Тема 2.4: Структура, загальні фізичні та фізико-механічні властивості ґрунту. Водні властивості і водний режим ґрунту. Ґрунтовий розчин. Реакція ґрунтового розчину. Повітряні і теплові властивості ґрунту.

1. Структура і структурність ґрунту.
2. Загальні фізичні, фізико-механічні властивості ґрунту.
3. Джерела і форми води в грунті. Водні властивості грунту.
4. Водний режим грунту, його види та шляхи регулювання.
5. Ґрунтовий розчин.
6. Повітряні властивості грунту. Теплові властивості грунту.

1. Структура і структурність ґрунту

До фізичних властивостей грунту належать структура, загальні фізичні, фізико-механічні, водні, повітряні й теплові властивості. Фізичні властивості грунту визначаються співвідношенням, взаємодією і динамікою твердої, рідкої, газоподібної і живої фаз грунту. Від них залежить розвиток ґрунтотворних процесів, родючість грунту і розвиток рослин.

Структурність грунту – це його властивість утворювати агрегати певної форми та розмірів і розпадатись під впливом незначного зусилля на ці окремості.

У піщаних ґрунтах окремі механічні елементи (пісок, пил) майже не зв'язані між собою, і в таких ґрунтах структурні агрегати не утворю-ються або їх утворюється дуже мало, вони нестійкі і швидко руйнуються. Структурні агрегати можуть бути різними за розмірами, формою і міцністю. За розміром грудочок розрізняють: мікроструктуру грунту – агрегати діаметром до 0,25 мм, макроструктуру (грудочкувато-зернисту) – 0,25–10 і мегаструктуру – понад 10 мм. За формою агрегатів структура може бути грудочкуватою, горіхуватою, зернистою, пилуватою, стовпчастою, призматичною, пластинчастою (рис.1).

Агрегати добре протистоять розмиванню водою. Вважають, що оптимальні умови для росту культурних рослин створюються тоді, коли грудочки грунту стійкі проти розмивання водою і мають розмір від 0,25 до 10 мм. Таку структуру називають дрібногрудочкуватою (рис.2); грудочки її не руйнуються під дією падаючих краплин, не так легко змиваються водою на схилах. Структуру з водостійкими агрегатами прийнято називати агрономічно цінною.



Рис.1. Типи грантової структури



Рис.2. Дрібногрудочкувата структура грунту



Ґрунти, в яких окремі грудочки неводостійкі, швидко запливають, осідають, під час висихання в них утворюються тверді брили. Агрономічна цінність структури залежить також від пористості агрегатів, що, в свою чергу, пов'язано з щільністю розміщення мікроагрегатів у макроагрегатах. Значна пористість грудочок разом з водостійкістю зумовлює позитивні фізичні властивості грунтів, є показником структурності і високого ступеня окультурення грунту (рис.3).



Рис.3. Великогрудкувата структура грунту

У грунті одночасно відбуваються процеси, які сприяють утворенню і руйнуванню структури. Під впливом механічної дії опадів, транспорту, інтенсивного обробітку структурні агрегати руйнуються, перетворюючись у пил (рис.4).



Рис.4. Обробіток грунту

Руйнування структури посилюється заміною ввібраного кальцію на амоній та водень. Розкладання гумусу мікроорганізмами за певних умов також може сприяти руйнуванню структурних агрегатів. У природних умовах структура створюється під впливом рослині мікроорганізмів за відповідних умов структуроутворення.

Основними факторами структуроутворення є колоїдна частина грунту, гумусі зокрема його специфічна частина – свіжоутворений, або «діяльний», перегній, а також мінеральна його частина – глина (рис.5). Однак надавати міцності й водостійкості ґрунтовим агрегатам вони можуть лише тоді, коли достатньо насичені катіонами кальцію та магнію і якщо є рівновага між ґрунтовими колоїдами і цими катіонами у ввібраному стані. Акад. О.Н. Соколовський називав кальцій основою структури і родючості грунту. Позитивну роль в утворенні структури відіграють також іони алюмінію та заліза, але в кислих ґрунтах рухомість

їх підвищується і роль в утворенні структури зменшується.



Рис.5. Свіжоутворений перегній

Відновленню структури грунту сприяє вирощування на полях багаторічних трав(конюшини,люцерни,еспарцету)та їхніх сумішок із злаковими травами (тимофіївкою, вівсяницею, райграсом) (рис.6). Роль трав у формуванні структури полягає в тому, що їх сильно розгалужена коренева система розчленовує грунт на окремі грудочки і ущільнює їх.



Рис.6. Вирощування багаторічних трав

Крім того, багаторічні трави утворюють багато кореневих решток (100–200ц/га). З них під час розкладання утворюється гумус, який просочує грудочки грунту. За наявності в грунті дво- і тривалентних катіонів ці грудочки міцно «цементуються», внаслідок чого утворюється агрономічно цінна водостійка структура.

Внесення органічних добрив, вапнування та гіпсування грунтів також посилюють процеси структуроутворення (рис.7). Відома також позитивна роль у структуроутворенні дощових червів. Використовуючи відмерлі органічні рештки як поживу, вони разом з ними пропускають через кишки частинки грунту, які видаляють у формі невеличких грудочок – капролітів. Структура ця має високу водостійкість.



