

Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 581.192:577.118
© 2013

І.П. Григорюк,
член-кореспондент
НАН України
Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України

О.В. Гурська
Кременецький гуманітарно-
педагогічний інститут
імені Тараса Шевченка

С.В. Пίδα,
доктор сільсько-
господарських наук
Тернопільський національний
педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

КОМПАРТМЕНТАЦІЯ МАКРОЕЛЕМЕНТІВ У ҐРУНТІ ТА РОСЛИНАХ РОДУ *PYRETHRUM ZINN.*

*Висвітлено результати визначення вмісту макроелементів у сірому лісовому ґрунті Кременецького горбогір'я, який накопичує значну кількість кальцію (Ca) і магнію (Mg), середню — натрію (Na) та феруму (Fe) й недостатню — рухомої форми калію (K). Визначено, що найвищою концентрацією K і Mg вирізняються листки рослин піретруму дівочого (*Pyrethrum parthenium* (L.) Smith.) сорту *White Gem*, а Ca, Mg й Fe — піретруму червоного (*Pyrethrum coccineum* (Willd.) Worosch.). Розраховано значення коефіцієнтів біологічного накопичення макроелементів в органах рослин роду *Pyrethrum Zinn.* і встановлено кореляційні зв'язки між накопиченням у листках K–Ca й K–Mg та суцвіттях Ca–Mg.*

Ключові слова: рослини піретрум, макроелементи, компартментация, коефіцієнт біологічного накопичення.

Ступінь поглинання і накопичення елементів мінерального живлення визначається внутрішніми (фізіологічними) та зовнішніми (екологічними) чинниками [6]. На акумуляцію макроелементів в органах рослин істотно впливають фізико-хімічні властивості ґрунту, кліматичні і погодні умови (географічне положення місцевості, температурний і водний режими) [5], структура й щільність фітоценозу через внутрішньовидову, міжвидову конкуренцію та аллопатичний вплив.

Компартментация макроелементів у рослинах є важливою систематичною ознакою, яка залежить від їх умісту в ґрунті та його фізико-хімічних властивостей. Установлено, що коренева система рослин засвоює лише рухомі (водо- і кислоторозчинні) форми елементів мінерального живлення [11]. Водночас рослини здатні акумулювати окремі елементи (незважаючи на їхню низьку концентрацію в ґрунті) або вибірково поглинати деякі з них, переважна кількість яких є високою [5].

Метали в рослинному організмі розподіляються нерівномірно, що зумовлено їх фізіоло-

гічними функціями, специфікою метаболічних процесів і віком рослин. Однак вплив фізіологічних та екологічних чинників на ступінь накопичення макроелементів рослинами окремих таксономічних груп вивчено недостатньо. Такі дослідження є актуальними для перспективних квітково-декоративних, лікарських, ефіроолійних і пряноароматичних видів рослин. Останнім часом значного поширення набули види роду *Pyrethrum Zinn.* з високими декоративними якостями, які використовують у народній медицині та харчуванні людини [15].

Мета роботи — вивчення ступеня накопичення макроелементів у ґрунті та рослинах видів піретрум дівочий (*Pyrethrum parthenium* (L.) Smith.) і піретрум червоний (*Pyrethrum coccineum* (Willd.) Worosch.) в умовах Західного Лісостепу України.

Матеріали і методи. Об'єкти досліджень — зразки сірого лісового ґрунту та рослин (фаза цвітіння) сортів піретруму дівочого: *Snowball* (висота — 25–30 см, суцвіття — білі махрові, помпонного типу); *White Gem* (15–20 см, суцвіття — білі, густомахрові); *Golden*

1. Уміст загальних і рухомих форм макроелементів у ґрунті, мг/кг

Форма макроелементів	Макроелементи				
	Ca	K	Na	Mg	Fe
Загальна	70226±1216	5337,0±600,1	17213±341	576700±2271	6800,7±712,0
Рухома	20768±1557	998,6±6,9	4391±100	423967±9296	3542,1±48,1

