

Біологічний та поживний режим (трофіність) ґрунтів

1. Особливості біологічного режиму ґрунтів.
2. Біорозмаїття ґрунту та інтенсивність біологічного кругообігу речовин.
3. Окисно-відновлювані реакції та окисно-відновлювальний потенціал ґрунту
4. Поживний режим ґрунтів і шляхи його регулювання

Література:

1. Ґрунтознавство з основами геології : навчальний посібник / Гнатенко О. Ф., Капштик М. В., Петренко Л. Р., Вітвицький С. В. – К.: Оранта, 2005. – 648 с.
2. Назаренко І.І. Ґрунтознавство з основами геології : підручник / І.І. Назаренко, С.М. Польчина, В.А. Нікорич. – Ченівці: Книги-XXI, 2006. – 504 с.
3. Ковриго В.П. Почвоведение с основами геологии : [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / В.П. Ковриго, И.С. Кауричев, Л.М. Бурлакова ; под ред. В.П. Ковриго. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
4. Почвоведение : [учеб. и учеб. пособия для студ. высш. уч. завед.] / Под ред. И.С. Кауричева. – [4-е изд. перераб., доп]. – М.: Агропромиздат, 1989. – 287 с.
5. Канівець В.І. Життя ґрунту / В.І. Канівець. – К.: Аграрна наука, 2001. – 132 с.

1. Особливості біологічного режиму ґрунтів

Загальноприйнято моделювати ґрунт у вигляді чотирифазної екологічної системи (системою умовно вважатимемо певне тіло визначених розмірів) - тверда, рідка, газова фази (є в літосферному царстві порід і мінералів) і **біофаза** - *специфічна, організована, біогенна фаза, «жива речовина» (В.І. Вернадський), яка, крім ґрунту — ґрунтосфери планети, трапляється також в її акваторіях (гідросфері).*

Фазовий склад ґрунту, виходячи з правила фаз Гіббса, є надзвичайно багатим і різноманітним. Фаза є однорідною частиною ґрунту, яка виділяється з його найближчого оточення різкою зміною властивостей на межі з іншими фазами. Фаз у ґрунті значно більше від умовних чотирьох, і всі вони надзвичайно тісно взаємодіють між собою. Серед них найбільший (близько 50%) об'єм займають тверді фази, які вважають матрицею (каркасом) ґрунту, яка багато в чому визначає властивості та габітус його профілю й окремих генетичних горизонтів, суттєво впливає на властивості газової, рідкої та біогенної фаз.

Біофаза — це сукупність «живої речовини», сформованої в результаті життєдіяльності вищих рослин та макро-, мезо-, мікро-, нанофауни ґрунтів. Екологічні ніші ґрунтової біофази:

- рослини - типові автотрофи-фотопродуценти з ризо- та філосферою, яка забезпечує біоциклічність кругообігу N, O, CO₂, H₂O тощо;
- мікробні ценози - редуценти (авто- і гетеротрофи) з ферментними системами;
- тваринний світ гетеротрофів - споживачів фотосинтезованої продукції (у тому числі ентомофауна, найчисленніший його загін) без ґрунту існувати не може.

Така модель тісно пов'язана з поняттям **біому**, яким Ф. Клементс позначив **сукупність біоценозів великих територій (зона, область, регіон).**

Цей термін має неоднозначне смислове наповнення і трактування у різних авторів. Біом, за Ю. Одумом, - це велика регіональна або субконтинентальна

екосистема з певним основним типом рослинності, ґрунтогенезу (авт.) або іншою специфічною рисою ландшафту. Основною ознакою, яка об'єктивує розмежування й діагностику біомів, є фізіономічно виражена життєва форма рослин кліматичного (зонального) клімаксу (трава, чагарник, листопадне чи шпилькове дерево тощо), а також його едафічні складові — стадії розвитку рослинності, в яких домінують значущі для ґрунтогенезу інші її життєві форми, а також (що не менш суттєво) тварини. За цими ознаками розрізняють такі наземні біоми:

- тундра (арктична та альпійська);
- бореальні шпилькові ліси;
- листопадний ліс суббореального (помірного) клімату;
- степ злаковий помірної зони;
- тропічний ґрасленд і савана;
- чапараль (зимоводощові та сухолітні регіони);
- пустеля (трав'яна та чагарникова);
- тропічний напіввічнозелений тропічний ліс (з вологим і сухим сезонами);
- тропічний вічнозелений дощовий ліс.