Рис.7. Внесення органічних добрив

2. Загальні фізичні, фізико-механічні властивості ґрунту

Загальні фізичні властивості ґрунту

До загальних фізичних властивостей грунту належать щільність твердої фази грунту, об’ємна маса, щільність будови і пористість (щілинність).

Щільність твердої фази грунту – це відношення маси певного об’єму твердої фази (без шпарин) грунту до маси такого ж об’єму води при температурі 4°С. Вона залежить від щільності мінералів, що входять до

складу грунту, і співвідношення його мінеральної та органічної частин. Значну щільність мають мінеральні ґрунти із значним вмістом кварцу – 2,6– 2,8г/см^3. Щільність гумусу і торфу становить 1,2–1,4г/см^3, тому ґрунти, які мають значний вміст гумусу, характеризуються порівняно низькою щільністю – 2,4– 2,5 г/см^3 (табл.1).

Таблиця 1

Вологість та щільність твердої фази грунту

Грунт	Маса вологого грунту, г	Маса води, г	Щільність твердої фази грунту, г/см^3
1.Дерново-слабопідзолистий на льодно-водовикових пісках	1700	218	2,63
2. Дерново-середньопідзолистий легко-сеглинковий на льодно-водовикових пісках	1600	260	2,63
3. Дерново-карбонатний на елювії крейдових порід	1563	293	2,68
4. Торфовий кислотний грунт	640	510	1,86
5. Світло-сірий опідзолений на лесі	1620	270	2,61
6. Сірий опідзолений на лесі	1699	329	2,66
7. Темно-сірий опідзолений на лесі	1378	308	2,63
8. Чорнозем опідзолений на лесі	1565	375	2,62
9. Чорнозем типовий на лесі	1558	328	2,55
10. Чорнозем типовий на лесовидному суглинку	1611	371	2,61
11. Чорнозем типовий середньо-гумусовий на лесі	1570	440	2,62
12. Лугово-чорноземний грунт на лесовидному суглинку	1320	290	2,59
13. Чорнозем звичайний на лесі	1453	353	2,60
14. Чорнозем південний на лесі	1390	319	2,60
15. Темно-каштановий солонцюватий на лесі	1587	437	2,63
16. Дерновий поверхньо-глейовий осолоділий на сольових лесах	1512	432	2,70
17. Дерново-глейовий солонцюватий на оглеєних лесах	1354	384	2,53

Об'ємна маса грунту – це маса одиниці об'єму (1 см^3) сухого грунту в його природному (непорушеному) вигляді. Об'ємна маса грунту залежить від типу грунту, його щільності, механічного складу, вмісту гумусу, обробітку і коливається в межах від 0,8 до 1,6 г/ см^3.

Щільність будови грунту характеризується способом залягання ґрунтових грудочок в одиниці об'єму і щільністю грунту. Чим тісніше розміщуються частинки грунту або грудочки, тим вища щільність його будови. Вона виражається такими самими одиницями, як і об'ємна маса,– г/см^{3}істановитьворному шарі дерново-підзолистих грунтів 1,2–1,4 г/см^3, чорноземів – 1,0–1,3 г/см^3.

Кожному грунту властива певна постійна щільність будови. Це так звана рівноважна щільність, яку грунт має у природному стані або якою вона стає через певний час після обробітку. У чорноземних грунтів рівноважна щільність дуже близька до оптимальної для росту культурних рослин – 1,1–1,3 г/см^3.

У зв'язку з тим, що окремі грудочки не прилягають дуже щільно одна до одної, в грунті завжди є заповнені повітрям пори. Об'єм їх називають

пористістю грунту. Дрібні пори, менші за 1 мм (капілярні), в достатньо зволоженому грунті заповнені водою. Більші пори (некапілярні), понад1 мм, заповнені повітрям.

Фізико-механічні властивості ґрунту

Фізико-механічні, або технологічні, властивості грунту, від яких залежить якість обробітку, тягове зусилля, стійкість робочих органів проти спрацювання, витрати пального тощо – це зв'язність, пластичність, липкість і набухання.

Зв'язність – це опір грунту, який він чинить розриву, розклинюванню й стискуванню його частинок. Зв'язність грунту за- лежить від механічного складу, вологості, вмісту гумусу, структури. Чим більше в грунті глини і менше вологи, тим більша його зв'язність. Піщані ґрунти зв'язності не мають (рис.8).



Рис. 8. Піщані ґрунти

Пластичність грунту – це його властивість змінювати свою форму (об'єм) і зберігати її під дією зовнішніх сил.

Наприклад, грунт під час коткування деформується, ущільнюється. Пластичність грунту залежить від тих самих властивостей, що й зв'язність, і має важливе значення для обробітку (рис.9).



Рис.9. Ущільнення грунту коткуванням

З пластичністю тісно пов'язана липкість грунту, тобто здатність його прилипати до робочих органів ґрунтообробних знарядь. Липкість грунту зростає при збільшенні в ньому вмісту глинистих частинок і підвищенні (до певної межі) його вологості (рис.10). Враховуючи це, грунт треба обробляти при такій вологості, коли він добре розпушується, не мажеться, не прилипає до знарядь.



