
Фізіолого-біохімічні дослідження у ботанічних садах і дендропарках

УДК 581.1:63.54

Н.В. ЗАІМЕНКО, Н.В. МЕДІН

Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України
Україна, 01014 м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1

ВПЛИВ СПЛУК КРЕМНІЮ НА РОЗПОДІЛ АСИМІЛЯТІВ У РОСЛИНАХ ТРОЯНД, УРАЖЕНИХ SPHAEROTHECA PANNOSA LEV. VAR. ROSEA WORON.

З'ясовано вплив сплук кремнію на розвиток збудника борошнистої роси троянд. Доведено доцільність їх використання для активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, підвищення їх адаптаційної спроможності до ураження фітопатогенами.

Дослідженнями останніх років доведено надзвичайно важливу роль кремнію в життєдіяльності рослин. За його нестачі у рослин спостерігається накопичення заліза і марганцю, підвищується чутливість до грибкових і бактеріальних захворювань, знижується продуктивність. Із літературних джерел відомо, що кремній безпосередньо впливає на метаболізм вищих рослин. Деякі автори [8, 11] вважають, що він відіграє важливу, а інші [9, 10, 12] — що навіть головну роль у процесах росту і розвитку рослин.

На думку Е. Epstein [7], кремній зменшує негативну дію абіотичних і біотичних стресів, які спостерігаються в природних біогеоценозах. R.R. Belanger [6] зауважує, що позитивна роль кремнію може виявлятися в рослинах лише за умов наявності стресу.

Значення кремнію для перебігу фізіолого-біохімічних процесів в організмі рослин та його вплив на розвиток патогенних грибів досі майже не досліджено. Тому в наших експериментах основна увага приділялася вивченню дії силікату кальцію на розвиток збудника борошнистої роси троянд, а також вмісту деяких асимілятів у листках рослин.

Експериментальна робота виконувалась у відділі тропічних і субтропічних рослин Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України та на базі кафедри фітопатології Національного аграрного університету.

Об'єктом дослідження були сіянці троянд із ступенем ураження збудником борошнистої роси 4 бали, які вирощували на стандартній ґрунтосуміші (верховий торф, низинний торф, пісок — 3 : 2 : 1) в умовах теплиць за температурного режиму 22—28 °С і відносної вологості повітря 65—90%. Вибір об'єкта дослідження був зумовлений насамперед низькою стійкістю троянд до ураження представниками порядку Erysiphales.

Для визначення мінімального набору параметрів стану з низки досліджених характеристик відбирали найстабільніші та водночас чутливі до зовнішнього впливу, зокрема вміст макро- і мікроелементів, фотосинтетичних пігментів, вільних амінокислот у листках.

Уміст біогенних елементів у рослинах і ґрунтовому субстраті досліджували колориметричним способом за методикою Г.Я. Рінькіса [4]. Кількісний та якісний склад вільних амінокислот визначали за допомогою амінокислотного аналізатора Hitachi [2], вміст

фотосинтетичних пігментів — за допомогою спектрофотометра [3].

У модельних експериментах з чистими культурами представників порядку Erysiphales у стерильних умовах на голодному агарі перевіряли вплив сполук кремнію на розвиток збудника за методикою поверхневого культивування на стандартних агаризованих середовищах [1, 5].

Відомо, що адаптивні механізми забезпечують максимальну ефективність пристосування рослин до конкретних умов за мінімальних витрат енергії на адаптацію. При цьому особливо важливого значення

набуває здатність рослин регулювати засвоюваність хімічних елементів і можливість використовувати їх для управління процесами обміну речовин та синтезу біологічно активних сполук.