Ball (20–25 см, суцвіття — махрові світло-жовті, помпонного типу); *Phora Pleno* (35 см, суцвіття — білі, густомахрові) та *P. coccineum*, які відбирали в серпні. Рослини вирощували на сірому лісовому ґрунті науково-дослідних ділянок Кременецького гуманітарно-педагогічного інституту імені Тараса Шевченка, розсаду висаджували широкорядним способом. Відстань між рядками становила 45 см, у рядку між рослинами низькорослих сортів — 10–15, високорослих — 20–25 см. Зразки ґрунту відбирали з парової ділянки у горизонті 0–30 см, листків і суцвітть рослин — у фазі цвітіння (повне розкриття кошиків) згідно з методиками [3, 17]. Уміст загальних (ґрунт) і рухомих (ґрунт, рослини) форм макроелементів (Ca, K, Na, Mg, Fe) визначали на основі азотнокислої витяжки зразків з наступним випаровуванням пероксидом водню на атомно-адсорбційному спектрофотометрі С-115 М-1 [9] у 3-х повторностях.

Ступінь нагромадження макроелементів рослинами вираховували за коефіцієнтами біологічного накопичення (КБН) згідно з формулою [14]:

$$\text{КБН} = \frac{\text{Уміст елемента в сухій біомасі, мг/кг}}{\text{Уміст елемента в ґрунті, мг/кг}}, \text{ одиниць.}$$

Загальну кислотність ґрунту у водній витяжці визначали на рН-метрі 159 М [3]. Результати обробляли статистично [8].

Результати досліджень. Зразки ґрунту Кременецького горбогір'я містять значні кількості лужних і лужно-земельних елементів (табл. 1), що є характерними для сірих лісових карбонатних ґрунтів. За умістом у ґрунті макроелементи розташовуються в порядку зменшення їх кількості в такій послідовності: Mg>Ca>Na>Fe>K, яка є однаковою для загальних і рухомих форм.

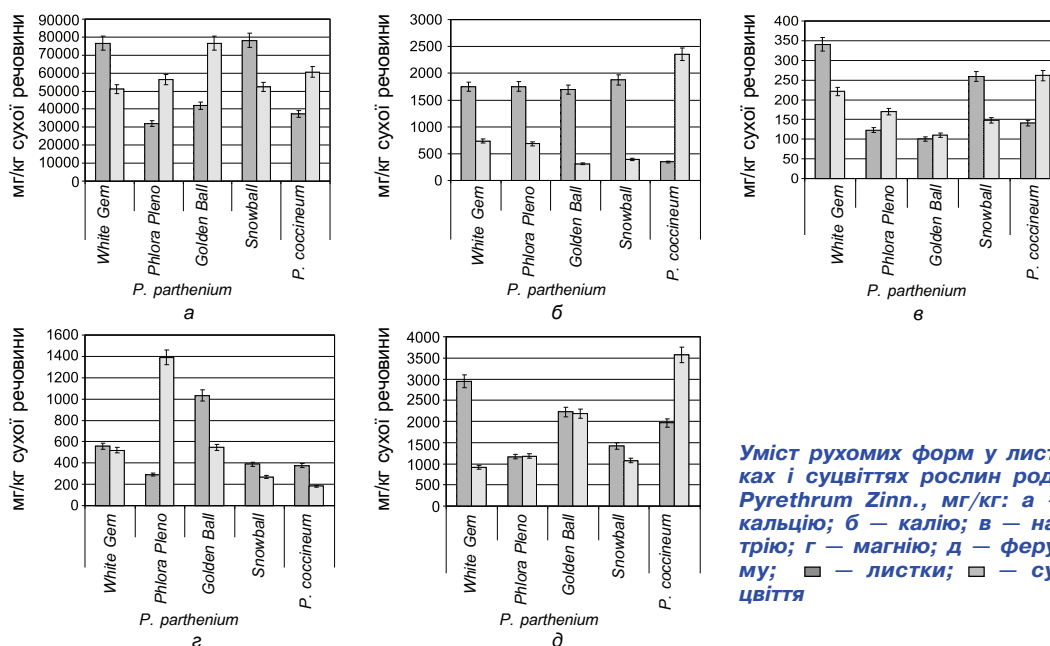
На мобілізацію елементів живлення, іонний обмін, процеси гуміфікації, структуру ґрунту значно впливає реакція середовища (рН) і кислотнo-основна буферність. Стає очевидним, що рослини мають вузьку пристосованість до певної кислотності (основності) ґрунту, за якої створюється максимум рухомих форм елементів

живлення. Для більшості культурних рослин оптимальними є нейтральні ґрунти [7].