Рис.10. Вологий грунт

Набухання – це властивість грунту змінювати об'єм під впливом зволоження або замерзання. Ґрунти з великим вмістом органічної речовини, глинистих частинок, а також насичені натрієм здатні дуже набухати. Протилежним набуханню процесом є просідання грунту, що

спостерігається при його висиханні. Найпомітніше просідання на важких глинистих безструктурних ґрунтах.

З технологічними властивостями грунту тісно пов'язана спілість його для обробітку (рис.11). Поняття "спілість" – це такий стан грунту, коли він найпридатніший для обробітку. Спілість грунту для обробітку залежить від вологості, механічного складу, зв'язності, пластичності та липкості.



Рис.11. Піщані ґрунти

За оптимальної спілості ґрунту обробіток найякісніший. Спілий грунт обробляється при найменшому тяговому зусиллі, не мажеться, добре кришиться і розпушується.

3. Джерела і форми води в грунті. Водні властивості грунту

Джерела і форми води в грунті

Вода є складовою частиною грунту і відіграє в ньому важливу роль. Вона розчиняє поживні речовини, що забезпечує життєві процеси вищих рослин і мікроорганізмів, бере участь в усіх процесах, які відбуваються в грунті. Вода є фактором, який визначає родючість грунту і врожайність вирощуваних на ньому культур. Вологість грунту має важливе значення для якості обробітку, впливає на тягове зусилля, витрати пального. Від вологості залежать зв`язність, липкість, твердість,питомий опір і спілість грунту для обробітку (рис.12).



Рис.12. Категорії води в грунті

Кристалізаційна вода – це вода,що входить до складу хімічних сполук грунту (мінералів) у вигляді молекул або гідроксильної групи. Вона недоступна для рослин.

Сорбція води – властивість грунту вбирати вологу з навколишнього

середовища. Властивість грунту вбирати воду з повітря називається гігроскопічністю, а ввібрана вода – гігроскопічною (Г).

Слабозв'язана, або плівчаста,вода покриває частинки грунту плівкою поверх шару максимальної гігроскопічної вологи. На межі з нею плівчаста вода утримується ґрунтовими частинками силою до 50 * 10^2 кПа, а на периферії плівки – до 3 – 4 * 10^2 кПа. Щільність плівчастої води дещо вища, ніж гігроскопічної, замерзає вона при температурі 1,5–4°С і має знижену розчинну здатність. Плівчаста вода в ґрунті переміщується від частинок з товстішими до частинок з тоншими плівками. Рослини засвоюють цю воду лише частково.

Якщо грунт продовжує вбирати воду понад ту кількість, яка утримується силами електростатичного і міжмолекулярного притягання, процес адсорбції змінюється капілярним насиченням. При цьому в грунті з'являється вільна вода, яка, на відміну від зв'язаної, доступна для рослині легко переміщується в ньому. Вільна вода в грунті може перебувати у вигляді стикової, капілярної, гравітаційної та води водоносних горизонтів. Стикова вода збирається в місцях прилягання двох ґрунтових частинок і утримується між ними капілярними силами зчеплення. Капілярна волога заповнює найтонші пори грунту — капіляри, переміщується в них під дією меніскових сил, що виникають на поверхнях поділу твердої, рідкої і газоподібної фаз грунту. Завдяки цим силам вода в грунті може підніматися на значну висоту. Висота капілярного підняття води залежить в основному від радіуса капілярів (для фракції грунту <0,001 мм висота підняття становить1,5м). Найвище підняття води по капілярах грунту спостерігається в суглинкових ґрунтах – 6 м, а звичайно вода піднімається на 3–4 м. Капілярна волога є основним запасом вологи для рослин.

Вода, що залишається у великих некапілярних порах ґрунту після дощів або танення снігу і легко стікає вниз по ґрунтовому профілю під дією сили тяжіння, живлячи підґрунтові води (а також річки й озера), називається гравітаційною (рис.13). Цю воду рослини можуть засвоювати, але запас її в ґрунті несталий.

У міру витрачання капілярної води з ґрунту настає розрив єдиної суцільної системи капілярної вологи. Вода в ґрунті залишається тільки у вигляді плівчастої і плівчасто-меніскової. Таку вологість називають вологістю розриву капілярів.

Вона доступна для рослин, але в зв'язку з повільним переміщенням її в ґрунті не забезпечує потреби рослин у воді. Якщо у ґрунті переважає така вологість, настає період повільного в'янення рослин.

У ґрунтовому повітрі є водяна пара та лід, які рослини не засвоюють (рис.14).



Рис.13. Гравітаційна вода



Рис.14. Водяна пара

Водні властивості грунту

До водних властивостей грунтів належать водоутримувальна здатність (сорбція води), вологомісткість, водопроникність і водопідіймальна здатність грунту. Вони визначають водний режим грунту, ріст, розвиток і врожайність культур (рис.15).



Рис.15. Схема водяних властивостей

Кожен грунт залежно від механічного складу, фізичних і фізико-хімічних властивостей, обробітку може утримувати певну кількість вологи. Властивість ґрунту утримувати вологу називають вологомісткістю. Залежно від сил, що утримують вологу в ґрунті, розрізняють капілярну, найменшу(польову) і повну вологомісткість. Капілярна вологомісткість (КВ) – це та кількість води, яку грунт може утримати капілярними (менісковими) силами над рівнем ґрунтової води. Визначається вона в відсотках від маси або об'єму ґрунту. Найменша, або польова, вологомісткість (НВ, ПВ) визначається максимальною кількістю вологи, яку грунт може утримувати в польових умовах після того, як стече гравітаційна вода і немає підпору ґрунтової води. Повна вологоємкість, або повна польова вологоємкість (ППВ), – найбільша кількість води, яку може утримати грунт за умови заповнення всіх його пор. Це сума всіх форм вологи в ґрунті: міцно- та слабо зв'язаної і вільної.

