

Біологічні системи землеробства

Тема. 34. Регулювання водного режиму.

Ґрунтова вода має велике значення як для життєдіяльності рослин і мікроорганізмів, так і для багатьох фізичних і хімічних процесів у ґрунті. В рослинному організмі її міститься 75-90%. З надходженням і рухом води в рослині пов'язані всі її життєві процеси. При наявності води, повітря і тепла насіння рослин бубнявіє і проростає, ростуть тканини, надходять у рослину і переміщують в ній поживні елементи, відбувається фотосинтез і утворюються нові органічні речовини.

У жарку погоду вода запобігає загибелі рослин. Переміщуючись через рослину, вона охолоджує і підвищує стійкість її проти високих температур. Вода підтримує тургор клітин, розміщує по окремих її органах продукти асиміляції. За допомогою води відбувається кореневе живлення рослин. Вона регулює ріст і розвиток рослин. Нестача її призводить до недобору врожаю, спричинює пригнічення, а іноді й загибель рослин. Проте і надлишок води також негативно впливає на більшість сільськогосподарських рослин, за винятком рису та інших вологолюбів.

Рослинам вода потрібна від сівби насіння і до закінчення формування врожаю. Використовувати воду рослина починає від набубнявіння насіння. Кількість її для нормального проростання неоднакова для різних сільськогосподарських культур (табл. 1).

Проте сумарна витрата вологи для проростання насіння незначна. Як видно з наведених даних, уже на перших етапах життя рослини різних видів витрачають неоднакову кількість води. Аналогічне спостерігається і в наступні періоди їх життя. Період найбільшої потреби рослин у воді, коли нестача її різко знижує врожайність, називають критичним. У озимих і ярих зернових колосових цей період припадає на вихід у трубку - колосіння, кукурудзи - цвітіння - молочна стиглість, зернобобових і гречки - цвітіння, соняшнику - утворення кошика, картоплі - цвітіння - бульбоутворення.

Загальні витрати вологи на створення одиниці сухих речовин рослин називають транспіраційним коефіцієнтом, який значно залежить від виду і біологічних особливостей рослин, а також від умов вирощування культури (табл. 2).

Наведені в таблиці дані свідчать, що транспіраційний коефіцієнт має лише відносне значення для порівняння потреби у волозі різних культур. Величина його залежить не лише від виду рослин, а й від екологічних умов, у яких рослини вирощуються, тобто від ґрунтових та метеорологічних умов. Випаровування безпосередньо залежить від величини відносної вологості повітря, яка пов'язана з кількістю водяної пари в повітрі і температурою. Тому при сухій погоді транспіраційний коефіцієнт підвищується, при вологій, навпаки, знижується. В загальному комплексі метеорологічних умов на величину транспіраційного коефіцієнта впливають, крім відносної вологості повітря, вітер і сонячне світло. Встановлено, що на сонячному світлі рослини транспірують більш енергійно, у зв'язку з чим рослини, що ростуть по краях поля, випаровують більшу кількість води, ніж ті, які знаходяться в середині поля.

З ґрунтових умов, що впливають на транспірацію, велике значення має забезпеченість рослин елементами живлення. Внесення добрив забезпечує більш раціональне використання запасів ґрунтової вологи. Так, у дослідях академіка Д. М. Прянишникова транспіраційний коефіцієнт вівса, вирощеного у вегетаційних посудинах, становить:

При вологості ґрунту, % від ПВ (повної вологоємності)	Без добрив	На фоні повного удобрення
40	402	334
60	483	372
80	505	409

Таблиця 1. Кількість води, необхідної для проростання насіння різних культур, % від їх маси

Культура	Кількість води
Пшениця	48-59
Жито	64-78
Ячмінь	58-60
Овес	76-85
Кукурудза	25-35
Просо	25-27
Горох	110-115
Люпин	130-143
Вика	130-142
Льон	100-105
Коноплі	70-74
Цукрові буряки	115-121
Конюшина	140-145

Таблиця 2. Транспіраційні коефіцієнти різних сільськогосподарських культур

Рослина	Транспіраційний коефіцієнт
Пшениця	400-550
Ячмінь	360-480
Овес	350-400
Кукурудза, сорго, просо	240-350
Цукрові буряки	500-600
Льон	400-450
Люцерна	600-800
Горох	350-400
Конюшина червона	600-750
Картопля	500-550

Більш раціональне використання води культурними рослинами при одночасному забезпеченні їх достатньою кількістю елементів живлення (та іншими факторами життя) має важливе виробниче значення. Це підтверджує одна з основних тез наукового землеробства, згідно з якою максимальна ефективність будь-якого фактора та агротехнічного заходу спостерігається тільки при оптимальному забезпеченні рослин іншими життєвими умовами.