З'ясовано, що дослідні зразки ґрунту належать до слабокислих (рН=5,6±0,19), які характерні для сірих лісових опідзолених ґрунтів Західного Лісостепу України. Ґрунт цього типу міститься на оптимально дренованих вододільних плато та сформувався на карбонатних лессах під широколистяними лісами з оптимально розвиненою трав'янистою рослинністю. За літературними даними [12, 16], ґрунти містять 2,5–4% гумусу, середньозабезпечені калієм, достатньо — рухомих фосфором. Серед обмінних катіонів переважають Ca і Mg, водночас уміст водню (H) й алюмінію (Al) незначний. Виявлені нами відмінності в ступені рухомості макроелементів пов'язані з фізико-хімічними властивостями сполук, які входять до складу ґрунту. Отримані нами дані свідчать, що вміст рухомих форм Fe та Mg в ґрунті був найвищим і становив 52,1–73,5% від валової кількості. До помірно зв'язаних макроелементів належить Ca, біодоступність якого — 29,6%. Найменш рухомими були K та Na, уміст рухомих форм яких коливався від 18,7 до 22,5%.

У наших експериментах найбільша кількість макроелементів накопичувалась у листках і суцвіттях рослин піретруму дівочого та піретруму червоного, що свідчить про їх участь у регуляції біохімічних процесів [2]. Установлено також значний уміст K, що, очевидно, пов'язано з високим рівнем метаболізму в органах рослин піретруму (рис., а).

Калій — осмотично активний катіон, який сприяє гідратації протоплазми, функціонуванню продишного апарату, реакціям фосфорилювання, активації ферментних систем; концентрується в біологічно активних молодих тканинах [13, 18]. Виявлено, що найбільшу кількість K накопичували листки рослин сортів *Golden Ball* і суцвіття *White Gem* та *Snowball*. Водночас листки сортів піретруму дівочого накопичували Ca у 2,4 (*White Gem*) — 5,4 рази (*Golden Ball*) більше, а піретруму червоного в 6,8 рази менше, ніж суцвіття (рис., б), що значною мірою пов'язано з видовими особливостями рослин. Із літературних джерел [1, 9, 18] відомо, що Ca бере участь у процесах формування листової пластинки за умов поділу клітин, входить до



Уміст рухомих форм у листках і суцвіттях рослин роду *Pyrethrum* Zinn., мг/кг: а – кальцію; б – калію; в – натрію; г – магнію; д – феруму; ■ – листки; □ – суцвіття

складу ферментних систем хлоропластів, мітохондрій, рибосом і ядра, а також виконує функції регулятора через зв'язування з кальмодуліном.

Визначено (рис., в), що концентрація Na у листках сортів рослин піретруму дівочого була вищою в 1,1 (*White Gem*) — 1,9 раза (*Golden Ball*), у піретруму червоного — у 2 рази більше, ніж у суцвіттях. Виняток становив лише сорт *Phlora Pleno*, у листках якого уміст Na був у 4,8 раза меншим порівняно з суцвіттями, що зумовлено сортовими особливостями рослин. Доведено, що Na є осмотично активним катіоном, який бере участь у формуванні електрорхімічного потенціалу мембран і сприяє інтенсифікації ростових процесів рослин [2, 7]. Дані (рис., г, д) свідчать, що найвищий уміст Mg і Fe