Водопроникність – властивість грунту пропускати воду. Вона залежить від механічного складу грунту, вмісту гумусу, фізичних і фізико-хімічних властивостей, структури. Легкі,піщані грунти добре пропускають воду, вона в них проникає в глибокі шари, куди не проникає коренева система рослин, і тому не може бути ними використана. Важкі глинисті ґрунти погано пропускають воду, і вона застоюється на поверхні або стікає по схилах. Як висока, так і дуже низька водопроникність – явища небажані при сільськогосподарському використанні ґрунтів. Водопроникність ґрунту регулюють обробітком і внесенням органічних добрив.

Властивість ґрунту піднімати вологу у верхні шари називається водопідіймальною здатністю. Завдяки цій властивості вода з нижніх шарів грунту в міру вбирання її рослинами (або випаровування з поверхні) піднімається по капілярах до кореневмісного шару або поверхні грунту. Висота капілярного підняття залежить від товщини капілярів, яка в свою чергу, зумовлюється механічним складом грунту. У ґрунтах з важким механічним складом вода може підніматись на 4–6 м вище рівня залягання ґрунтової води, але піднімається вона повільно. У піщаних ґрунтах вода піднімається швидко, але на незначну висоту.

4. Водний режим грунту, його види та шляхи регулювання

Водний баланс ґрунту визначається надходженням води в грунт та її витратами. У сільськогосподарському виробництві його визначають для певної території (площі) на відповідний період часу і для певного шару ґрунту, переважно для кореневмісного шару 1–1,5 м. Вода в грунт надходить у вигляді опадів (дощу, снігу, інею), за рахунок конденсації водяної пари нижніх шарів повітря (роси), поверхневого і внутрішньогрунтового стоку. Кореневмісний шар ґрунту може по-повоюватись водою також за рахунок капілярного підняття, якщо ґрунтові води залягають неглибоко. Волога, що потрапила на поверхню ґрунту і в його кореневмісний шар, витрачається на поверхневий і внутрішньогрунтовий стоки, випаровування з поверхні ґрунту, транспірацію (випаровування рослинами). Випаровування вологи відкритою поверхнею ґрунту називають ще фізичним випаровуванням. Порівняно з транспірацією воно є непродуктивною втратою води і іноді становить значну частину сумарної кількості випаровуваної вологи. На полях під зерновими культурами фізичне випаровування влітку становить 40–70 % сумарного випаровування, а під просапними – 70–80%. Чим краще розвинені культури і чим густіше їх посіви, тим менше непродуктивне випаровування вологи з поверхні ґрунту.

Швидкість випаровування вологи залежить від багатьох умов і властивостей грунту. Вона збільшується з підвищенням температури повітря і швидкості вітру та знижується під час підвищення вологи повітря. Неструктурні грунти випаровують вологи більше, ніж структурні; розпушування грунту і руйнування капілярів також зменшує випаровування. Якщо вміст вологи в грунті знижується до рівня, що відповідає розриву капілярів, розпушений грунт втрачає вологи більше, ніж ущільнений.

З вирівняної поверхні грунту випаровується менше вологи, ніж з гребенистої. Зменшують випаровування також мертве рослинне покриття (стерня, лісова підстилка) та інші види мульчі.

Водний баланс грунту значною мірою залежить від коефіцієнта зволоження (КЗ) – відношення суми опадів до сумарного випаровування за певний період,яке визначається кількістю води, що випарувалася з відкритої водної поверхні.

М. І. Іванов рекомендує визначати коефіцієнт зволоження (КЗ) за формулою: **КЗ=Р/Е,**

де КЗ – коефіцієнт зволоження;

Р – середня багаторічна сума опадів, мм;

Е – випаровування упродовж року, мм.

За даними М.І. Іванова, КЗ для Лісостепу становить 0,7–0,9; північного Степу–0,5–0,7; південного Степу –0,3– 0,5; напівпустель – 0,1- 0,2. У лісолучній зоні КЗ звичайно більше 1.

В окремі роки водний баланс грунту може бути додатнім або

від'ємним, але в середньому за кілька років він має дорівнювати нулю, якщо не спостерігається процес прогресивного висушування або зволоження території.

Водний режим об'єднує всі явища, пов'язані з надходженням, витратою, переміщенням і зміною стану вологи в ґрунті. Вчення про типи водних режимів ґрунту розроблене вченими Г.М.Висоцьким та О. А. Роде. Тип водного режиму залежить від окремих складових надходження і втрати вологи ґрунтом, що в свою чергу залежить від клімату, рослинності, рельєфу, водних властивостей ґрунту, глибини залягання ґрунтових вод та виробничої діяльності людини.

Розрізняють мерзлотний, промивний, періодично промивний, непромивний, випітний та іригаційний типи водного режиму ґрунту (рис. 16).



