

Тема: Повітряні і теплові властивості ґрунту

1. *Значення і склад ґрунтового повітря*
2. *Повітряні властивості ґрунту*
3. *Повітряний режим ґрунту і його регулювання*
4. *Значення і джерела тепла у ґрунті*
5. *Теплові властивості ґрунту*
6. *Тепловий режим ґрунту*
7. *Регулювання теплового режиму ґрунту*

1. Значення і склад ґрунтового повітря

Ґрунтове повітря - важлива складова ґрунту. Його вміст у ґрунті є однією з основних умов життя рослин. Без доступу повітря та вільного його обміну не можуть жити у ґрунті також аеробні мікроорганізми ґрунту (гриби, водорості, бактерії) та ґрунтова фауна.

Кисень ґрунту є активним чинником ґрунтоутворення, бере участь в окисленні мінеральних та органічних речовин, зумовлює кругообіг вуглецю, азоту, фосфору.

Ґрунтове повітря є джерелом вуглекислого газу, який використовується рослинами у процесі фотосинтезу. За підрахунками, від 38 до 72 % усієї кількості CO_2 , яка йде на формування врожаю, рослина бере з ґрунту.

З ґрунтового повітря бульбочкові азотофіксуючі бактерії поглинають азот, а водяна пара, яка міститься у повітрі, має велике значення у річному і добовому балансі води у ґрунті.

Ґрунтове повітря перебуває у тісному зв'язку з рідкою і твердою фазами ґрунту.

Перші відомості про склад ґрунтового повітря були одержані ще у 1824 році відомим французьким ученим Ж. Буссенго. Цінні дослідження

грунтового повітря віднайшли у першій половині XX ст. А. Дояренко, Б. Кін, Е. Рассел та ін.

Таблиця 5.2.

Склад атмосферного і ґрунтового повітря, %
(за І.С. Каурічевим, 1982)

Гази	Атмосферне повітря	Ґрундове повітря
Азот (N ₂)	78,08	78,08-80,24*
Кисень (Ог)	20,95	20,90-0,0
Аргон (Агі)	0,93	-
Вуглекислий газ (СO ₂)	0,03	0,03-20,0
Всі інші (N ₆ , Нe, CH ₄ , Кг, N ₂ O, Оз та ін.)	0,04	—

Азот + аргон

Як видно з табл. 5.2., ґрундове повітря значно відрізняється від атмосферного хімічним складом. До складу ґрунтового повітря входять такі елементи та їх сполуки: азот, кисень, вуглекислий газ, благородні гази (аргон та ін.), аміак і пара води. Крім того, під час аеробних процесів до ґрунтового повітря приєднуються ще такі газоподібні сполуки, як метан, сірководень та ін.

Різниця у кількості кисню і вуглекислого газу в атмосферному та ґрунтовому повітрі обумовлена тим, що у ґрунті відбуваються біохімічні процеси, а також процеси окислення і відновлення. У процесі розкладу мікроорганізмами органічної маси і дихання кореня виділяється вуглекислота (від 3 до 10 л/м² за добу), а з ґрунтового повітря поглинаються нелетучі органічні сполуки (вуглеводи жирного й ароматичного походження, складні альдегіди, спирти та ін.), які сприяють росту рослин і підвищенню їх життєдіяльності.

Кількість кисню і вуглекислого газу у ґрунтовому повітрі залежить від

стану ґрунту, його аерації, коливання температури, тиску повітря, дії вітру, рівня ґрунтових і підґрунтових вод.

У поглинанні O_2 і CO_2 ґрунтом спостерігається сезонна динаміка. В літку орний шар ґрунту поглинає кисню і виділяє вуглекислого газу у декілька разів більше, ніж навесні.

Вуглекислий газ утворюється у ґрунті переважно завдяки біологічним процесам. Частково він може надходити у ґрунтове повітря із ґрунтових вод, а також у результаті його десорбції із твердої та рідкої фаз ґрунту. Деяка кількість CO_2 може виникнути у процесі перетворення бікарбонатів у карбонати під час випаровування ґрунтових розчинів.

$[Ca(HCO_3)_2 \rightarrow CaCO_3 + H_2O + CO_2]$ і у процесі впливу кислот на карбонати ґрунту, а також хімічного окислення органічних речовин.

2. Повітряні властивості ґрунту

До повітряних властивостей ґрунту належать: повітроємність і повітропроникність.

** Повітроємність ґрунту - це та частина об'єму ґрунту, яка зайнята повітрям при певній вологості.*

Загальну повітроємність можна визначити за формулою:

$$ПЄ = ПЗ - ГВ,$$

де $ПЄ$ - загальна повітроємність, %; $ПЗ$ - пористість ґрунту загальна, %; $ГВ$ - гігроскопічна вологість ґрунту, %.