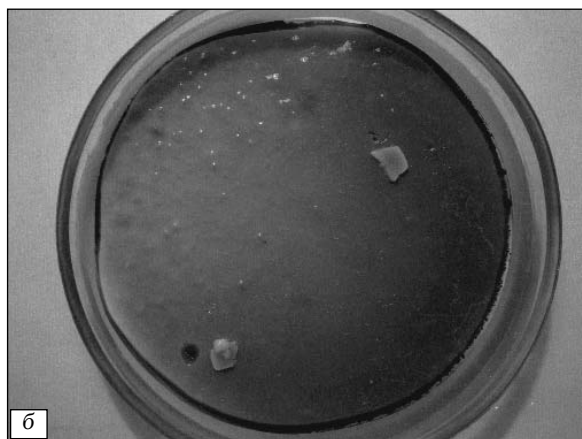
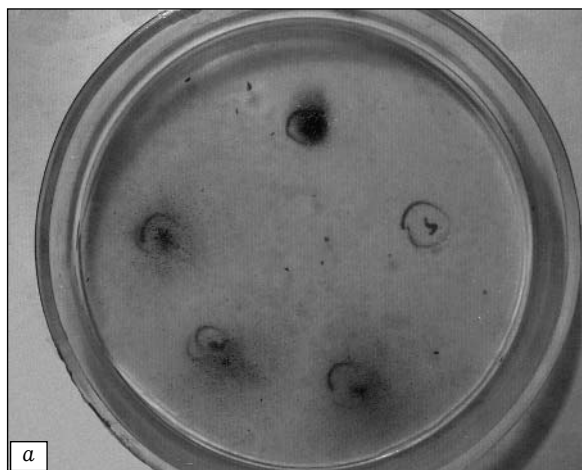
Для з'ясування реакції рослин на геохімічне середовище, зокрема на внесення сполук кремнію, ми досліджували вміст макро- і мікроелементів у ґрунтовому субстраті. Встановлено, що внесення силікату кальцію спричиняє підвищення вмісту фосфору, калію, кальцію, магнію та зменшення у субстраті кількості азоту, заліза і марганцю (табл. 1).

Таблиця 1. Вплив кремнію на вміст макро- і мікроелементів у ґрунтовому субстраті (1 н HCl)

Варіант досліджу	Рівень біогенних елементів, мг/л субстрату						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
Контроль	27,9	191,6	233,1	9163,8	203,2	1750,0	180,5
Доза силікату кальцію 5 г/л субстрату	20,6	218,5	286,6	10752,9	321,6	1500,0	145,0
Доза силікату кальцію 10 г/л субстрату	17,5	294,2	312,7	12840,7	408,4	1250,5	120,0

Таблиця 2. Зміна вмісту біогенних елементів у рослинах троянд, уражених борошнистою россою, при внесенні кремнію (макроелементи, %; мікроелементи, мг/кг золи)

Варіант досліджу	Рівень біогенних елементів						
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn
Контроль	1,27	0,31	1,02	0,25	0,12	215,7	48,56
Доза силікату кальцію 5 г/л субстрату	0,98	0,49	4,62	1,15	0,26	186,3	40,29
Доза силікату кальцію 10 г/л субстрату	0,71	0,52	6,47	1,97	0,41	179,1	37,21



Вплив сполук кремнію на розвиток *Sphaerotheca pannosa* Lev. var. *rosea* Woron на голодному агарі: а — контроль (без внесення сполук кремнію); б — 10 г силікату кальцію на 1 л агару

Вміст макро- і мікроелементів у субстраті, в свою чергу, зумовлює особливості надходження елементів мінерального живлення до рослин. У наших експериментах внесення сполук кремнію у субстрат сприяло збільшенню в тканинах троянд вмісту калію, магнію, кальцію та фосфору (табл. 2).