Рис.16. Типи водного режиму грунту

Мерзлотний водний режим характерний для районів поширення багаторічної мерзлоти. У теплу пору під шаром ґрунту, що відтанув, замерзлий грунт не пропускає води в нижні горизонти. Над ним утворюється верховодка, а весь шар ґрунту, що відтанув, часто перезволожується і заболочується.

Промивний режим має місце в районах, де коефіцієнт зволоження більший за одиницю і грунт щороку промивається атмосферними опадами до ґрунтових вод. Характерний для ґрунтів лісолучної зони.

Періодично промивний водний режим спостерігається в районах, де ґрунт промивається опадами періодично і лише в ті роки, коли сума опадів перевищує кількість випаровуваної вологи.

Непромивний режим поширений у південних степових районах, де товщі ґрунту ніколи не промиваються опадами (опади не досягають ґрунтових вод). Між нижньою межею зволоженого ґрунту і верхньою межею шару капілярного підняття залягає шар ґрунту, вологість якого близька до вологості стійкого в'янення рослин. Г.М.Висоцький називав цей горизонт мертвим.

Випітний водний режим поширений в районах, де рослини і грунт випаровують значно більше вологи, ніж її надходить у вигляді опадів.

Втрати поповнюються за рахунок ґрунтових вод, які залягають неглибоко (вода по капілярах може підніматись до поверхні ґрунту). Цей тип водного режиму трапляється в степових районах при близькому заляганні ґрунтових вод, здебільшого в заплавах річок.

Іригаційний водний режим виникає як наслідок повені. Характерною його особливістю є багаторазове зволоження ґрунту упродовж вегетаційного періоду, яке супроводжується частковим або наскрізним промочуванням кореневмісного шару ґрунту.

Агротехнічні та меліоративні способи регулювання водного режиму ґрунту. В основі агротехнічних заходів лежить застосування таких видів обробітку, які збільшують вбирання вологи і зменшують її випаровування. Це – створення глибокого оброблюваного (орного) шару, вирівнювання поверхні ґрунту, лущення стерні і безполицевий обробіток ґрунту із залишенням стерні на поверхні, протиерозійні прийоми обробітку (щілювання, лункування, переривчасте борознування, гребінчаста, ступінчаста і комбінована оранка та оранка з утворенням перемичок або ямок) (рис.17).



Рис.17. Створення глибокого орного шару

Для зменшення непродуктивної втрати вологи важливе значення має боротьба з бур'янами, які часто забирають з ґрунту вологи більше, ніж культурні рослини. Вміле поєднання механічних і хімічних заходів знищення бур'янів дає можливість повністю ліквідувати забур'яненість полів,щозберігає30–50 % вологи.

Чергування у сівозміні культур, які на утворення врожаю потребують багато вологи, з такими, які формують урожай за меншої її потреби (цукрові буряки – ярий ячмінь, викосумішка на зелений корм – озима пшениця), а також запровадження чистих парів, де волога нагромаджується і зберігається упродовж року, забезпечує раціональне використання вологи в посушливих умовах.

У степових і південних лісостепових районах важливе значення для зберігання вологи мають полезахисні насадження — лісосмуги, насадження на крутих схилах, навкруги вершин ярів та балок (рис. 18). Вони сприяють рівномірному розподілу снігу, зменшують його здування з полів, регулюють танення снігу і стікання талих вод, зменшують силу вітрів, особливо суховіїв (рис.19).



Рис.18. Полезахисні насадження



Рис.19. Снігозатримання

У суху, жарку погоду на полях, захищених лісосмугами, створюється особливий мікроклімат, при якому відносна вологість повітря дещо вища, а його температура і сила вітру менші, ніж на полях без лісосмуг.

Максимальному використанню опадів і збільшенню запасів вологи в ґрунті сприяє також снігозатримання. Для цього використовують спеціальні снігові плуги, розставляють щити, бадилля соняшнику та інших рослин або висівають на полях кулісні рослини.

Раціональне застосування органічних та мінеральних добрив, вапнування або гіпсування ґрунтів сприяють поліпшенню фізичних властивостей ґрунту і умов живлення рослин, що в свою чергу створює кращі умови для нагромадження, зберігання та витрачання вологи (рис.20).



Рис.20. Вапнування

Меліоративні заходи регулювання водного режиму ґрунту дають можливість повністю забезпечити потребу рослину воді упродовж вегетаційного періоду і зібрати заплановані врожаї.

5. Ґрунтовий розчин

Ґрунтовий розчин – це краплинно рідка волога з розчиненими в ній речовинами і газами, яка циркулює в генетичних горизонтах ґрунту. Ґрунтовий розчин є найдинамічнішою й найактивнішою частиною ґрунту. У ньому відбуваються процеси живлення рослин, він бере активну участь у ґрунтотворних процесах і перерозподілі речовин по профілю ґрунту (табл. 20).

Ґрунтовий розчин містить різні речовини у колоїдному та розчиненому стані (катіони, аніони, гумінові кислоти та їхні солі, органічні кислоти, амінокислоти, цукри, спирти та ін.). Чим більше розчинених речовин у ґрунтовому розчині, зокрема мінеральних, тим більший осмотичний тиск його – від 0,1–0,3 МПа, у підзолах і сильноопідзолених ґрунтах до 1–2 МПа (10–20 атм) у солончаках. Осмотичний тиск клітинного соку в росли- нах не перевищує 0,5–0,8 МПа (5–8 атм). Тому на ґрунтах з високим осмотичним тиском ґрунтового розчину, наприклад,на засолених, рослини гинуть.

