

Лекція

Тема: Фізіологічні основи кореневого живлення

План:

1. Роль елементів мінерального живлення в життєдіяльності клітин.
2. Фізіологічні основи застосування добрив.
3. Зв'язок між фотосинтезом і корневим живленням рослин.

1. Роль елементів мінерального живлення в життєдіяльності клітин.

Мінеральне живлення - це поглинання рослинами необхідних мінеральних елементів і включення їх до обміну речовин. Вищі рослини переважно кількість цих елементів поглинають через кореневу систему, тому це живлення називають також корневим живленням. Воно є одним із основних факторів регуляції росту, розвитку і продуктивності рослин.

Методи дослідження мінерального живлення рослин:

- Лабораторний метод досліджень.
- Вегетаційний метод досліджень.
- Польовий метод досліджень.
- Виробничий метод досліджень.

Лабораторний - використовують різні субстрати для вирощування рослин. В лабораторних умовах були розроблені поживні суміші для вивчення впливу того чи іншого елементу живлення на рослини.

Суміш Кнопа:

$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ - 1 г/л;

KH_2PO_4 - 0,25 г/л;

MgSO_4 - 0,25 г/л;

KCl - 0,125 г/л;

FeCl_3 - сліди.

Також є суміші Гельрігеля та Прянішнікова.

При складанні поживних сумішей існують певні вимоги:

- Всі елементи мінерального живлення повинні бути урівноважені.
- Жоден елемент не може бути замінений іншим.
- Елементи мають бути у певних співвідношеннях.
- pH повинно бути 6,5-7.

Існують фізіологічно кислі, лужні та нейтральні солі. З кислих солей в першу чергу поглинається катіон (HCl), з лужних - аніон (NaNO_3). З нейтральних солей поглинається і катіон і аніон (NH_4NO_3).

Вегетаційний дослід проводять у контрольованих умовах. Субстрат розміщують у посудину, додають елементи живлення, висаджують рослини та спостерігають за їх розвитком.

Польовий дослід проводиться у польових умовах на дослідній ділянці.

Виробничий дослід виконується у виробничих умовах.

Механізми поглинання елементів мінерального живлення рослиною.

Надходження поживних речовин до рослини залежить від їх припливу до поверхні коренів. Існує три способи, якими забезпечується контакт поживних речовин з кореневою системою.

Перший спосіб має назву кореневого перехоплення і полягає в тому, що коренева система у процесі постійного росту займає все більші і більші об'єми ґрунту, у якому містяться поживні речовини, перехоплює і поглинає їх.

Другий - це спосіб масового потоку поживних речовин, що рухаються у формі ґрунтового розчину разом з водою до поверхні коренів і поглинаються ними.

Третій спосіб - надходження поживних речовин до коренів за градієнтом концентрації.

При поглинанні мінеральних елементів біля поверхні кореня їх концентрація зменшується. Внаслідок цього виникає градієнт концентрації, завдяки якому нові іони рухаються в бік кореневої системи.

Усі три способи забезпечують кореневу систему поживними елементами і сприяють мобілізації мінеральних речовин ґрунту. На сьогодні науковці вважають, що існує кілька механізмів надходження поживних речовин до клітини:

- 1) проста дифузія речовини крізь пори мембрани за градієнтом концентрації;
- 2) проходження розчиненої речовини крізь пори мембрани з потоком розчинника;
- 3) дифузія речовин, що розчиняються в ліпідах, крізь ліпідну фазу мембрани;
- 4) полегшена дифузія, при якій речовини проникають крізь мембрану у вигляді комплексу їх з мембранними переносниками;
- 5) обмінна дифузія, коли молекули й іони зовнішнього середовища і цитоплазми обмінюються (шляхом утворення комплексу з мембранними переносниками) молекулами та іонами такого ж виду, і тому концентрація їх у клітині не змінюється;
- 6) активний транспорт, який вимагає витрат енергії для перенесення речовин через мембрану;
- 7) піноцитоз.