Транспіраційний коефіцієнт помітно змінюється для однієї й тієї самої рослини в межах різних сортів і різновидностей. Проте величина транспіраційного коефіцієнта характеризує лише один бік у використанні води рослинами - витрату води. Але ж водний баланс передбачає і надходження її. Рослина, що має іноді високий транспіраційний коефіцієнт, може, порівняно з рослиною, у якій цей показник нижчий, мати більшу кількість води. Це характерно для рослин з глибокою кореневою системою, яка здатна вбирати воду з глибоких шарів ґрунту. Так, зокрема, люцерна має високий транспіраційний коефіцієнт, але може добре розвиватися і в умовах посухи у зв'язку з тим, що має потужну кореневу систему, яка вбирає воду з великого об'єму ґрунту.

Здатність вівсюга пригнічувати овес, особливо в посушливі роки, значною мірою зумовлена повільнішим розвитком кореневої системи останнього. Більш пізні культури, що розвиваються в другій половині літа, - кукурудза, сорго, суданська трава - мають особливо глибоку кореневу систему. За допомогою її вони використовують протягом першої половини літа вологу з глибших шарів ґрунту, сильніше висушують їх, ніж ранні культури, а в другій половині літа вони використовують ґрунтову вологу опадів. У посушливій зоні всі заходи, що дають можливість рослинам швидше розвинути кореневу

систему і проникнути в глибину (глибока оранка, рання сівба та ін.), забезпечують рослини водою з глибших шарів ґрунту.

Недостатня кількість води в ґрунті спричиняє тимчасове або тривале в'янення рослин. При значній нестачі води в листках порушується біохімічна діяльність рослин. Насамперед відбувається гідроліз вуглеводів з утворенням сахарози та розклад білків. Внаслідок таких біохімічних процесів рослини втрачають здатність до фотосинтезу.

Вологість ґрунту на полях, зайнятих культурними рослинами, знижується не лише за рахунок транспірації рослин, а й внаслідок випаровування води з поверхні ґрунту. Особливо помітна втрата води через випаровування з поверхні ґрунту спостерігається на початку вегетації, коли молоді рослини транспірують обмежену кількість вологи.

Сільськогосподарські культури можуть страждати не лише від нестачі, а й від надлишку вологи в ґрунті. Перезволоження ґрунту зумовлює нестачу кисню, необхідного в ґрунтовому повітрі для нормального функціонування кореневої системи рослин. Крім того, відбувається пригнічення життєдіяльності аеробних бактерій, де - нітрофікація нітратів і ретраграція фосфатів. Тривале застоювання води в блюдцях викликає вимокання озимих культур.

Забезпеченість культурних рослин вологою в різних районах залежить не лише від кількості опадів, а й від величини випаровування води з ґрунту. Ця величини залежить значною мірою від температури повітря і ґрунту. Г. Т. Селянінов запропонував формулу для визначення забезпеченості опадами:

$$P = \frac{A \cdot 10}{B},$$

де A - сума опадів за вегетаційний період або певна його частина, мм;

B - сума активних (вище 10°C) температур за той самий період, градусів;

10 - коефіцієнт. Цей показник є гідротермічним коефіцієнтом (ГТК), який показує відношення суми опадів за вегетаційний період (позитивні температури більше від 10°C) в мм до 0,1 суми температур за цей період.

Відповідні показники величини P рівні: при 0,5 - дуже сухо; при 1 - посушливо; при 1,5 - волого; при 2 - надлишкове зволоження.

Велике значення для формування врожаю культурних рослин має розподіл опадів у часі. Сума опадів за весну і першу половину літа, тобто за період,

протягом якого культурним рослинам особливо потрібна волога, досить обмежена.