Слід зазначити, що підвищення рівня кальцію в рослинах на фоні кремнію може свідчити про активізацію транспорту катіонів крізь мембрани клітин, а отже, і про

Таблиця 3. Зміна амінокислотного складу листків троянд при внесенні кремнію, мкг/100 мг сирої рослинної маси

Амінокислота	Варіант дослідів		
	Контроль	Доза силікату кальцію, г	
		5	10
Аспарагінова	22,6 ± 2,18	25,8 ± 2,76	26,1 ± 2,81
Треонін	1,7 ± 0,02	0,6 ± 0,02	0,4 ± 0,01
Серін	18,2 ± 0,16	13,1 ± 1,14	9,5 ± 1,03
Глутамінова	7,1 ± 0,12	28,2 ± 3,05	32,5 ± 3,46
Пролін	2,8 ± 0,04	11,3 ± 1,37	18,7 ± 2,11
Аланін	5,6 ± 0,10	7,8 ± 0,92	8,4 ± 1,01
Цистеїн	0,6 ± 0,13	0,3 ± 0,01	0,3 ± 0,01
Валін	2,1 ± 0,07	1,4 ± 0,02	0,9 ± 0,03
Метіонін	1,2 ± 0,11	1,7 ± 0,03	2,2 ± 0,16
Гліцин	2,1 ± 0,02	19,7 ± 1,89	25,9 ± 3,06
Фенілаланін	0,9 ± 0,18	1,3 ± 0,03	0,8 ± 0,04
Гістидин	9,3 ± 0,05	15,7 ± 1,64	29,5 ± 3,67
Аргінін	15,6 ± 0,04	8,1 ± 0,95	7,3 ± 0,81
Орнітин	0,2 ± 0,01	0,7 ± 0,03	0,8 ± 0,04
Лізін	2,1 ± 0,10	3,3 ± 0,29	3,5 ± 0,27

Таблиця 4. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках троянд, уражених борошнистою росю, при внесенні сполук кремнію

Варіант дослідів	Кількість фотосинтетичних пігментів, мг/100 г сирої речовини			Σ хлорофілів а, в	Σ хлорофілів а, в / каротиноїди
	Хлорофіл а	Хлорофіл в	Каротиноїди		
Контроль	66,7 ± 5,9	40,4 ± 4,7	20,7 ± 3,1	107,1	5,2
Силікат кальцію, 5 г/л субстрату	122,2 ± 15,6	41,8 ± 3,9	39,2 ± 2,7	164	4,2
Силікат кальцію, 10 г/л субстрату	128,4 ± 14,2	42,9 ± 5,0	34,4 ± 3,6	171,3	5

більш повне забезпечення троянд поживними сполуками.

Таким чином, внесення сполук кремнію у ґрунтовий субстрат дає змогу не лише створити додаткове своєрідне хімічне депо макро- і мікроелементів, а й збалансувати і стабілізувати хімічний склад рослин.

Зміна хімічного складу рослин позитивно позначилася на інтенсивності фотосинтетичних процесів і розподілі асимілятів, зокрема вільних амінокислот, у листках. З'ясовано, що на фоні кремнію спостерігається збільшення в тканинах проліну, глутамінової кислоти, гістидину і гліцину та різке зменшення вмісту вільного аргініну (табл. 3). Слід зазначити, що зменшення рівня вільного аргініну в листках троянд свідчить про високе фосфатне забезпечення рослин [7].

Певна закономірність простежується також при аналізі отриманих даних щодо вмісту фотосинтетичних пігментів у листках дослідних рослин. Так, при внесенні кремнію виявлено підвищення рівня хлорофілу в 1,6—1,9 раза, а каротиноїдів — у 1,7—1,9 раза порівняно з контролем (табл. 4).

Позитивні результати отримані і в модельних експериментах з чистими культурами *Sphaerotheca pannosa*. Зокрема, показано, що додаткове введення сполук кремнію до поживного середовища повністю пригнічує розвиток представників цього порядку (див. рисунок).

Отримані результати доводять доцільність використання сполук кремнію для активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, підвищення їх адаптаційної спроможності до ураження збудниками борошнистої роси.

Висновки

1. Визначено дію силікату кальцію як такоку, що пригнічує розвиток збудника борошнистої роси троянд.