характерний для листків сорту рослин *White Gem*. За таких умов листки і суцвіття рослин сортів *Golden Ball* та *Phlora Pleno* накопичували однакові кількості елементів. Однак уміст Mg і Fe у листках сортів рослин *White Gem* і *Snowball* був вищий, ніж у суцвіттях, на 54,3–75,1 та 23,7–32,2%. Суцвіття піретруму червоного нагромаджували ці макроелементи в 1,8 раза більше, ніж листки. Mg входить до складу хлорофілу, підвищує активність ферменту рибулозобіфосфаткарбоксилази. Він також потрібний для біосинтезу порфіринових структур, активує значну кількість реакцій гліколізу, циклу Кребса й азотного обміну [4]. Fe є складовою частиною окисно-відновних ферментів у хлоропластах (цитохроми, феридоксин) і ферментативних систем мітохондрій, каталізує біо-

2. Коефіцієнт біологічного накопичення макроелементів у листках і суцвіттях рослин роду *Pyrethrum* Zinn., відносних одиниць

Вид	Сорт	Орган	Макроелементи				
			Ca	K	Na	Mg	Fe
<i>P. parthenium</i>	<i>White Gem</i>	Листки	0,08	76,76	0,13	0,0008	0,83
		Суцвіття	0,035	51,25	0,12	0,0005	0,26
	<i>Phlora Pleno</i>	Листки	0,08	32,11	0,07	0,0003	0,33
		Суцвіття	0,033	56,40	0,32	0,0004	0,33
	<i>Golden Ball</i>	Листки	0,08	41,93	0,24	0,0002	0,63
		Суцвіття	0,015	105,14	0,12	0,0003	0,62
<i>Snowball</i>	Листки	0,09	52,43	0,09	0,0006	0,40	
	Суцвіття	0,019	105,33	0,06	0,0003	0,30	
<i>P. coccineum</i>	Листки	0,02	37,45	0,09	0,0003	0,55	
	Суцвіття	0,113	60,67	0,04	0,0006	1,01	

синтез хлорофілів та активує азотний обмін (нітратредуктаза) [2].

Інтегральним критерієм оцінки вибіркового поглинання елементів живлення з ґрунту є КБН. Якщо він більший 1, то це свідчить про високий рівень акумуляції макроелементів і навпаки. Нами встановлено, що показники КБН відрізняються залежно від видових і сортових особливостей рослин (табл. 2). Зокрема, найвищі показники КБН були характерні для К, а для інших макроелементів — нижчими або наближалися (Fe) до 1, що підтверджує високий їх уміст у ґрунті. Найнижчі значення показників КБН виявлено для Mg, що спричинено істотним його умістом у карбонатних ґрунтах цього регіону.

На підставі аналізу умісту макроелементів у ґрунті й органах рослин видів піретруму дівоного та піретруму червоного встановлено деякі закономірності: за високих концентрацій Mg і Ca у ґрунті КБН були досить низькими, особливо для Mg; наявні види рослин накопичували високу концентрацію K на фоні низького його умісту у ґрунті; листки рослин видів роду *Pyrethrum Zinn.* містили вищі концентрації Na, а суцвіття — Mg; встановлено пряму залежність між накопиченням у рослинах роду *Pyrethrum Zinn.* Ca–Mg, K–Mg ($P=0,01$, $n=30$, $r=0,52$ та $0,59$); листках — K–Ca ($P=0,05$, $n=15$, $r=0,63$); K–Mg ($P=0,001$, $n=15$, $r=0,91$); суцвіттях — Ca–Mg ($P=0,05$, $n=15$, $r=0,68$).

Висновки

Визначено, що сірий лісовий ґрунт Кременецького горбогір'я вирізняється високим умістом рухомих форм Ca, Na, Mg і Fe та низькою концентрацією K. Компартментнація макроелементів в органах рослин роду *Pyrethrum Zinn.* залежить від видових і сортових особливостей та екологічних чинників.

Показано, що найвищі значення показників КБН макроелементів характерні для K, найнижчі — Mg.