Останнім часом для дослідження ґрунтового розчину почали використовувати водну витяжку, яку виготовляють, змішуючи дистильовану воду з наважкою грунту. Вона дає певне уявлення про відносний вміст у грунті нітратів, фосфатів, калію та інших компонентів.

На склад і концентрацію солей у ґрунтовому розчині впливає багато факторів: інтенсивність біохімічних реакцій, що відбуваються в грунті; склад гумусу і ґрунтотворної породи; механічний склад; склад увібраних

основ, вміст легкорозчинних солей у грунті і породі, а також агротехнічні заходи.

Таблиця 2

Вміст рухомих мікроелементів у ґрунтах, мл/кг

Грунти	Mn	Zn	Cu	Co	B	Mo
	Полісся					
Дерново-слабкопідзолисті	25,0	1,14	1,40	1,17	0,12	0,06
Дерново-середньопідзолисті	33,8	1,04	1,70	0.81	0,10	0.16
Дерново-слабопідзолисті оглеєні	26,9	1,22	2,11	0,83	0,11	0,17
Дерново-середньопідзолисті оглеєні	34,5	1,35	1,70	1,59	0,20	0,17
Дернові піщані й дернові опідзолені та їх оглеєні типи	35,5	1,43	1,00	0,67	0,44	0,09
Світло-сірі та сірі лісові	39,7	0,93	2,17	1,40	0,23	0,27
Темно-сірі лісові	75,9	0,84	2,90	1,61	0,34	—
Чорноземи опідзолені	50,0	1,86	2,45	1,64	0,80	0,12
Лучні солонцюваті	67,5	1,84	1,60	1,80	2,02	0 12
Лучні	41,0	1,71 3,8		1,42	0,83	0,16
Лучно-болотні	111,0	1,30		1,91	1,09	0,41
Торфові й торфовища низинні	105,2	1,59	—	—	1,29	0,41
	Лісостеп					
Світло-сірі та сірі лісові	99,5	1,66	1,92	1,08	0,56	0,18
Темно-сірі лісові	73,6	1,37	2,63	1,18	0,64	0,15
Чорноземи опідзолені	74,4	1,42	3,60	1,92	0,71	0,10
Чорноземи типові						
Глибокі малогумусні і слабогумусовані	48,0	1,13	3,07	1,51	0,76	0,13
	Степ					
Чорноземи звичайні						
Середньогумусні	126,0	0,27	5,40	3,50	0,95	0,22
Малогумусні	134,0	0,34	5,10	3,60	0,91	0,22
Малогумусні неглибокі	131,0	0,08	5,70	3,70	0,91	0,22
Чорноземи південні						
Малогумусні і слабогумусовані	124,0	0,23	5,40	3,60	0,97	0,22
Чорноземи і дернові						
Карбонати на елювії карбонатних порід	24,0	0,56	3,80	3,35	1,33	0,20
Темно-каштанові солонцюваті	185,0	0,21	5,20	2,20	1,14	0,26
Каштанові солонцюваті	190,0	0,20	4,95	4,20	0,98	0,28
Лучні	—	0,60	5.80	4,60	0,81	0,16

6. Повітряні властивості грунту. Теплові властивості грунту

Повітряні властивості грунту.

Ґрунтове повітря – складова частина грунту і його вміст у грунті є однією з основних умов життя рослин. Без доступу повітря та вільного його обміну не можуть жити в грунті також аеробні мікроорганізми грунту (гриби, бактерії, водорості) та ґрунтова фауна (рис.21–23).



Рис.21. Ґрунтова фауна





Рис.22. Ґрунтові бактерії **Рис.23. Ґрунтові водорості**

Кисень повітря є активним фактором ґрунтоутворення, бере участь в окисленні й підвищенні розчинності елементів живлення органічної речовини і зумовлює таким чином кругообіг вуглецю, азоту, фосфору. Азот ґрунтового повітря використовують у процесі життєдіяльності бульбочкових бактерій. Значна кількість вуглекислоти атмосферного повітря також утворюється в грунті (рис.24).

Ґрунтове повітря перебуває в тісному взаємозв'язку з твердою та рідкою фазами грунту. Ґрунтовий розчин насичується газами, що входять до складу повітря, вони також адсорбуються на поверхні ґрунтових частинок. Повітря утримується в грунті завдяки пористій будові грунту. Воно займає всі щілини,не зайняті водою. Отже, вміст його в грунті залежить від щілинності та вологості грунту. Частина об'єму грунту, зайнята повітрям при даній вологості, називається повітроємністю. Чим вища щілинність і менша вологість, тим вища повітроємність грунту. Повітроємність грунту часто змінюється, особливо під впливом обробітку грунту та випадання опадів.



Рис.24. Бульбочкові бактерії

Повітропроникність грунту – це властивість грунту пропускати повітря. Вона залежить від пористості та вологості грунту і стану ґрунтового покриття. Повітропроникність грунту зумовлює газообмін, який тим повніший, чим вона краща. Хоч повітря переміщується по всіх порах, основну роль в цьому відіграє некапілярна пористість. У структурних ґрунтах створюються оптимальні умови для повітропроникності (рис.25).