До них додають прісноводні (озера, ставки, ріки та інші потоки, болота і болотисті ліси та морські екосистеми, в тому числі важливі для ґрунтогенезу води естуаріїв, прибережних бухт, проток, річкових гирл, солоних маршів). Територіальне розташування означених біомних екосистем з притаманними їм структурами ґрунтового покриву чітко корелює із загальнопланетарним розподілом середньорічних температур і суми опадів.

У вітчизняній науковій літературі біом синонімізується з природною (фізико-географічною) зоною притаманною їй складною взаємодією клімату, живих організмів ґрунтів. Це біоми тундри, степу, мішаних лісів, середземноморських (склерофільних) лісів, а також складні гірські біомні екосистеми тощо. При цьому, як зауважує М.А. Голубець, вживання терміна «біом» зазвичай супроводиться позначенням ним лише територіальної сукупності живих істот (рослинних і тваринних організмів — біоти) при ігноруванні її (сукупності) біогеохімічної (у тому числі ґрунтогенної), трансформаційної, матеріально-енергетичної, екоінформаційної (авт.) сутності. Цей недолік усувається в екосистемній дефініції біому.

Біом є сукупністю провінційних екосистем — комплектом ландшафтних екосистем у межах фізико-географічної провінції, тобто екологічною системою, просторово адекватною межах провінції, яка територіально збігається з фізико-географічною зоною, залежить від інтенсивності надходження сонячної радіації до земної поверхні (макроклімат) і характеризується певним клімаксовим типом рослинності (деревним, чагарниковим, трав'яним) та сформованим під її впливом ґрунтовым покривом.

За природним статусом біомні екосистеми є ієрархічно найвищими формуваннями біосфери, які мають глобальний прояв своїх ґрунтово-екологічних функцій і такий самий глобальний вплив на функціональну організацію цієї унікальної і неповторної ЕКОСИСТЕМИ з найскладнішою будовою, не потребуючи виділення в їх межах менших структурних блоків, роль яких тут стає неістотною.

Жива фаза ґрунту – це сукупність організмів, які населяють ґрунт і беруть безпосередню участь у ґрунтоутворенні. До складу ґрунтової біоти входять бактерії, актиноміцети, гриби, водорості, тварини геобіоти (найпростіші, комахи, черви та інші представники фауни, що постійно живуть у ґрунті), а також кореневі системи живих рослин. Проте об'єднання всіх цих організмів у "живу" фазу умовне, оскільки всі ці організми теж складаються з твердої, рідкої та газової фази.

Завдяки тісному взаємозв'язку між фазами ґрунт функціонує як єдина система. Співвідношення між об'ємами та масами твердої, рідкої та газоподібної фаз визначає умови прояву ґрунтової родючості, залежить від ґрунтових і кліматичних умов, а також від характеру рослинного покриву. Досить впливовий і антропогенний фактор. Ідеальні екологічні умови створюються, коли об'єм твердої фази ґрунту складає 50%, а рідкої й газової – по 25% відповідно.

2. Біорозмаїття ґрунту та інтенсивність біологічного кругообігу речовин

Ґрунт є субстратом, на якому розвиваються рослини. Крім того разом з рослинністю в ґрунті мешкає безліч живих організмів: від мікробів до дрібних ссавців, таких як кроти, землерийки, бурундуки. Маса риучих істот, серед яких особливе місце займають мурашки і дощові черв'яки, аерують ґрунт і підвищують його здатність вбирати вологу і пропускати повітря. Дощові черв'яки, яких Аристотель назвав «кишками землі» покращують ґрунт, пропускаючи його через свій травний тракт. Важливо, що поліпшений ґрунт викидається на поверхню. Таким чином йде збагачення верхнього родючого шару, причому за один рік дощові черв'яки здатні переробити до 500 тонн матеріалу на гектар площі. В результаті такої переробки ґрунт містить в порівнянні з контрольною порцією більше: азоту – в 5 разів, фосфору - в 7 разів, калію - в 11 разів, магнію - в 3 рази і кальцію - в 2 рази. Рис. 2.7 ілюструє різноманітність ґрунтових організмів і широкий діапазон, в межах якого змінюються їх розміри.