Повітроємність ґрунту залежить від його гранулометричного складу, щільності складення, ступеня структурності. За характером впливу на стан ґрунтового повітря необхідно розрізняти капілярну і некапілярну повітроємність. Капілярну повітроємність представляє ґрунтове повітря, яке міститься у капілярних порах (менше 0,01 мм), а некапілярну - у некапілярних порах (понад 0,01 мм).

Високий відсоток капілярної повітроємності вказує на малу рухомість ґрунтового повітря, сповільнене транспортування газів у межах ґрунтового

профілю, високий вміст защемленого і сорбованого повітря.

Істотне значення для забезпечення нормальної аерації ґрунтів має некапілярна повітроємність, або пористість аерації, тобто повітроємність міжагрегатних пор, тріщин і камер. Вона включає великі пори, міжструктурні пустоти, ходи коренів і червів у ґрунтовій товщі і пов'язана здебільшого з вільним ґрунтовим повітрям.

◆ *Повітропроникність ґрунту - здатність ґрунту пропускати через себе повітря. Вона характеризує швидкість газообміну між ґрунтом та атмосферою, який залежить від таких чинників:*

- > Атмосферних умов - добових і сезонних амплітуд коливання температури повітря, добових та сезонних амплітуд коливання атмосферного тиску, температурного градієнта поверхні розділу ґрунт-атмосфера, турбулентності атмосферного повітря, кількості опадів, характеру їх розподілу, інтенсивності й об'єму випаровування та транспірації води.*
- > Фізичних властивостей ґрунту - гранулометричного складу, структури, стану поверхні, щільності, пористості, водного і температурного режимів.*
- > Фізичних властивостей газів - швидкості дифузії, градієнтів концентрації газів у ґрунтовому профілі і на межі розділу ґрунт-атмосфера, гравітаційного перенесення газів під впливом сили тяжіння, здатності до сорбції-десорбції на твердій фазі, розчинності у ґрунтових розчинах і дегазації.*
- > Фізико-хімічних реакцій у ґрунтах - обмінних реакцій між вбирним ґрунтовим комплексом - ґрунтовим розчином - газовою фазою - реакцій окислення-відновлення.*

3. Повітряний режим ґрунту і його регулювання

Під повітряним режимом ґрунту розуміють надходження у нього повітря і його використання живими організмами у процесі ґрунтоутворення.

Повітряний режим має велике значення у житті мікроорганізмів та рослин, що заселяють ґрунт. Тому під час його регулювання особлива увага повинна бути звернута на забезпечення оптимального газообміну.

Газообмін здійснюється через повітроносні пори ґрунту, які з'єднуються між собою із атмосферою. До чинників, що викликають аерацію, належать: дифузія, зміна температури ґрунту і барометричного тиску, надходження вологи у ґрунт з опадами або під час зрошення, вплив вітру, зміна рівня ґрунтових вод або верховодки.

Спостереження та розрахунки свідчать, що добрий газообмін між ґрунтовим та атмосферним повітрям на дерново-підзолистих ґрунтах забезпечується під час пористості аерації понад 15-20 % до об'єму ґрунту, для торфових ґрунтів - 30-40 %. За таких умов аерації у ґрунтах створюється сприятливий склад ґрунтового повітря: вміст CO_2 звичайно не перевищує 2-3 %, а концентрація кисню не падає нижче 19-18 %.

Найбільшого ефекту під час регулювання повітряного режиму ґрунту можна очікувати від агротехнічних заходів: правильного обробітку ґрунту, запровадження сівозмін, покращення структури ґрунту тощо.

4. Значення і джерела тепла у ґрунті

Тепло - один із чинників росту і розвитку рослин. З тепловим станом ґрунту тісно пов'язані початкові життєві функції рослин, зокрема розчинність у воді мінеральних сполук, кисню та вуглекислого газу, швидкість надходження у рослини поживних речовин і води тощо.

Температура ґрунту має першочергове значення у життєдіяльності ґрунтової мікрофлори і фауни. Оптимальні умови для більшості ґрунтових мікроорганізмів створюються при 25-30 °C.

Основним джерелом тепла у ґрунті є променева енергія сонця - сонячна аерація. Досягаючи поверхні ґрунту, вона поглинається ґрунтом, перетворюється у теплову енергію, а деяка частина її відбивається назад в атмосферу.

Кількість сонячної радіації, яка падає на поверхню ґрунту, залежить від пори року й доби, географічного розташування, хмарності атмосфери, рельєфу місцевості тощо.

Максимальна температура на поверхні ґрунту спостерігається близько 13 години, мінімальна - перед сходом сонця. Найбільші коливання ґрунту відбуваються на поверхні й у шарі 0-1 см; на глибині 3-5 см вони різко зменшуються; на глибині 35-100 см добові коливання температури не спостерігаються.