Рис.25. Пори грунту

На повітропроникність грунту значною мірою впливає стан верхнього шару. На розпилених ґрунтах навіть за незначної кількості опадів

утворюється кірка, яка різко знижує або навіть зовсім припиняє проникання повітря в нижні шари, зменшує активність газообміну.

Склад ґрунтового повітря помітно відрізняється від атмосферного і коливається в значних межах. Так, якщо середній вміст азоту в атмосферному повітрі становить 78,08 %, то в ґрунтовому він може досягати 80,24%. Кисню в ґрунтовому повітрі звичайно менше, ніж в атмосферному. Вміст кисню в лучних і болотних ґрунтах може зменшуватись до 10–5% і навіть до 0 %. Зате вуглекислого газу в ґрунтовому повітрі порівняно з атмосферним (0,03%) в десятки і сотні разів більше. В оброблюваних ґрунтах вміст його коливається від 0,1 до 1,5–2, а на перезволожених природних пасовищах – 3–7% (рис.26).



Рис.26. Болотистий грунт

Газообмін в грунті сприяє збільшенню в атмосферному і ґрунтовому повітрі вмісту кисню і запобігає нагромаджен- ню надмірної кількості вуглекислого газу. Основним фактором, що зумовлює газообмін, є зміна температури і барометричного тиску. Розширення й зменшення об'єму ґрунтового повітря при цьому призводять до виходу його в атмосферне або, навпаки, надходженню атмосферного повітря в грунт.

Газообмін в ґрунті відбувається і під впливом опадів або зрошувальних вод, коли повітря з грунту витісняється, а потім знову надходить у грунт після випаровування вологи і просочування води в нижні горизонти (рис.27).



Рис. 27. Зрошувальні води

Дифузія газів — це процес переміщення їх відповідно до їх парціального тиску. У зв'язку з постійним зменшенням у ґрунтовому повітрі концентрації кисню і збільшенням концентрації вуглекислого газу тиск їх відповідно зменшується або збільшується і відбувається газообмін з середовищем, де парціальний тиск менший. Газообмін відбувається також під впливом дії вітру і залежить від його швидкості, макро- та мікрорельєфу грунту, його покриття, структури та способів обробітку.

Повітряний режим грунту значною мірою зумовлює напрям ґрунтотворних процесів, що визначає родючість грунту. Значний доступ повітря (аерація) сприяє розкладанню і мінералізації в грунті органічної речовини, а нестача повітря, зокрема кисню, призводить до утворення

напіврозкладеної органічної маси (торфу), заболочування, оглеєння. Окислення хімічних елементів змінює розчинність їх, що також впливає на напрям ґрунтотворних процесів.

У ґрунтовому розчині,насиченому вуглекислотою, розчиняється багато сполук, зокрема карбонатів кальцію, магнію, заліза. Ці сполуки стають більш рухомими і переміщуються по горизонтах грунту.

Родючі грунти завжди добре повітропроникні, що забезпечує їх аерацію, а це, в свою чергу, сприяє інтенсифікації мікробіологічних процесів,доступності поживних елементів. Регулювання повітряного режиму в оброблюваних ґрунтах збільшує їх повітропроникність та повітроємкість. Заходи обробітку, що сприяють збільшенню пористості грунту (оранка (рис.28), плоскорізний обробіток (рис.29), культивація, дискування (рис.30), боронування) поліпшують повітряний режим грунту, збільшують його аерацію. Вапнування і гіпсування грунтів, внесення органічних добрив, висівання багаторічних трав та сидеральних культур сприяють поліпшенню структури грунту, забезпечують добру повітропроникність і повітроємність.



Рис. 28. Оранка



Рис. 29. Плоскорізний обробіток



Рис. 30. Дискування

Вирощування просапних культур і поліпшують аерацію верхнього шару грунту, але одночасно є причиною значного його розпилення, запливання і утворення кірки. Тому мінімалізація обробітку грунту, зокрема міжрядного, під час застосування гербіцидів для боротьби з бур'янами, є одним з основних способів поліпшення його фізичних властивостей (рис.31).



Рис. 31. Міжрядний обробіток грунту

Повітряний режим грунту визначається меліоративними заходами. Повітроємність і аерація поліпшуються під час осушення надмірно зволожених грунтів.

Теплові властивості грунту

Тепловий режим грунту визначається явищами і процесами, пов'язаними з надходженням тепла в грунт і його втратами. Кількість тепла в грунті, а відповідно і його температура змінюються. Тепловий режим грунту, особливо коливання температури упродовж доби, вегетаційного періоду, мають важливе значення для життєдіяльності рослин та мікроорганізмів. Рослини та мікроорганізми живуть у вузьких температурних межах – від 0 до 40–45°С.

Звичайно рослини переносять температури значно нижчі й вищі, ніж зазначені. Деякі фізіологічні процеси, наприклад, дихання, відбуваються в озимих культур при мінусових температурах, а термофільні (теплолюбні) водорості живуть у водах гарячих джерел при температурі 70°С. Однак найвищий врожай культур можна мати лише за умови забезпечення їх оптимальним тепловим режимом у відповідні періоди росту й розвитку (рис.32).