Основну роль деструкторів органічних залишків виконують бактерії і гриби. Бактерійна маса орного шару ґрунту може досягати 10-40 ц/га у ґрунтів, що збагачені рослинними залишками і органічними добривами.

Бактерії відносяться до прокариотів, оскільки їх клітини позбавлені сформованого ядра, оточеного мембранами клітинних органелл. Бактерії також не розмножуються статевим шляхом. Більшість бактерій має міцну клітинну оболонку а їх генетичний матеріал представлений єдиною кільцевою молекулою дволанцюжної ДНК. Як правило бактерії є одноклітинними організмами, хоча після розподілу можуть утворювати колонії у вигляді ниток і інших структур, нагадуючи багатоклітинні організми, хоча й не є такими. Більшість бактерій разом з грибами є гетеротрофами і виконують найважливішу функцію редуцентів в ґрунті, розкладаючи органічні залишки. Процес дихання у різних типів бактерій протікає як з використанням кисню, так і без нього. Бактерії виконують важливу екологічну функцію в ґрунтовому шарі, підтримуючи і регулюючи цикли азоту, сірки і вуглецю.

Певні види бактерій окислюють білки і амінокислоти і перетворюють аміак на нітрит, інші продовжують процес перетворення нітриту в нітрати, підтримуючи

кругообіг азоту. Багато ціанобактерій можуть фіксувати азот з повітря, накопичуючи його в ґрунті, що дуже важливо для живлення рослин.

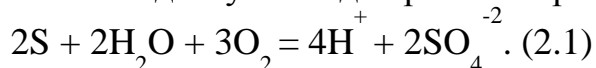
Ґрунтові бактерії беруть участь в окремих етапах розкладання і кругообігу речовин. Багато бактерій розкладають речовини, що містять вуглець, і виділяють в атмосферу CO_2 . В результаті в ґрунті накопичуються такі важливі речовини як целюлоза, лігнін, пектин, крохмаль і цукор. Більше 90% вуглекислоти в біосфері утворюється в результаті діяльності бактерій.

Існують також види бактерій, які гідролізують білки до пептидів з подальшим розкладанням на амінокислоти. Багато бактерій використовують процес амоніфікації, внаслідок чого амінокислоти розкладаються з виділенням амонію. Амоній окислюється до нітриту хемоавтотрофною бактерією *Nitrosomonas*, нітрит в свою чергу перетворюється на нітрат бактерією *Nitrobacter*.

Цей послідовний процес окислення азоту називають нітрифікацією. Процес нітрифікації йде з виділенням енергії, яка використовується для відновлення двоокису вуглецю до вуглеводу подібно тому як це відбувається при фотосинтезі у рослин.

Фіксація азоту з повітря є одним з найважливіших шляхів доставки живильного елемента для рослин. Серед небагатьох ґрунтових бактерій, здатних здійснювати цей процес, існує симбіотична бактерія *Rhizobium*, яка утворює бульби на корінні бобів і деяких інших рослин. Деякі азотфіксуючі бактерії пов'язані з листям рослин, проте є і вільноживучі форми, включаючи ціанобактерії, які виконують важливу роль у фіксації азоту з повітря.

Рослини не можуть самі засвоювати вільну сірку. В цьому випадку також допомагають специфічні бактерії. Так, деякі хемоавтотрофні бактерії, такі як *Thiobacillus*, окислюють сірку до сульфатів за реакцією, що протікає по наступному рівнянню, і тим самим роблять її доступною для рослин в розчинному вигляді:



Сульфати накопичуються рослинами, в наслідок цього сірка, що міститься в сульфатах, включається до складу білків. При розпаді білків вивільняються амінокислоти, частина яких також містить сірку. Деякі бактерії можуть розкласти такі амінокислоти з виділенням сірководню.

