більш широкому діапазоні вологості.

Фізична спілість ґрунту — це певний інтервал його вологості, за якого він під час обробітку без великих зусиль добре кришиться і не прилипає до знарядь. Обробіток спілого ґрунту дає можливість одержати найкращу якість обробітку при найменших тягових зусиллях.

Встановлено, що агротехнічно допустимий інтервал вологості фізично спілого середньосуглинкового дерново-підзолистого ґрунту становить 12—21 % маси абсолютно сухого ґрунту, сірого лісового — 15—23, каштанового — 13—23 і чорноземів — 15—24 %, а високоякісного обробітку цих ґрунтів при найменших тягових зусиллях добиваються відповідно при інтервалі вологості 15—18, 17—18, 14—16 і 15—18 %.

При оранці неспілого перезволоженого важкого ґрунту доброго кришіння добитися не можливо, бо скиба замазується і швидко висихає. Підготовка такого ґрунту до сівби вимагає багаторазового обробітку, щоб розпушити верхній шар. Ґрунт при цьому розпилюється, а при випаданні

опадів утворюється ґрунтова кірка. Такий грунт за недостатнього зволоження також не можна обробити якісно, оскільки при оранці на поверхню виносяться великі брили, які потрібно розкришити наступним багаторазовим поверхневим обробітком. У цьому випадку грунт також розпилюється, а при випаданні опадів утворюється ґрунтова кірка.

Зменшення вологості нижче оптимальної призводить до погіршення кришіння і збільшення виходу крупної фракції грунту. На відміну від чорноземів сірі лісові й дерново-підзолисті грунти мають вужчий інтервал оптимальної вологості для якісного обробітку внаслідок невисокого вмісту гумусу і незадовільного структурного стану. Тому весняний обробіток їх необхідно проводити в досить стислі строки, оскільки запізнення призводить до різкого погіршення технологічних властивостей грунту.

Добре оструктурені грунти з високим вмістом гумусу і катіонів кальцію в ґрунтовому вбирному комплексі мають значно ширший інтервал оптимальної вологості для якісного обробітку (табл. 1). Але найширшим він буде для піщаних і супіщаних грунтів, які поспівають на 5—7 днів раніше, ніж суглинкові і на 7—10 днів раніше, ніж глинисті.

Таблиця 1. **Нижня і верхня межа вологості основних типів староорних *суглинкових грунтів для обробітку (за А. Проніним)***

Типи грунтів	Межа вологості		Інтервал вологості для обробітку	
	Нижня (утворення брил)	Верхня (прилипання)	допустимого	високоякісного
Дерново-підзолисті	11	22	12–21	15–18
Сірі лісові	14	24	15–23	17–18
Чорноземи	13	25	15–24	15–18
Каштанові	12	24	13–23	14–16
Каштанові солонцюваті	12	21	13–20	16–17
Сіроземи	14	21	13–24	–

У глинистих грунтів фізична спілість знаходиться в досить вузькому інтервалі вологості — 50—65% ПВ, у легших грунтах (суглинкових і супіщаних) цей інтервал значно ширший — 40—70 % ПВ. Широкий інтервал оптимальної вологості мають окультурені грунти, що зумовлено високим вмістом перегною і добрим структурним станом.

Від вологості грунту залежать і вибір знарядь для його обробітку та швидкість їх руху. Так, для пружинного культиватора інтервал фізичної спілості ширший, ніж, наприклад, для культиваторів, обладнаних екстирпаторними лапами, і дискових знарядь. Із збільшенням швидкості руху ґрунтообробного агрегату інтервал оптимальної вологості зростає.

Як правило, навесні важко виконати вимогу стосовно обробітку грунту в момент його спілості. Для вирішення цього завдання найбільш трудомістку роботу — глибоку оранку — переносять на кінець літа або осінь, а навесні проводять лише мілкий та поверхневий обробітки. При цьому враховуючи, що спілість грунту настає на полі неодночасно, ранньовесняний обробіток проводять спочатку вибірково, у міру підсихання окремих його ділянок. Крім того треба знати, що грунт на південному схилі поспіває на декілька днів раніше, ніж на західному, а тим більше на північному. Грунт на крутих схилах просихає раніше, ніж на пологих, особливо в низинних місцях.

Вологість, яка визначає спілість грунту, та інтервал вологості, за якого грунт залишається спілим, для різних знарядь та заходів обробітку будуть неоднаковими. Наприклад, навесні грунт можна орати при більшій вологості, ніж шлейфувати і боронувати.

Залежно від знаряддя змінюється глибина шару грунту, на яку він повинен бути спілим: для борони — 3—4 см, культиватора — 6—10 см, плуга — на глибину оранки.

Слід зазначити, що від вологості грунту, при якій проводять обробіток, залежить і його структурний стан. Коли обробляють спілий грунт, то в ньому буде найбільше агрегатів діаметром від 0,5 до 10 мм і найменше пилу та брил.

Неоднаковою має бути спілість грунту і при різній швидкості руху знаряддя. Збільшення швидкості агрегату під час обробітку грунту призводить не тільки до зростання продуктивності праці й зменшення потреб в машинах і знаряддях, а й до поліпшення якості кришіння грунту, оскільки з підвищенням швидкості обробітку показник оптимальної вологості для високоякісного обробітку зростає. Чим вища швидкість обробітку грунту, тим при більшій вологості можна його обробляти, а отже, раніше розпочинати польові роботи навесні і при випаданні опадів у літньо-осінній період.