Рис. 32. Озимі культури

Тепловий режим грунту в різних природних зонах нашої країни залежить від теплового балансу,тобто надходження й витрати тепла, а також від теплових властивостей грунту. Джерелом тепла в грунті є енергія сонця, внутрішнє тепло земної кулі, тепло атмосферного повітря та те, що утворюється під час розкладання органічної речовини грунту.

Грунт витрачає теплову енергію на безпосереднє випромінювання в атмосферу та на випаровування вологи з грунту. Оскільки сонячна радіація залежить від географічного положення місцевості, то тепловий баланс грунту певної місцевості залежить від географічної широти. Роль інших джерел нагрівання грунту дуже незначна. Баланс тепла грунту кожної конкретної місцевості залежить також від експозиції і крутизни схилів. Південні та південно-західні схили завжди тепліші, ніж північні.

Нагрівання грунту залежить від його кольору, покриття, механічного складу, вологості. Так, темні ґрунти поглинають більше теплової енергії, ніж світлі. Як уже зазначалося, чим більше в ґрунті гумусу, тим темніший його колір. Отже, прогрівання грунту залежить від вмісту в ньому перегною. Важкі ґрунти вбирають більше сонячного проміння, ніж легкі. Наприклад, якщо прийняти вбирання сонячного проміння торфовим ґрунтом за 100%, то глинистий грунт вбирає 86,1, дрібний піщаний – 84% (рис.33).



Рис. 33. Торфовий грунт

Не вся сонячна радіація витрачається на нагрівання грунту – деяка частина її відбивається ґрунтовою поверхнею (альбедо). Величина альбедо залежить від ступеня вирівняності поверхні грунту, кольору, вологості і може коливатись у досить значних межах (10–40% всієї сонячної радіації).

До теплових властивостей грунту належать теплоємність, теплопровідність і теплове випромінювання. Теплокурсив – це кількість тепла, необхідного для нагрівання одиниці маси (1г) або об'єму (1 $см^3$) грунту на 1°С. Розрізняють питому і об'ємну теплоємність грунту. Питома теплоємність залежить від теплоємності мінералів та порід, яка коливається від 0,16 до 0,5, а в основному – від вмісту води в ґрунті, теплоємність якої становить 1. порівняно з сухим більш теплоємкий і потребує більше тепла для нагрівання до такої самої темпера тури.

Теплопровідність грунту – це властивість його проводити тепло. Вона вимірюється кількістю тепла, що проходить за 1 с через 1 $см^2$ грунту 1 см завтовшки при різниці температури з обох боків цього шару в 1°С. Фази грунту значно відрізняються одна від одної за теплопровідністю: теплопровідність твердої фази становить 0,017-0,021, води – 0,0059, повітря – 0,00021 Дж/см. Теплопровідність сухого пухкого грунту значно менша, ніж вологого. При розпушуванні грунту його верхній шар повільно передає тепло в глибокі шари, що дуже важливо для нагрівання грунту навесні. Влітку в жарку погоду розпушений сухий шар на поверхні грунту захищає нижні шари від перегрівання.

Теплове випромінювання – це кількість теплової енергії, яку випромінює грунт з поверхні. Визначається воно кількістю енергії, що випромінюється з 1 $см^2$ за 1 с і залежить від вологості, стану поверхні грунту, вмісту в ньому органічної речовини. Вологий грунт випромінює більше енергії, ніж сухий, менше випромінюється тепла з грунтів з нерівною поверхнею, покритих рослинами або рештками рослинності (рис.34).



Рис. 34. Вологий грунт

Температура грунту є основним показником його теплового стану. Її

рівень та коливання помітно впливають на ґрунтотворний процес, поживний, водний і повітряний режими грунту, а також на ріст і розвиток рослин. Залежно від змін добового й річного циклу сонячної радіації спостерігається періодичність змін температури грунту. Добові коливання температури грунту найбільші на його поверхні і майже зовсім непомітні на глибині 60–70 см. Найнижча температура поверхні грунту перед сходом сонця (о 4–5 год.), а найвища – о 14 год. Річний цикл коливання температури більш складний: мінімальна настає в середніх широтах у лютому – березні, максимальна – у червні – липні; коливання також зменшуються з глибиною і непомітні на глибині 13–14 м. Грунт замерзає при зниженні температури нижче 0 °С. Ґрунтові води містять розчинені солі, тому температура їх замерзання звичайно нижча від 0 °С і залежить від концентрації солей в ґрунтовому розчині (рис.35).

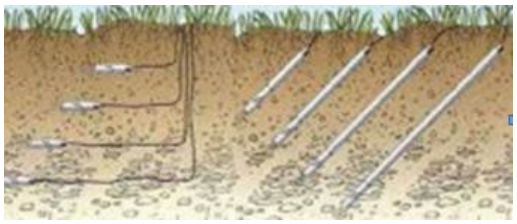


Рис. 35. Вимірювання температури грунту

Запитання для самоперевірки:

1. Яка відмінність між структурністю і структурою грунту?
2. Назвіть типи грантової структури.
3. Назвіть загальні фізичні властивості грунту.
4. Назвіть фізико-механічні властивості грунту.
5. Опишіть шляхи визначення спілості грунту в польових умовах.
6. Склад ґрунтового повітря.
7. Роль аерації в продуктивності грунту.
8. Регулювання повітряного режиму грунту.
9. Джерела тепла в грунті.
10. Тепловий режим, його значення та шляхи регулювання.