Максимальна середньодобова температура ґрунту спостерігається у липні-серпні, мінімальна - у січні-лютому.

На температуру ґрунту впливають рельєф, властивість ґрунту, рослинний і сніговий покрив. Наприклад, найтеплішими схилами є південні й східні, а найхолодніші - північні та західні. Рослинний покрив зменшує надходження променевої енергії у тепловий період року і захищає ґрунт від втрат тепла у холодну пору. Взимку великий вплив на температуру ґрунту має сніговий покрив, зменшуючи втрати тепла ґрунтом і захищаючи його від охолодження. Під снігом температура стає нижчою 0°C пізніше, а глибина промерзання менша, ніж на ґрунті без снігу.

Температура ґрунту залежить від його гранулометричного складу, вологості та кольору. Навесні глинисті ґрунти, оскільки вологіші, мають більшу теплоємність і втрачають багато тепла на випаровування, нагріваються менше, ніж піщані ґрунти. Восени піщані ґрунти, як менш теплопровідні, охолоджуються швидше, ніж глинисті. Отже, легкі за гранулометричним складом, сухі й добре дреновані ґрунти навесні та влітку будуть теплішими, а восени холоднішими, ніж глинисті. Різниця температур піщаного і глинистого ґрунту на глибині 20 см у теплий період року в різних ґрунтово-кліматичних зонах може досягати 1-5 °C.

5. Теплові властивості ґрунту

До основних теплових властивостей ґрунту належать:

> *теплопоглинальна здатність;*

- > *теплоємність;*
- > *теплопровідність.*

Теплопоглинальна здатність - це поглинання ґрунтом променевої енергії сонця.

Переважно вона характеризується величиною альбедо - кількістю короткохвильової сонячної радіації, яка відбита поверхнею ґрунту і виражена у відсотках до загальної величини сонячної аерації, що досягає поверхні ґрунту.

Альбедо є важливою тепловою характеристикою, яка залежить від кольору ґрунту, його структурного стану, вологості та вирівненості поверхні, особливостей рослин, кольору їх листя і стебел тощо.

***■ Теплоємність ґрунту** - це його властивість поглинати тепло. Розрізняють питому та об'ємну теплоємність ґрунту. Питома теплоємність - кількість тепла у джоулях, яка витрачається на нагрівання 1 г ґрунту на 1°C. Об'ємна теплоємність - кількість тепла у джоулях, яка витрачається на нагрівання 1 см³ сухого ґрунту на 1°C.

Теплоємність ґрунту залежить від його мінералогічного і гранулометричного складу, вологості, а також від вмісту в ньому органічної речовини.

Питома теплоємність для більшості мінеральних ґрунтів коливається у порівняно вузьких межах - 0,7123-0,838 дж/г на 1°C. При підвищенні вологості теплоємність піщаних ґрунтів зростає до 2,933, глинистих - 3,352, а торфових - до 3,771 дж/г на 1 °C. Глинисті ґрунти вологоємніші і навесні повільно прогріваються. Тому вони називаються “холодними” ґрунтами. Легкі ґрунти (піщані та супіщані) навесні прогріваються скоріше, і їх називають “теплыми”. Теплоємність ґрунтів тісно пов'язана з гідрофільністю колоїдів. За однакового характеру зволоження теплоємніші ті ґрунти, в яких більше гідрофільних колоїдів.

На величину об'ємної теплоємності впливає кількість і якість гумусу: чим гумусованіший ґрунт, тим він теплоємніший. Теплоємність пухких ґрунтів,

які характеризуються високою пористістю аерації, значно вища, ніж щільних ґрунтів.

Теплопровідність ґрунту - це його властивість проводити тепло. Вона вимірюється кількістю тепла у джоулях, яке проходить за секунду через 1 см ґрунту товщиною 1 см .

У ґрунті тепло передається різними способами: через тверді частинки, випромінюванням від них, конвенційною передачею тепла через газ і рідину.

На величину теплопровідності впливають хімічний та гранулометричний склад, вологість, вміст повітря, щільність і температура ґрунту. Наприклад, у сухому стані ґрунти, які багаті на гумус і мають високу аерацію, дуже погано проводять тепло. Гранулометричний склад ґрунтів безпосередньо впливає на величину теплопровідності:

вона тим більша, чим грубші механічні частки ґрунту. На теплопровідність безпосередньо впливає і ступінь вологості. За однакової дисперсності та щільності вологіший ґрунт характеризується більшою теплопровідністю, ніж сухий.

6. Тепловий режим ґрунту

Під **тепловим режимом ґрунту** розуміють сукупність усіх явищ, пов'язаних з надходженням, переміщенням і віддачею тепла ґрунтом.