2. Встановлено, що внесення силікату кальцію спричиняє підвищення вмісту фосфору, калію, кальцію, магнію та зменшення у субстраті кількості азоту, заліза і марганцю.

3. З'ясовано, що внесення сполук кремнію у субстрат сприяло збільшенню в рослинних тканинах троянд вмісту калію, магнію, кальцію та фосфору.

4. Внесення сполук кремнію у ґрунтозамінник позитивно впливає на хімічний склад рослин.

5. Доведено доцільність використання сполук кремнію для активізації фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, підвищення їх адаптивної спроможності до ураження збудником борошнистої роси.

1. *Методы экспериментальной микологии: Справочник.* — Киев: Наук. думка, 1982. — 550 с.

2. *Новые методы анализа аминокислот, пептидов и белков / Под ред. В.П. Овчинникова.* — М.: Мир, 1974. — 272 с.

3. *Починок Х.Н.* Методы биохимического анализа растений. — К.: Наук. думка, 1976. — 336 с.

4. *Ринькис Г.Я., Ноллендорф В.Ф.* Сбалансированное питание растений макро- и микроэлементами. — Рига: Зинатне, 1982. — 202 с.

5. *Семенов С.М.* Лабораторные среды для актиномицетов и грибов. — М.: ВО Агропромиздат, 1991. — 240 с.

6. *Belanger R.R., Bowen P.A., Ehret D.L., Menzies J.G.* Soluble silicon. Its role in crop and disease management of greenhouse crops // *Plant Dis.* — 1995. — Vol. 79. — P. 29—36.

7. *Epstein E.* The anomaly of silicon in plant biology // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* — 1994. — Vol. 91. — P. 11—17.

8. *Lewin J., Reimann B.E.F.* Silicon and plant growth // *Ann. Rev. Plant. Physiol.* — 1969. — Vol. 20. — P. 289—304.

9. *Mudson M.J., Evans S.* Aluminium / silicon interactions in higher plants // *J. Exp. Bot.* — 1995. — Vol. 46. — P. 167—171.

10. *Rafi M.M., Epstein E., Falk R.H.* Silicon deprivation causes physical abnormalities in wheat (*Triticum aestivum* L.) // *J. Plant Physiol.* — 1997. — Vol. 151. — P. 497—501.

11. *Savant N.K., Snyder G.H., Datnoff I.E.* Silicon management and sustainable rice production // *Adv. Agron.* — 1997. — Vol. 58. — P. 151—199.

12. *Zhou T.S.* The detection of the accumulation of silicon in *Phalaenopsis* (Orchidaceae) // *Ann. Bot.* — 1995. — Vol. 75. — P. 605—660.

Рекомендував до друку О.В. Чернишов

Н.В. Заименко, Н.В. Медин

Национальный ботанический сад
им. Н.Н. Гришко НАН Украины,
Украина, г. Киев

ВЛИЯНИЕ СОЕДИНЕНИЙ КРЕМНИЯ
НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АССИМИЛЯТОВ
В РАСТЕНИЯХ РОЗ, ПОРАЖЕННЫХ
SPHAEROTHECA PANNOSA LEV. VAR.
ROSEA WORON.

Определено влияние соединений кремния на развитие мучнистой росы роз. Доказана перспективность их использования для активизации физиолого-биохимических процессов в растениях, повышения их адаптивной способности к заражению фитопатогенами.

N.V. Zaimenko, N.V. Medin

M.M. Grishko National Botanical Gardens,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Ukraine, Kyiv

THE EFFECT OF THE SILICON
TO DISTRIBUTE THE ASSIMILATION
IN PLANTS OF THE ROSES WHICH INFECTED
OF SPHAEROTHECA PANNOSA LEV. VAR.
ROSEA WORON.

It has been established the effect of the silicon to development of *Sphaerotheca pannosa* Lev. var. *rosea* Woron. It has been proved the rationality to use the silicon for activate physical and biochemical process in plants, to improve its adaptive ability to infact of powder mildew.