

Москова, Т. М. Поглинання і виділення азоту, фосфору та калію коренями рослин огірка / Т. М. Москова // Живлення рослин : теорія і практика : зб. наук. праць, присвячений 100-річчю від дня народження акад. АН УРСР та ВАСГНІЛ П. А. Власюка / голов. ред. В. В. Моргун. – К. : Логос, 2005. – С. 421-428.

УДК 581.134

ПОГЛИНАННЯ І ВИДІЛЕННЯ АЗОТУ, ФОСФОРУ ТА КАЛІЮ КОРЕННЯМИ РОСЛИН ОГІРКА

Москова Т.М.

*Херсонський державний університет
73000 м. Херсон, вул. 40 років Жовтня, 27*

Відомо [2, 3], що елементи мінерального живлення, які поглинаються рослиною, можуть включатися у метаболічні процеси, транспортуватися в надземні органи або виділятися назад у середовище. У літературі розглядаються дані про зміну інтенсивності входу і виходу азоту залежно від форми азотного живлення і температурного режиму в зоні кореня злакових культур [4, 5, 6]. Встановлено, що вихід нітрату у розчин із коренів рослин пшениці і ячменю становить (від 20 до 40 %). Показано, що потік NO_3^- у корінь (вхід) і відтік у середовище (вихід) – це процеси, що відбуваються одночасно і від їх співвідношення залежить нетто-поглинання елемента [1], проте механізм цих процесів вивчено недостатньо.

Тому актуальним є розширення досліджень зміни потоків у середину та з кореня інших елементів при дії різних біотичних та абіотичних чинників.

У статті обговорюється добова ритміка поглинання і виділення азоту (NO_3^-), фосфору та калію до зовнішнього середовища із коренів рослин огірків за різного забезпечення їх елементами живлення.

Методика

Об'єктом дослідження були рослини огірка посівного (*Cucumis sativus* L.) сорту Водолій. Для досліджень нами була розроблена методика їх проведення.

Попереднє вирощування рослин до фази 5–7 листків проводили за загальноприйнятою методикою з використанням поживної суміші Кнопа, у вегетаційних посудинах місткістю 1 л, по одній рослині на посудину.

Заміну розчинів здійснювали 1 раз на 2 доби, за тиждень до досліду – щодоби. Під час вегетації рослин у камерах штучного клімату підтримували такі параметри зовнішніх умов: температура повітря 20–22°C, освітленість – 110 мкМ/м², довжина світлового дня – 14 годин.

У дослідах вивчали кінетику поглинання та виділення у розчин азоту, фосфору і калію рослинами, що вирощували на 0,5 (контроль) і 0,1 норми поживної суміші Кнопа. Поглинання азоту, фосфору і калію у кожному досліді встановлювали за зменшенням їх кількості у розчинах, а виділення цих же елементів – за збільшенням їх вмісту в тест-розчинах (бідистилянт).

Проби для хімічних аналізів відбирали 4 рази на добу (о 12-й, 23-й, 7-й та 15-й год). Безпосередньо дослід тривав 27 годин. Перед його початком половину контрольних і експериментальних рослин ставили на тест-розчин (дистильована вода + Ca₂SO₄).

Вміст нітратної форми азоту в розчинах визначали методом Катальдо, калію – за допомогою полум'яного фотометру і фосфору – за Кірсановим з колориметричним визначенням за Деніже.

Результати і обговорення

Проведені нами досліди свідчать про те, що поглинання речовин рослинами огірка з розчину протягом доби відбувається нерівномірно.

Із наведених в табл. 1 даних видно, що на початку наших дослідів абсолютна кількість калію в поживному розчині була більшою порівняно з азотом і фосфором за умов 0,5 норми поживної суміші Кнопа на 18000 мкг і на 24550 мкг відповідно та за умов 0,1 норми поживної суміші Кнопа на 3600 мкг і на 4910 мкг у перерахунку на 1 рослину.

Оскільки поглинання елементів живлення відбувається паралельно з їх виділенням у розчин і супідрядність цих двох процесів впливає на їх вміст та співвідношення у розчині [4], то зменшення абсолютної їх кількості в поживному розчині в період з 12-ї до 23-ї год змінювалося неоднозначно і залежало від їх концентрації у середовищі. Зменшення кількості азоту, фосфору і калію при вирощуванні рослин на 0,5 норми поживної суміші складало відповідно 119200, 114010, 126860 і на 0,1 норми суміші Кнопа – 24073, 22772, 25320 мкг/рослину.

У наступний проміжок часу з 23-ї до 7-ї години характер змін вмісту елементів живлення у розчині був іншим. За умов 0,5 норми поживної суміші Кнопа поглинання фосфору становило 650 мкг/рослину, у той час як абсолютний вміст азоту і калію, навпаки, збільшувався. Передбачаємо, що зростання вмісту останніх пов'язано з більш значним виділенням їх кореневою системою у розчин. Отримані дані свідчать про те, що кількість виділеного азоту була вищою на 91 мкг порівняно до виділеного калію.