На тепловий режим ґрунту впливають клімат, рослинність, рельєф, сніговий покрив, а також гранулометричний склад, вологість і складення ґрунту. Між температурою ґрунту і рослинами існує не тільки прямий, але й зворотний зв'язок: рослинний покрив істотно впливає на динаміку температури у ґрунті, рослинні та післяжнивні залишки зменшують добові й сезонні коливання температури у верхньому шарі ґрунту.

Тепловий режим ґрунтів залежить від рельєфу місцевості. Зокрема, експозиція схилів, їх крутизна визначають різницю у кількості тепла, яке вони одержують від сонячної радіації. Ґрунти на південних, південно-західних і південно-східних схилах прогріваються краще, ніж на

північних, північно-західних та північно-східних схилах й рівнинах.

На тепловий режим сильно впливає сніговий покрив: він перешкоджає глибокому промерзанню ґрунту, зменшує втрати тепла з ґрунту внаслідок випромінювання. Ґрунти, покриті рослинністю, промерзають менше, ніж, наприклад, зяб.

Виділяють чотири типи теплового режиму ґрунту: мерзлотний, тривало сезоннопромерзлий, сезоннопромерзлий і непромерзлий.

***Мерзлотний тип** теплового режиму характерний для місцевостей, де середньорічна температура профілю ґрунту від'ємна. До них належать полярна і мерзотно-тайгова зона.*

***Тривало сезоннопромерзлий тип** теплового режиму проявляється на територіях, де переважає позитивна температура ґрунтового профілю. Тривалість промерзання ґрунту - не менше 5 місяців.*

***Сезоннопромерзлий тип** теплового режиму відрізняється позитивною температурою ґрунтового профілю. Промерзання ґрунту - не більше 5 місяців.*

***Непромерзлий тип** теплового режиму спостерігається у місцевостях, де промерзання профілю ґрунту і морозостійкість не проявляється. До них належить тепла південноєвропейська фація й області субтропічного поясу.*

7. Регулювання теплового режиму ґрунту

Усі прийоми, які можуть активно впливати на тепловий режим ґрунтів, поділяють на агротехнічні, агроеліоративні та агрометеорологічні.

- *Агротехнічні прийоми* пов'язані з технологією (агротехнікою) вирощування сільськогосподарських культур: обробіток ґрунту, мульчування, сівба і садіння та ін. Наприклад, створення гребеневої поверхні на ріллі сприяє кращому прогріванню ґрунту, забезпечує більшу акумуляцію розсіяної радіації, покращує конвективний тепловий обмін повітря з ґрунтом і тим самим створює умови для підвищення морозостійкості рослин під час приморозків.

На тепловий режим ґрунту істотно впливає глибина основного обробітку. Тому завдяки встановленню певної глибини можна змінювати теплопровідність і теплоємність ґрунту.

Температуру ґрунту можна значно змінити мульчуванням (покриттям ґрунту різними матеріалами). Суть мульчування зводиться до зміни радіаційного балансу. Зокрема, чорна мульча у вигляді торфу зменшує альбедо ґрунту на 10-15 %, що призводить до нагрівання ґрунту. Біла мульча у вигляді солом'яної січки викликає відбиття сонячних променів і таким чином знижує температуру ґрунту.

На тепловий режим ґрунту впливає товщина снігового покриву. Змінюючи його за рахунок снігозатримання або коткування, можна змінити температуру верхнього шару ґрунту.

До агротехнічних заходів, спрямованих на створення сприятливих теплових умов сільськогосподарським культурам, належить гребневий спосіб садіння картоплі та окремих овочевих культур. За рахунок гребенів ґрунт скоріше прогрівається і тим самим пришвидшує проростання рослин.

До *агромеліоративних прийомів* регулювання теплового режиму ґрунту належать насадження лісосмуг, зрошення й осушення, а також застосування вапнування кислих і гіпсування солонцюватих ґрунтів, внесення підвищених норм органічних добрив.

Найпоширенішими *агрометеорологічними прийомами* регулювання теплового режиму ґрунту є створення димових завіс, які знижують виділення тепла із ґрунту та охороняють рослини від приморозків.

У південних районах України ефективні прийоми, які спрямовані на зменшення притоку тепла до ґрунту. Цього можна досягти за рахунок розставлення на полі щитів, мульчування, висівання куліс із високостебельних культур (кукурудза, соняшник, гірчиця біла та ін.).

Важливе значення в регулюванні теплового режиму ґрунту належить рослинності, яка, затінюючи поверхню ґрунту, сприяє зниженню температури його верхнього шару. Натомість звільнення поля від рослинності призводить

до підвищення температури ґрунту в межах на 3-4°C.