Таким чином бактерії регулюють кругообіг сірки. Саме завдяки діяльності бактерій і грибів такі важливі елементи як вуглець, азот або сірка виводяться з складу молекул, в які вони включилися в ході реакцій. Ґрунтові гетеротрофи розкладають органічні речовини. Завдяки цьому продукти розпаду можуть включатися в інші з'єднання і брати участь в біологічних циклах. Важливо розуміти, що без здійснення такого кругообігу елементів всі організми, включаючи рослини, переповнилися б продуктами свого обміну речовин.

Відзначимо, що природа відрегулювала цикли обміну елементами таким чином, що підтримується динамічна рівновага їх кількості і якісного складу в ґрунтовому шарі. Тому активна діяльність людини порушує досягнутий баланс, у тому числі і баланс сірки. Такі порушення відбуваються зокрема при спалюванні гігантських об'ємів вугілля і нафтопродуктів в теплових електростанціях планети.

Гриби утворюють окреме царство, оскільки істотно відрізняються від водоростей, мохів і судинних рослин. Гриби разом з гетеротрофними бактеріями і деякими іншими групами гетеротрофів виконують в біосфері важливу роль

редуцентів. Саме таким чином зв'язані в речовинах-відходах елементи вивільняються для подальшої циркуляції в природі. Маса грибів приблизно рівна масі бактерій і складає 20-40 ц/га орного шару ґрунту. В процесі розкладання органічних залишків в атмосферу виділяється вуглекислий газ, а в ґрунт повертається азот, сірка і інші важливі елементи, які використовуються для будівництва нових поколінь рослин. В середньому верхні 20см ґрунтового шару містять близько 5 тонн грибів на один гектар. Гриби володіють могутнім набором ферментів, інтенсивно і ефективно руйнуючи органічні залишки. Оскільки вони не розрізняють корисні для людей продукти від рослинних залишків, гриби завдають значної шкоди людині, псуючи харчові продукти, шкіру, віск, ізоляцію кабелів і навіть лінзи оптичних приладів. Гриби завдають значної шкоди виробництву і крім того виділяють сильну отруту і канцерогени в процесі своєї життєдіяльності.

Близько 80% судинних рослин пов'язані з грибами своєю кореневою системою. Цей симбіоз виконує важливу роль в живленні і розповсюдженні рослин. Гриби мешкають головним чином на суші і перш за все в ґрунті. Швидке зростання і нитчаста будова грибів зумовили особливий тип взаємостосунків з навколишнім середовищем. Із спор зростають так звані гіфи, площа поверхні яких значно розвинена за рахунок пор і нитчастої структури. В результаті площа контакту з навколишнім середовищем вельми велика, що має важливе значення для структуризації ґрунтів. Всі гриби харчуються мертвими органічними залишками, розчиняючи їх ферментами, що виділяються в область контакту, або є паразитами, які живуть за рахунок соків рослин-господарів.

Більшість грибів зігоміцетів мешкає в ґрунті на залишках рослин, що розкладаються.

Протисті є ще однією групою широко поширених в ґрунті організмів та накопичуються в кількості 2-3 т/га орного шару ґрунту. Типовими представниками є джгутикові, інфузорії, амеби. Розміри протистів коливаються в межах 5-20мкм, форма їх різноманітна: від круглої до гіллястої. Ці істоти пересуваються в рідких ґрунтових плівках і беруть активну участь в розкладанні органічних речовин. Протисті мають високий степінь живучості, витримуючи дії кислот і переживаючи періоди засух. Протисті поїдають бактерії, регулюючи їх чисельність.

Нематоди (мікроскопічні черв'яки) є ще одним з видів мікроорганізмів, що населяють ґрунт. Як і протисті, нематоди не тільки виконують корисні функції в перетворенні ґрунтових компонентів, але є паразитами, наносячи збитки сільському господарству.

Мікоплазми і віруси, які здатні вражати бактерії, населяють ґрунти в незначній кількості.