У цей же час за умов 0,1 норми поживної суміші Кнопа менш значним було поглинання всіх трьох елементів, але при низькому рівні забезпеченості елементами мінерального живлення рослинами, в першу чергу, поглинався азот. Можливо, це зумовлено тим, що за цих умов переважно спрацьовують механізми активного поглинання іонів за участю синтезованих специфічних білків. Аналіз даних (табл. 2) показує, що у період з 23-ї до 7-ї години рослини поглинули азоту в 1,8 разів більше, ніж калію, і у двічі більше, ніж фосфору.

З 7-ї до 15-ї години в результаті поглинання рослинами азоту та фосфору кількість їх у розчині 0,5 норми поживної суміші Кнопа зменшилася, у найменшій кількості залишився фосфор (550 мкг/рослину). Що стосується калію, то кількість його в розчині зросла з 7040 до 31750 мкг/рослину, очевидно, в результаті того, що калій продовжував виділятися у навколишнє середовище.

У цей же період часу за умов обмеженого рівня мінерального живлення поглинання азоту і фосфору продовжувалося. Кількість поглинутого азоту була у 6,6 разів більшою, ніж фосфору. Що стосується входу-виходу калію, то при цьому переважали процеси його виділення. Із наведених даних видно, що його виділення у навколишнє середовище складало 410 мкг.

На момент завершення досліду встановлено зменшення вмісту в розчині азоту і фосфору при збільшенні вмісту калію за рахунок його виділення кореневою системою рослин як на 0,5, так і на 0,1 норми суміші Кнопа.

Слід відмітити, що за умов 0,5 норми поживної суміші Кнопа через 27 годин досліду вміст калію у розчині був у 14 разів більшим, ніж азоту, і у 50 разів більше, ніж фосфору. Інша закономірність встановлена при вирощуванні рослин на 0,1 норми поживної суміші Кнопа. Із наведених у табл. 1 даних видно, що за цих умов азот повністю поглинувся, а калій виділився у поживний розчин.

Перенесення рослин на тест-розчин дозволило нам кількісно встановити виділення елементів живлення коренем у навколишнє середовище. Наведені в табл. 3 дані свідчать про нерівномірність виділення рослинами досліджуваних елементів у тест-розчин та залежність цього процесу від періоду доби.

Так, у період з 12-ї до 23-ї години в обох дослідах відмічено виділення усіх трьох елементів, але більше всього калію. За умов попереднього вирощування рослин на 0,5 норми поживної суміші Кнопа кількість виділеного калію склала 8290 мкг/рослину, що у 2 рази перевищувало величину виділеного азоту – 3950 мкг/рослину. Що ж до виділення фосфору рослинами, то воно було менш значним, а саме 130 мкг, що становило 1,6 % і 3,3 % від кількості виділеного калію і азоту відповідно. За умов 0,1 норми поживного розчину азот був елементом, який виділявся у навколишнє середовище в найменшій кількості, а саме 0,38 мкг/рослину. Таким чином,

кількість азоту, виділеного рослиною, що вирощувалася на 0,5 норми поживного розчину за перші 11 годин була на 4 порядки вищою порівняно з аналогічним показником, отриманим за умов 0,1 норми поживного розчину.

У наступний період часу (з 23-ї до 7-ї години) спостерігалось значне зменшення (більш, як у 2 рази) у тест-розчині I досліду абсолютного вмісту азоту. Величина його складала 1550 мкг/рослину. Вважаємо, що зменшення кількості азоту в розчині на 2400 мкг зумовлено повторним його поглинанням рослиною. Вміст калію у тест-розчині також знизився, у зв'язку з поглинанням його рослиною, на 1250 мкг. Це становить приблизно 15 % від кількості цього елемента, що виділявся на початку. За цей же період фосфор продовжував виділятися у розчин, хоча і у невеликій кількості, – всього 40 мкг.

У цей же час, рослини, що вирощувалися за умов обмеженого мінерального живлення (0,1 норми), продовжували виділяти калій, поглинаючи при цьому азот і фосфор.

На завершальному етапі досліду (7-а – 15-а години) рослини, що попередньо вирощувалися на 0,5 норми поживної суміші Кнопа, виділяли у розчин тільки азот. Кількість його у розчині зросла у 1,4 рази по відношенню до попереднього періоду доби (23-а – 7-а години), у той час як кількість фосфору та калію зменшилися в результаті їх поглинання. Із наведених у табл. 3 даних видно, що вміст калію зменшився майже у 2,3 рази. Ці зміни привели до того, що за 27 годин досліду кількості азоту та калію, які знаходилися у тест-розчині, були майже однаковими. Отже, протягом доби, не зважаючи на зміни, що відбувалися, фосфор знаходився у мінімальній кількості.

Водночас для рослин, що попередньо вирощувалися в умовах лімітованого мінерального живлення, встановлено зменшення кількості азоту, фосфору і калію у навколишньому розчині. Слід зазначити, що через

27 годин весь азот, який виділився в перші години після перенесення рослин на тест-розчин, був поглинутий рослиною.