Спочатку речовина підходить до мембрани, потім взаємодіє з її компонентами певним способом і проникає крізь неї. Після проникнення до клітини речовина підключається до метаболічних процесів.

Залежно від характеру витрат енергії на поглинання і транспорт елементів мінерального живлення рослинами розрізняють два види надходження речовин - активний і пасивний.

Вважають, що в рослині існують дві єдині системи транспорту. Перша (пасивного поглинання і транспорту) складається з безперервної гідролітичної системи вільного простору (апопластний шлях); друга (активного поглинання і транспорту) включає в себе протопласти клітин, з'єднані між собою плазмодесмами (симпластний шлях).

2. Фізіологічні основи використання мінеральних добрив

Використання мінеральних добрив — основний засіб підвищення врожайності сільськогосподарських культур. За рахунок азоту, фосфору, калію та інших

дефіцитних у землеробстві елементів, які містяться у відповідних типах мінеральних добрив, культурні рослини краще використовують енергію Сонця і ґрунтово-кліматичні фактори, що дає змогу одержувати додаткові врожаї. Нестачу цих елементів неможливо замінити ніякими іншими агротехнічними заходами.

Ефективність добрив залежить від потреб рослин у поживних елементах і здатності ґрунту задовольняти ці потреби. Таку взаємозалежність образно виразив Д. М. Прянишников у вигляді трикутника, де у вершинах кутів розташовуються рослина — ґрунт — добрива, причому рослина розміщена у верхньому куті. Цим підкреслюється, що рослина і її врожайність — основа всіх проблем економічних і біологічних наук у практиці сільського господарства. Існують три загальноприйняті правила діагностики живлення.

- Впродовж вегетаційного періоду контролюють ступінь забезпечення посіву майбутнього врожаю основними елементами живлення. Основою діагностики живлення є хімічний склад рослин протягом вегетації. Одночасно з хімічним аналізом рослин слід враховувати етапи їхнього росту і розвитку.
- Визначають кілька поживних елементів, причому не менше трьох основних — азот, фосфор, калій.
- Зіставлення даних хімічної діагностики з урахуванням особливостей росту рослин та кліматичними умовами й агротехнікою.

Рослинна діагностика не замінює ґрунтових аналізів, а слугує для глибшого розуміння забезпечення рослин поживними речовинами в конкретних умовах їх вирощування.

Це дає змогу уточнити необхідний і ефективніший склад виду добрив. Облік винесення основних поживних елементів (азоту, фосфору, калію) сільськогосподарськими культурами — один з найважливіших показників, необхідних для встановлення раціональних доз добрив.

Для визначення доз треба враховувати неврівноважене співвідношення між поживними речовинами ґрунту і вносити поправки в дози застосовуваних добрив, щоб привести кількісне співвідношення N : P : K у ґрунті у відповідність до потреб кожної культури.

У практиці землеробства найчастіше доводиться мати справу з азотними, фосфорними та калійними добривами.

Азотні добрива характеризуються високою ефективністю в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. За підрахунком відомого агрохіміка О. В. Петербурзького, 1 кг азоту міндобрив за високої агротехніки забезпечує приріст урожаю зерна 20 кг/га. Залежно від форми азоту азотні мінеральні добрива поділяють на чотири групи:

аміачні (азот міститься у формі аміаку — амоній сульфат, амоній хлорид, аміачна вода);

нітратні (аніон нітратної кислоти — натрієва і кальцієва селітра);

аміачно-нітратні (аміачна і вапняно-аміачна селітра, сульфат і нітрат амонію);

амідні (азот в органічній амідній формі — сечовина, кальцій ціанід).

Нітратний азот не вбирається ґрунтом, легко розчиняється у воді, проникає у глибші шари і швидко поглинається рослинами. Тому нітратні, а також аміачно-нітратні солі слід використовувати для підживлення рослин під час вегетації, а також для внесення у невеликих дозах у рядки та гнізда під час сівби. Нітратний азот може легко вимиватися з ґрунту в разі достатнього зволоження, особливо в умовах зрошення, а також на легких дерново-підзолистих ґрунтах, унаслідок чого в таких умовах можливі значні його витрати.