Ґрунт населений також звичними для нас мезо- і макрофауною. Ґрунтова **мезофауна** представлена кліщами, ногохвостками, дрібними багатоніжками, комахами. До **макрофауни** відносяться дощові черв'яки, крупні комахи, жуки, гризуни. Крупні тварини не тільки перетравлюють рослинну їжу, але і стимулюють розвиток мікроорганізмів. Тварини здійснюють як механічне подрібнення рослинних залишків, так і виконують біохімічне їх розкладання. В результаті поверхня залишків різко зростає, причому її реакційна здатність збільшується за рахунок проміжної підготовки ферментами, що виділяються в шлунках тварин.

Організми перераховані у порядку основного харчового ланцюжка, який вони утворюють. З одного боку крупніші організми харчуються тими, які мають розміри

на порядок менше. Проте насправді взаємозв'язок організмів в природному ґрунті набагато складніший і живильні ланцюжки мають розгалужену і хитромудру структуру. Так, наприклад, в шлунку гризунів є симбіотичні мікроорганізми, які в середовищі спеціальних ферментів, що виділяються в шлунку, мінералізують вуглеводи і протеїни, розкладають целюлозу.

Мікроорганізми також поселяються угрупованнями, які зв'язані складними асоціативними взаємостосунками. Саме завдяки такому ланцюжку динамічних зв'язків відбувається малоенергоємне перетворення рослинних залишків при низьких температурах і тиску. У відмінність від цього в промисловості застосовуються технології, які розкладають органічні речовини при тиску в тисячі бар і температурі сотні і тисячі градусів. Так природа взагалі і ґрунтові організми зокрема виконують функції розкладання органічних залишків і вивільняють цінні макро- і мікроелементи для подальшого живлення нових поколінь рослин з мінімальною витратою енергії.

Особливим видом рослинних організмів, що мешкають в ґрунті, є **лишайники**. Лишайники є симбіотичними асоціаціями між грибами аскоміцетами і деякими видами зелених водоростей або ціанобактеріями. Самі гриби сильно захищають своїх годувальників автотрофів, що зумовило неймовірну живучість лишайників і пристосованість до суворих умов навколишнього середовища. Лишайники можна знайти на будь-якій частині суші, починаючи від холодної Антарктиди і закінчуючи заборами, що обдуваються альпійськими вітрами. Часто лишайники поселяються на голих скелях. Вважається, що саме тому лишайники виконували першу стадію ґрунтоутворення, руйнуючи тверді магматичні і осадкові породи.

З двох компонент лишайника саме гриб одержує органічний вуглець від водорості або ціанобактерії, оскільки лишайник поводить себе як типовий автотрофний організм, залежний тільки від світла, повітря і мінеральних речовин.

Встановлено, що симбіоз гриба з судинною рослиною, який зветься мікоризою, виконує найважливішу роль у виживанні самої рослини. Гриби, зв'язані міцелієм з кореневою системою рослин, у декілька разів підсилюють транспорт живильних речовин до рослини, зокрема фосфору, що підвищує виживання сіянців. Без мікоризи сіянці погано виживають навіть на багатому мікроелементами і живильними речовинами ґрунті. Це ще раз свідчить про надзвичайно складну взаємодію ґрунту з біологічними видами, які виростають на його основі. Сам ґрунт часто представляє тільки матрицю, в оточенні якої можуть розвиватися при належній взаємодії рослини і гриби.

3. Окисно-відновлювані реакції та окисно-відновлювальний потенціал ґрунту

Ґрунт – складна окисно-відновна (ОВ) система. В ньому проходять реакції окиснення і відновлення. Під окисненням розуміють: приєднання кисню, віддачу водню, віддачу електрона. В ґрунті існує багато окисно-відновних систем.

Більша частина цих реакцій пов'язана з мікробіологічними процесами, має біохімічну природу. Головним окиснювачем в ґрунті є молекулярний кисень ґрунтового повітря і розчину.

Одною з основних характеристик інтенсивності та напрямку ОВ процесів у ґрунті є:

Окисно-відновний потенціал (ОВП) – відображає сумарний ефект ОВ системи ґрунту в даний момент, різницю потенціалів, яка виникає між ґрунтовим розчином і електродом, поміщеного в ґрунт.