Встановлено, що величина транспіраційного коефіцієнта залежить від осмотичного тиску ґрунтового розчину та від структури ґрунту. Із зменшенням пилових часток у ґрунті величина транспіраційного коефіцієнта зменшується. При поліпшенні структури ґрунту посилюється життєдіяльність аеробних бактерій, які розкладають органічну речовину, підвищується вміст мінеральних речовин у ґрунтовому розчині, а це збільшує осмотичний тиск ґрунтового розчину, внаслідок чого знижується транспіраційний коефіцієнт у рослин.

Крім погодних умов, вирішальне значення для забезпечення культурних рослин водою мають фізичні властивості ґрунту, зокрема його будова, щільність, гранулометричний склад і характер поверхні. Вони визначають не лише загальний запас води, а й рухомість і швидкість переміщення її в ґрунті (табл. 3).

Вплив гранулометричного складу, зокрема, проявляється в тому, що піщані ґрунти висихають швидше, втрачають воду через випаровування. Такі ґрунти утримують менше води, ніж суглинкові та глинисті. Проте недоступна кількість вологи для рослин у піщаних ґрунтах мінімальна порівняно із суглинковими та глинистими. Завдяки цьому на піщаних і супіщаних ґрунтах рослини легше переносять посуху.

На вміст у ґрунті води помітно впливає форма випаровувальної поверхні. Чим вона рівніша, тим менше випаровується вологи.

Таблиця 3

Залежність водопідйомної здатності ґрунтів від гранулометричного складу
(за даними В. А. Ковда)

Гранулометричний склад	Водопідйомна здатність, м
Крупний пісок	0,5
Середній пісок	0,5-0,8
Супісок	1,0-1,5
Пилуватий супісок	1,5-2,0
Суглинок середній	2,5-3,0
Суглинок важкий	3,0-3,5
Глина важка	4,0-6,0
Леси	4,0-5,0

Гребениста поверхня, що утворилася після оранки, зумовлює значну втрату ґрунтової вологи. Випаровування води особливо посилюється на ґрунтах з гребенистою та брилистою поверхнею під дією сили вітру.

Вміст води у ґрунті залежить також від експозиції земельної ділянки. Встановлено, що якщо крутість схилу становить 15° , а величина випареної вологи з південного схилу - 100%, тоді на східному схилі випаровування зменшиться до 86%, на західному - до 84, а на північному - навіть до 70%.

На вміст вологи в ґрунті помітно впливає рельєф. На підвищених місцях волога випаровується інтенсивніше, ніж на знижених, оскільки в першому випадку відбувається більш посилена циркуляція атмосферного повітря.

Водний режим ґрунту - це сукупність явищ надходження води в ґрунт, її переміщення, збереження, змін фізичного стану і розходу з ґрунту.

Одним з факторів водного режиму культурних рослин у різних зонах є склад місцевої флори. Тут слід мати на увазі позитивний вплив лісу, що знаходиться поблизу полів. Він затримує весняні води та зливові опади, сніг на полях та сприяє повільному його таненню; зменшує інтенсивність ерозії; підвищує вміст водяної пари в атмосферному повітрі; зменшує транспірацію культурних рослин та випаровування з поверхні ґрунту.

Кількісне надходження води в ґрунт і її витрати являють собою водний баланс, а кількістю виражені елементи водного режиму є, відповідно, елементами водного балансу. Він є підсумком, який обчислює початкові та кінцеві запаси вологи в ґрунті і всі джерела надходження та витрат вологи в ґрунті за визначений період.

Баланс води у кореневмісному шарі визначається кліматичними і погодними умовами, властивостями ґрунту і його будовою під час обробітку, а також біологічними особливостями рослин, зокрема їх кореневої системи.

Основними джерелами надходження води в кореневмісний шар є атмосферні опади, а також підґрунтові води за умови неглибокого їх залягання. Значно менше значення в балансі кореневмісного шару ґрунту відіграє вода, що утворюється під час конденсації водяної пари, які надходять з атмосфери та з глибоких шарів ґрунту.

Головними складовими витратної частини балансу вологи є стік її за межі кореневмісного шару, випаровування в атмосферу та використання рослинами.