Аміачний азот вбирається ґрунтом і локалізується в місцях внесення добрива й вимивається тільки після переведення його в нітратну форму під впливом нітрифікації. Ці добрива слід вносити восени.

У виробничих умовах для успішного формування бобово-ризобіального симбіозу важливим моментом, поряд із внесенням мінеральних добрив, є зараження кореневої системи рослин бульбочковими бактеріями. Досягається це шляхом передпосівного обробітку насіння бобових культур бульбочковими бактеріями або через внесення їх у ґрунт як спеціального препарату — нітрагіну. Передпосівна інокуляція зерна нітрагіном — досить ефективний агроприйом, який забезпечує підвищення врожаю бобових культур на 5...30 %. Успіх нітрагінізації значною мірою залежить від штаму бактерій, внесення в ґрунт фосфорно-калійних добрив, а також сірки, кальцію і молібдену. Використовується також азотобактерин, який збагачує ґрунт азотфіксаторами, що вільно існують.

З фосфорних добрив найбільше використовують суперфосфат (звичайний порошкоподібний або гранульований і марганізований, а також подвійний), фосфатшлак мартенівський, фосфоритне борошно, знефторений фосфат.

Суперфосфат — найпоширеніше фосфорне добриво. Найкращі результати від його внесення на солонцюватих ґрунтах, бо на кислих за ефективністю він поступається нейтральним фосфорним добривам.

Фосфатшлак (фосфоритне борошно) слід вносити на кислих дерново-підзолистих і опідзолених ґрунтах, а знефторений фосфат — на дерново-підзолистих і опідзолених та вилугуваних чорноземних ґрунтах.

За даними багатьох дослідів, приріст товарної продукції від 1 кг K_2O (діючої речовини калійного добрива) для зернових культур становить 3,8 кг/га. До концентрованих калійних добрив належать калій хлорид, калійна селітра, калій сульфат, калімагnezія. Остання — особливо цінне добриво на легких дерново-підзолистих ґрунтах для культур, які негативно реагують на хлор [9].

До складних мінеральних добрив належать азотно-фосфорні: амофос, діамофос, нітрофос, амонізований суперфосфат; азотно-калійні: калійна селітра; азотно-фосфорно-калійні: нітроамофоски, діамонітрофоски, нітрофоски (останні найпоширеніші з усіх складних мінеральних добрив).

Нормами (дозами) добрив називають розраховану чи фактичну кількість добрив, яку вносять на 1 га. Як правило, норму виражають у кілограмах діючої речовини (N, P₂O₅ і K₂O), яку вказують за відповідного поживного елемента (наприклад, N60P80K90).

За науково обґрунтованого програмування врожайності і визначення оптимальних доз добрив слід враховувати такі основні умови:

- загальну потребу даної культури в поживних елементах залежно від запрограмованого врожаю (основної і побічної продукції) та умов вирощування;
- можливе використання рослинами поживних речовин ґрунту;
- техніку внесення добрив;
- коефіцієнти використання рослинами поживних речовин запланованих добрив;
- економічні й організаційно-господарські умови, які визначають економічну ефективність різних доз добрив.

В Україні в усіх природних зонах у разі внесення мінеральних добрив спостерігається певна закономірність ефективності дії добрив на різних ґрунтах:

- на дерново-підзолистих і підзолистих ґрунтах високу ефективність, якщо провести вапнування, дають азотні, фосфорні та калійні добрива, на невапнованих ґрунтах — високоефективне - фосфоритне борошно;
- на сірих лісових ґрунтах, вилугуваних і опідзолених глибоких Малогумусних чорноземах найефективніші азотні добрива, а на їхньому фоні — й фосфорні та калійні;
- на звичайних, карбонатних і південних чорноземах високий ефект дають фосфорні добрива і середній — азотні; дія калійних добрив дещо слабша;
- на темно-каштанових і каштанових ґрунтах можна вносити у рядки фосфорні добрива.