ОВП залежить від режиму вологості. Вологість ґрунту, надлишкове зрошення, погіршення аерації, внесення свіжої органічної речовини призводить до зниження ОВП. Висихання ґрунтів, навпаки, веде до підвищення потенціалу ґрунту.

Окисно-відновні процеси впливають на характер ґрунтоутворення і родючість ґрунтів, з ними пов'язані процеси перетворення органічних решток, накопичення гумусу. Надлишкове зволоження уповільнює розклад органічної речовини, утворюються фульвокислоти. При змінах зволоження і висушування, відновлення й окислення виникають процеси розкладу органічної речовини, решток, дегуміфікації.

За характером ОВ-режиму ґрунти поділяють на групи:

- ґрунти з абсолютним пануванням окислювальної обстановки (автоморфні ґрунти степів, напівпустель, пустель – чорноземи, каштанові, сіро-коричневі, бурі, напівпустельні, сіроземи тощо);

- ґрунти з пануванням окислювальних умов при можливому прояві відновлювальних процесів в окремі вологі роки, або сезони (автоморфні ґрунти тайгово-лісої зони, вологих субтропиків – підзолисті, дерново-підзолисті, червоноземи, жовтоземи тощо);

- ґрунти з контрастним ОВ-режимом (напівгіроморфні різновиди підзолистих, дерново-підзолистих, бурих лісових ґрунтів тощо);

- ґрунти з стійким відновлювальним режимом (болотні, гігроморфні солончаки, солоді тощо).

З відновними явищами пов'язаний розвиток у сезонно надлишково зволених ґрунтах елювіально-глейового процесу, формування елювіальних горизонтів. При зміні відновних умов виникають залізо-марганцеві новоутворення: ортштейни, бобовини, плівки тощо. Поживний режим складається несприятливо як при різко окисних, так і при різко відновних умовах.

Головні прийоми регулювання ОВ-умов – оптимізація водно-повітряного режиму ґрунтів.

5. Поживний режим ґрунтів і заходи його регулювання

Однією з основних умов родючості ґрунту є вміст у ньому поживних речовин, необхідних для росту і розвитку рослин, а також для мікробіологічної діяльності. **Вміст доступних для рослин поживних речовин визначає поживний режим ґрунту,** бо здатність ґрунту забезпечити рослини елементами живлення залежить не тільки від загального вмісту їх, а й від вмісту доступних елементів живлення.

Численні дослідні дані свідчать, що рослини крім води і азоту поглинають з ґрунту зольні елементи (калій, кальцій, магній, натрій, алюміній, марганець та ін.). Вміст їх у ґрунті — обов'язкова умова нормального розвитку рослин, а нагромадження їх у ґрунті в достатній кількості — основне завдання агротехніки.

Залежно від кількості хімічних елементів, які рослина використовує, їх поділяють на макро-, мікро- та ультра-мікроелементи

Основний запас поживних речовин ґрунт містить у вигляді органічних і важкорозчинних мінеральних сполук.

Доступними поживними речовинами рослини забезпечуються в результаті мінералізації органічних речовин, яку здійснюють різні групи мікроорганізмів — бактерії, гриби й актиноміцети.

Всі хімічні елементи дуже нерівномірно розподіляються як у різних ґрунтах, так і в їх генетичних горизонтах, і коливання вмісту їх за окремими генетичними типами і видами ґрунтів досить значне.

Біологічний кругообіг хімічних елементів і енергії в біосфері визначається життєдіяльністю рослин і мікроорганізмів. Важливим показником інтенсивності біологічного кругообігу є швидкість обороту хімічних елементів. Чим вища врожайність рослин щороку з одиниці площі, тим більша інтенсивність біологічного кругообігу.

Сільськогосподарські культури щодо хімічних елементів виявляють вибіркочувствителі здатність. Характерно, що вона найбільше виявляється відносно таких хімічних елементів, як азот, фосфор, сірка, молібден, калій, хлор, бром, йод, вуглець, кальцій, магній, цинк, мідь, кобальт, радій і рубідій. Тому цих елементів рослинні організми (у процентному відношенні) часто містять більше, ніж ґрунти. А таких елементів, як цирконій, торій, хром, титан, алюміній, ванадій, іридій, кремній, свинець, нікель, фтор, арсен і залізо в процентному відношенні більше в ґрунті, ніж у рослинах. Співвідношення вмісту натрію, марганцю, стронцію, літію і селену майже однакове у ґрунті і в рослинних організмах.