Враховуючи основні джерела надходження та витрат води в ґрунті, загальне рівняння водного балансу можна виразити такою формулою (за І. І. Назаренком):

$$B_0 + O_c + B_r + B_{\text{п}} + B_{\text{н}} + B_{\text{б}} = E_v + E_t + B_i + B_{\text{пс}} + B_{\text{пс}} + B_d$$

де B_0 - запаси води на початку спостережень; O_c - сума опадів за весь період спостережень; B_r - кількість води, яка надійшла з ґрунтових вод; $B_{\text{п}}$ - кількість води, яка надійшла з водяної пари;

$B_{\text{н}}$ - кількість води, яка надійшла в результаті поверхневого притоку води; $B_{\text{б}}$ - кількість води, яка надійшла від бокового притоку ґрунтових вод; E_v - кількість води, яка випарувалася з поверхні ґрунту за весь період спостережень;

E_t - кількість води, яка витратилася на транспірацію;

B_i - вода, яка інфільтрувалася у глибинні горизонти ґрунту;

$B_{\text{пс}}$ - кількість води, яка втратилася у результаті поверхневого стоку;

B_d - запас води в ґрунті в кінці періоду спостережень.

Величини лівої частини рівняння - прибуткові джерела балансу, правої частини - витратні.

При розрахунках водного балансу запаси води в ґрунті враховують для кожного генетичного горизонту (тому, що вони відрізняються за щільністю та вологістю ґрунту), а потім підсумовують по досліджуваній глибині. Запас води в горизонтах виражають у т/га або м³/га і розраховують за формулою

$$C_w = W \times d \times h$$

де C_w - запас води, т/га;

W - польова вологість ґрунту, %;

d - рівноважна щільність ґрунту, т/м³;

h - товщина шару ґрунту, м.

Для вивчення водного режиму ґрунту в землеробстві використовують такі водно-фізичні константи: повна вологоємність (ПВ); найменша (польова) вологоємність (НВ); вологість розриву капілярного зв'язку (ВРК); вологість

в'янення (ВВ); вологість стійкого в'янення (ВСВ); максимальна гігроскопічність (МГ); максимальна адсорбційна вологоємкість (МAB).

За рухомістю в ґрунті вологу поділяють на легкорухому, середньорухому, малорухому і нерухому.

Розрізняють такі категорії доступності води для рослин: надмірна (в ґрунті нестача O_2); легкодоступна; середньодоступна; важкодоступна; дуже важкодоступна і недоступна.

Її регулювання здійснюється за двома основними напрямками: боротьба за нагромадження можливо більшої кількості води і збереження її запасів у ґрунті в районах з недостатнім і нестійким зволоженням; боротьба із перезволоженням на місцевостях, що відзначаються надмірним зволоженням ґрунту.

Заходи по нагромадженню і збереженню води в ґрунті повинні бути спрямовані на підвищення водопроникливості, зменшення водопідйомної і випаровувальної здатності ґрунту. У процесі водопроникності розрізняють два етапи: поглинання води до насичення ґрунту і фільтрацію. Поглинання води залежить не тільки від дії сили тяжіння, а й від всмоктувальної сили ґрунту. Величина останньої сили тим менша, чим більша вологість ґрунту.

Максимальною водопроникністю характеризуються ґрунти, які мають водотривку грудочкувату структуру. Крім того, на величину водопроникності впливає будова ґрунту, величина набухання, склад вбирних основ, наявність щілин, ходів черв'яків та ін. Чим краща будова ґрунту, зокрема чим більше співвідношення між об'ємом великих і малих ґрунтових пор, тим вища водопроникність. Зв'язок між набуханням ґрунту і його водопроникністю зворотній, тобто чим більша перша величина, тим менша друга, оскільки різко зменшується некапілярна пористість ґрунту. Вплив складу поглинутих основ проявляється в тому, що чим більше в ґрунтовому вбирному комплексі катіонів кальцію і магнію, тим більша величина водопроникності. Збільшення в ґрунтовому профілі ходів черв'яків, коренів, а також тріщин помітно впливає на підвищення водопроникності. Тому, регулювання водопроникності ґрунту треба зводити до поліпшення структури й будови ґрунту.