Встановлено кореляційні зв'язки між накопиченням K–Ca ($r=0,63$) і K–Mg ($r=0,91$) у листках, Ca–Mg ($r=0,68$) — суцвіттях рослин роду *Pyrethrum Zinn.*

Бібліографія

1. Абуталыбов М.Г. Распределение кальция в растениях/М.Г. Абуталыбов//Физиология растений. — 1956. — 3, вып. 4. — С. 306–312.
2. Власюк П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений/П.А. Власюк. — К.: Наук. думка, 1969. — 516 с.
3. Гаськевич В. Лабораторний практикум з ґрунтознавства/ В. Гаськевич, С. Позняк. — Л.: Вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 2001. — С. 49–52.
4. Злобін Ю.А. Курс фізіології і біохімії рослин: підручник/Ю.А. Злобін. — Суми: ВТД «Універсальна книга», 2004. — 464 с.
5. Ильин В.Б. Элементный химический состав растений/В.Б. Ильин. — Новосибирск: Наука, 1985. — 154 с.
6. Ковалевский А.Л. Биохимия растений/А.Л. Ковалевский. — Новосибирск: Наука, 1991. — 294 с.
7. Конопля М.І. Мінеральне живлення та іонний гомеостаз/М.І. Конопля, Т.М. Москова. — Луганськ: Альма-матер, 2001. — 134 с.
8. Кучеренко М.Є. Сучасні методи біохімічних досліджень: навч. посіб./М.Є. Кучеренко, Ю.Д. Бабеюк, В.М. Войціцький. — К.: Фітосоціоцентр, 2001. — 424 с.
9. Медведев С.С. Участие ионов кальция в процессах роста и морфогенеза/С.С. Медведев, И.В. Маркова//Физиология и биохимия культ. растений. — 1992. — 24, № 3. — С. 281–286.
10. Методи аналізів ґрунтів і рослин (метод. посіб.)/за ред. С.Ю. Булигіна, С.А. Балука, А.Д. Міхновської, Р.А. Розумної. — Х.: ННЦ ІГА, 1999. — С. 98–126.
11. Минеев В.Г. Агрохимия, биология и экология почв/В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе. — М.: Агропромиздат, 1990. — 287 с.
12. Назаренко І.І. Ґрунтознавство: Підручник/І.І. Назаренко, С.М. Польчина, В.А. Нікорич. — Чернівці, 2003. — 400 с.
13. Носко Б.С. Калійний рівень ґрунтів та біопродуктивність рослин/Б.С. Носко, А.О. Христиненко, В.С. Шаповалова//Фосфор і калій у землеробстві. Проблеми мікробіологічної мобілізації: матер. міжнар. наук.-практ. конф. — Чернівці — Харків: Вид-во КП «Друкарня № 13», 2004. — С. 107–114.
14. Пасічник Г.І. Вміст деяких макро- і мікроелементів у ґрунтах та рослинах *Gentiana lutea L.* з двох чорногірських популяцій Українських Карпат/Г.І. Пасічник, О.Ю. Майорова, В.Б. Войтюк, В.М. Мельник, Н.М. Дробик//Наук. вісн. Ужгород. ун-ту. — Сер.: Біологія. — 2011. — Вип. 30. — С. 183–187.
15. Пίδα С.В. Хімічний склад та використання видів роду *Pyrethrum Zinn.*/С.В. Пίδα, О.В. Чернявська//Наук. записки Тернопільського нац. пед. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. — Сер.: Біологія. — 2006. — № 2. — С. 122–127.
16. Полупан М.І. Класифікація ґрунтів України/М.І. Полупан, Б.В. Соловей, В.А. Величко/за ред. М.І. Полупана. — К.: Аграр. наука, 2005. — 300 с.
17. Солодовченко Н.М. Лікарська рослинна сировина та фітопрепарати: посіб. з фармакогнозії з основами біохімії лікар. рослин/Н.М. Солодовченко, М.С. Журавльов, В.М. Ковальов. — Х.: Вид-во НФАУ: Золоті сторінки, 2001. — 408 с.
18. Ткачук К.С. Фізіологічна роль та ефективність використання калію та кальцію рослинами/К.С. Ткачук, Т.В. Жукова. — К.: ДІА, 2009. — 112 с.

Надійшла 24.12.2012.