Слід зауважити, що в умовах зрошення на цих ґрунтах високоефективні всі добрива. Для одержання високоякісних врожаїв сільськогосподарських культур, крім мінерального живлення, необхідно забезпечити оптимальний водний

режим і найкращі умови для функціонування фотосинтетичного апарату рослинного організму.

3. Зв'язок між фотосинтезом і кореневим живленням рослин.

Існує прямий зв'язок між повітряним і кореневим живленням рослин. Чим краще рослини забезпечені водою і поживними речовинами із ґрунту, тим інтенсивніше протікають процеси **фотосинтезу**. Основним шляхом надходження до рослин води, зольних речовин і азоту є **кореневе живлення**.

Майже вся вода в рослину надходить через кореневу систему. Рушійною силою надходження води у кореневу систему та пересування її у рослинному організмі є всисна сила, або водний потенціал, а ще точніше - різниця водних потенціалів. Всисна сила, або **водний потенціал**, - це міра енергії, з якою вода прагне проникнути у клітину. Різниця між осмотичним потенціалом клітинного соку (*осмотичний тиск*) та протидією клітинної стінки (*тургорний тиск*) визначає **всисну силу** надходження води в кожний даний момент. Вода завжди надходить в напрямку більш від'ємного водного потенціалу, тобто від тієї системи, де її енергія більша, туди, де її енергія менша. Ось чому вода пересувається з *ґрунту* - зони з високим водним потенціалом - у кореневу систему рослини - зону з більш низьким водним потенціалом.

Транспортування води по рослині вгору здійснюється в результаті спільної дії таких факторів, як кореневий тиск, або *нижній кінцевий двигун*, та *транспірація* (випаровування листками води у газоподібному стані), або *верхній кінцевий двигун*. Розглянемо докладніше поняття кореневий тиск.

У природних умовах в ксилемі існує потік води як результат транспірації. При слабкій транспірації концентрація солей у ксилемі зростає і за законом осмосу сприяє руху всередині кореня. Вода, рухаючись через тканини кореня до центрального циліндра, в клітинах ендодерми повинна проникнути крізь їхню мембрану та протопласти, оскільки їхні стінки непроникні для води. Тому циліндричний прошарок клітин ендодерми є немов єдиною мембраною, з одного боку якої (у ксилемі) знаходиться концентрований розчин, а з іншого (з боку ґрунту та тканин кореня) - розчин значно слабшої концентрації. Саме тому вода дифундує з ґрунту в ксилему крізь цю так звану мембрану внаслідок різниці концентрацій.

Непроникні стінки клітин ендодерми виконують ще одну функцію: вони не дають змоги солям, що надійшли у ксилему, здійснити зворотний шлях, тобто вийти назовні. Ось в таких умовах у кореневій системі розвивається тиск у кілька атмосфер - кореневий тиск. Кореневий тиск - це всмоктувальна сила всіх корневих волосків, яка спричинює в рослині односторонній потік води з розчиненими речовинами незалежно від транспірації. Його можна виміряти, приєднавши манометр до кінця зрізу надземних органів рослин. При основі стовбура дерев він досягає 1,013 МПа. Якщо перерізати стебло трав'янистої

рослини недалеко від ґрунту, то із зони надрізу починає виділятися пасока. Це явище називають *плачем рослин*.

Одночасно з водою коренева система рослини поглинає мінеральні елементи. Значення елементів мінерального живлення подано в таблиці 10.

Рослини використовують головні елементи живлення в різних формах. Наприклад:

- 1) у вигляді вуглекислого газу, води, кисню - карбон, кисень, гідроген;
- 2) у вигляді аніонів - неметали (нітрати - NO_3^- , сульфати - SO_4^- , фосфати - PO_4^- , дигідрофосфати - H_2PO_4^-), у вигляді катіона амонію NH_4^- - нітроген;
- 3) у вигляді катіонів - метали.

Нестача того чи іншого елемента живлення негативно позначається на рості і розвитку рослин.