Вода, що піднімається до поверхні ґрунту як у рідкому, так і пароподібному стані, випаровується в атмосферу у вигляді водяної пари. Вода з ґрунту випаровується постійно. Це пояснюється тим, що щільність водяної пари

дорівнює 0,662 щільності повітря, внаслідок чого ґрунтове повітря, насичене вологою, як більш легке спрямовується доверху.

Багаторічними дослідженнями встановлено, що можна значно зменшити випаровування води з ґрунту шляхом створення одного або двох ущільнених прошарків на деякій глибині від поверхні ґрунту. Пошарове ущільнення ґрунту повинне досягати 30-40% об'ємної маси решти розпушеної частини орного шару. У зв'язку з цим при регулюванні випаровування необхідно турбуватися про поліпшення не лише структурного стану, а й будови ґрунту.

Структурний стан і будову ґрунту поліпшують відповідним механічним обробітком його, внесенням органічних (особливо сидеральних) добрив, проведенням меліоративних заходів. Багато вологи з ґрунту споживають і бур'яни, тому їх необхідно систематично знищувати.

Ґрунт зволожується за допомогою комплексу заходів, насамперед зрошення. Велике значення його полягає в тому, що в посушливих районах можливе забезпечення водою культурних рослин протягом вегетаційного періоду і зокрема в критичні періоди, коли виникає найбільша в ній потреба.

На незрошуваних землях у Лісостепу та Степу велике значення для поліпшення зволоження ґрунту і для боротьби з водною ерозією має раціональне використання зимових опадів і стоку весняних талих вод. Наприклад, у Лісостепу та Степу стік весняних вод досягає 70% зимових опадів, тобто 400-800 м³/га.

Для затримування і нагромадження снігу на полях застосовують літні посіви кулісних рослин (соняшнику, кукурудзи, сорго та ін.) і роблять снігові вали сніговими плугами-валкоутворювачами. При щільності снігу 0,3 г/см³ шар снігу висотою 10 см забезпечує близько 300 м³/га води. Для раціонального використання зимових опадів і місцевого стоку навесні застосовують такі заходи: полицеву і безполицеву оранку впоперек схилу, гребеневу оранку, борознування впоперек схилів; щілювання на глибину до 60-65 см і відстанню між щілинами 3-5 м упоперек схилу та ін. Важливим для раціонального використання вологи та боротьби з ерозією є досвід США і України щодо застосування обробітку ґрунту по горизонталях або контурної оранки.

Одним з важливих заходів збільшення вологості в ґрунті є поліпшення мікрокліматичних умов за допомогою насадження лісових смуг, залісення піщаних ділянок, ярів та ін. При цьому підвищується вологість повітря, знижується сила вітру, збільшується кількість снігу на полях, краще

використовуються ґрунтом весняні талі води, помітно зменшується ерозія, підвищується рівень підґрунтових вод.

До заходів, що зменшують випаровування вологи з ґрунту, належить мульчування, тобто вкривання різними матеріалами поверхні ґрунту.

У регулюванні водного режиму ґрунту суттєве значення має правильне чергування культур у сівозміні, розміщення рослин на полі - напрямом сівби, спосіб сівби та садіння, норма висіву, строки сівби та ін.

Підвищення вологості ґрунту сприяє посиленню куціння зернових культур і росту вегетативної маси, що зумовлює помітне затінення нижньої частини стебел рослин. Недостатнє освітлення нижніх міжвузлів викликає надлишкове видовження клітин рослин, стінка соломи стає тонкою і як наслідок - стебло недостатньо міцне, що є основною причиною вилягання хлібів.

Другий напрям у регулюванні водного режиму ґрунту - запобігання перезволоженню, яке може бути постійним або тимчасовим. Постійне перезволоження потребує осушення, яке є трудомістким і дорогим прийомом, але разом з тим необхідним і при правильній експлуатації ефективним заходом.

Перезволоження ґрунту може бути причиною вимокання культурних рослин. Внаслідок застоювання води та перезволоження ґрунту вода заповнює ґрунтові пори, витісняє ґрунтове повітря, порушуючи аерацію. За цих умов суттєве значення має застосування гребневих посівів.