Досконале визначення хімічного складу ґрунтів і рослин дає змогу правильно регулювати види і норми добрив, які треба вносити в ґрунт.

У сільськогосподарському виробництві, крім звичайних мінеральних і органічних добрив, широко використовують добрива, які містять мікроелементи.

Азот у ґрунті міститься переважно в органічних рештках рослин і тварин.

У ґрунті постійно відбувається процес мінералізації всіх органічних сполук. При цьому з органічних речовин утворюються мінеральні сполуки, які містять доступний для рослин азот у вигляді нітратів, нітритів і солей амонію.

Найбільш доступний рослинам нітратний азот і азот аміачних сполук. Всесоюзним науково-дослідним інститутом добрив та інсектофунгіцидів встановлено, що азот, внесений у вигляді нітратних і аміачних сполук, використовується рослинами на 50-75%. Аміачний азот рослини використовують більш ефективно порівняно з нітратним, бо нітратний іон не поглинається ґрунтовим комплексом. Частина азоту використовують мікроорганізми для побудови свого тіла.

Забезпеченість рослин доступними сполуками азоту певною мірою залежить від інтенсивності процесів мінералізації. Проте рослини споживають багато азоту, і для того, щоб мати високі врожаї, треба вносити в ґрунт органічні і мінеральні азотні добрива.

Фосфор у ґрунті міститься в органічних і мінеральних сполуках. Рослини засвоюють фосфор у ґрунті переважно з солей фосфорної кислоти — фосфатів. Проте не всі фосфати однаковою мірою доступні рослинам. Найефективніше рослини використовують найбільш розчинні у воді фосфати, зокрема натрію та калію. Фосфати алюмінію і заліза найменш розчинні і тому малодоступні для рослин. Важкорозчинні дво- і трикальцієві фосфати під впливом вуглекислоти, яка

виділяється під час розкладу рослинних решток, перетворюються на розчинну монокальцієву сіль.

У різних ґрунтах залежно від генезису і механічного складу їх вміст фосфору неоднаковий. Наприклад, у чорноземах центральної чорноземної області вміст його становить 0,2—0,3%, а в піщаних ґрунтах цих же районів — не перевищує 0,02—0,03%. З ґрунтів Української РСР найменше фосфору містять легкі за механічним складом дерново-підзолисті ґрунти Полісся (вміст фосфору в них становить соті процента), а найбільше — чорноземи степових районів республіки.

Серед ґрунтів південних районів УРСР багато фосфору містять звичайні малогумусні чорноземи (0,13— 0,50%). Менше фосфору містять солонці. У нижчих горизонтах ґрунтів кількість фосфору поступово зменшується.+

Кальцій у ґрунті входить до складу мінералів, а найбільше його у складі солей (хлориди, нітрати, карбонати, фосфати та ін.). В окремих ґрунтах карбонати кальцію складають морфологічні горизонти.

Калій в ґрунті входить до складу кристалічних решіток первинних і вторинних мінералів і для рослин важко доступний. Більш доступний для рослин обмінний калій, який адсорбційними силами утримується на поверхні ґрунтових колоїдів. Калій, що входить до складу простих солей, найбільш доступний для рослин, проте ґрунти містять його дуже мало.

Сірка входить до складу органічних речовин, простих солей. Найбільш доступні для рослин у ґрунті сульфати. Сірку, яка міститься в органічних речовинах, рослини споживають після мінералізації цих сполук. Звичайно ґрунти містять достатню для рослин кількість сульфатів.

Забезпеченість рослин поживними речовинами залежить не тільки від загального вмісту хімічних сполук у ґрунті та розчинності їх, а й від того, як поповнюватимуться запаси їх у ґрунті.

Процес засвоєння рослинами іонів є процесом обмінного вбирання іонів активною частиною коріння — рослини, вбираючи з ґрунту катіони чи аніони, виділяють у ґрунтовий розчин еквівалентну кількість інших іонів.