Отже, результати дослідження показали суттєві відмінності щодо кількості виділення досліджуваних елементів у тест-розчин рослинами, що вирощувалися на 0,1 та 0,5 норми поживного розчину. Зіставлення даних табл. 3, в якій наведено хімічний аналіз відібраних проб, свідчить про те, що, як і у досліді з 0,5, так і 0,1 норми поживної суміші Кнопа, у тест-розчин більше всього виділялося калію. При цьому слід відмітити, що виділення калію рослинами, що вирощувалися на 0,1 норми поживного розчину Кнопа, зменшувалося у 4,9 рази, тобто майже пропорційно зміні його концентрації.

Кількість азоту, виділеного рослиною, що вирощувалася на 0,1 норми поживного розчину, за перші 11 годин була на 4 порядки нижчою і складала 0,38 мкг/рослину проти 3950 мкг/рослину в умовах 0,5 норми поживного розчину.

У перші 11 годин вирощувані на 0,1 норми поживного розчину рослини виділяли максимальну (по відношенню до наступних періодів доби) кількість азоту і фосфору. У наступний період часу (з 23-ї до 7-ї години) вміст азоту і фосфору в тест-розчині дещо зменшувався. Це свідчить про те, що дані елементи хоча незначно, але поглиналися. Збільшення ж вмісту калію в поживному розчині вказує на те, що цей елемент продовжував виділятися у розчин.

Аналіз змін, що відбулися у розчинах різної концентрації (0,5 та 0,1 норми поживної суміші Кнопа), дозволив відмітити, що:

- незалежно від рівня мінерального живлення з розчинів найбільшою мірою поглинався калій порівняно з іншими елементами;
- незалежно від первісної концентрації поживних розчинів найбільш інтенсивне поглинання елементів відбувалося у перші 11 годин досліду (у найбільшій кількості поглинався калій, а у найменшій – фосфор);

- при достатньому (0,5 норми) забезпеченні рослин елементами мінерального живлення відмічено не тільки поглинання, але й виділення азоту і калію станом на 7-у годину у навколишнє середовище, у той час як фосфор тільки поглинався;
- за умов низького рівня мінерального живлення найбільш швидко, у порівнянні з іншими елементами, поглинався азот. Через 27 годин цей елемент практично був відсутній у поживному розчині. За таких умов поглинання переважало над виділенням, тому протягом доби вміст азоту і фосфору у розчині постійно зменшувався, за винятком калію, кількість якого о 15-й годині наступної доби у навколишньому середовищі збільшилася;

Проаналізувавши характер виділення елементів у навколишнє середовище рослинами з різним рівнем забезпечення їх елементами мінерального живлення можна відмітити наступне:

- рослини, що попередньо вирощувалися на 0,5 норми поживної суміші Кнопа, найменшою мірою виділяли фосфор (120–160 мкг/рослину), а рослини, вирощені за умов 0,1 норми поживної суміші Кнопа, майже не виділяли азот (0,38 мкг/рослину – максимальна кількість елемента);
- калій був елементом, який у найбільшій кількості виділявся у навколишнє середовище незалежно від ступеня забезпеченості рослин поживними речовинами;
- рослини, що вирощувалися за різних умов мінерального живлення, виявили різний характер виділення елементів у навколишнє середовище. Спільним було тільки те, що найбільша кількість елементів виділялася у воду у перші години після перенесення їх на тест-розчин (виняток – калій у рослин, що попередньо вирощувалися на 0,5 норми поживної суміші Кнопа). Рослини, що були краще забезпечені мінеральними елементами, повторно поглинали елементи з розчину, що утворився, а саме, о 7-й годині це були азот і калій, о 15-й годині – фосфор і калій.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Воробьев Л.Н.* Регулирование ионного транспорта: теоретические и практические аспекты минерального питания // Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Физиология растений. – М.: 1988. – 178 с.
2. *Маркарова Е.Н.* Физиология корневого питания растений. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 102 с.
3. *Ткачук К.С., Богдан Т.З.* Азотний обмін і адаптація рослин до умов живлення. – К.: Аверс, 2000. – 200 с.
4. *Харитонашвили Е.В., Алехина Н.Д.* Поступление нитрата: механизм вход/выход // Ионный транспорт и усвоение элементов минерального питания растениями. – К.: Наук. думка, 1991. – 181 с.
5. *Dlane-Drummond C.E., Glass A.D.M.* Nitrate uptake into barley (*Hordeum vulgare*) plants. A new approach using $^{36}\text{ClO}_3^-$ as an analog for NO_3^- // *Plant Physiol.* – 1982. – 70, № 1. – P. 50 – 54.
6. *Dlane-Drummond C.E., Glass A.D.M.* Short Term Studies of nitrate uptake into barley plants using ion-specific electrodes and $^{36}\text{ClO}_3^-$. II. Regulation of NO_3^- efflux by NH_4^+ // *Ibid.* – 1983. – 73, № 1. – P. 105 – 110.