

УДК 631.81.095.337:631.67

Якуба І. П., аспірантОдеський національний університет ім. І. І. Мечникова, кафедра ботаніки,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

МІГРАЦІЯ МАРГАНЦЮ НА ЗРОШУВАНИХ ПОЛЯХ ПІВДНЯ ОДЕЩИНИ

Досліджено міграцію марганцю в ґрунті та у системі ґрунт-рослина, а також накопичення в рослинах марганцю на зрошуваних полях півдня Одеської області. Виявлено підвищення загального вмісту елементу на полях, які періодично підтоплювались порівняно з полями з добрим природним стоком. За інтенсивного зрошення спостерігали тимчасове різке зниження вмісту марганцю в орному шарі ґрунту. Виявлено винос мікроелементу з дренажними водами у систему дренажних каналів та у місця з пониженням рельєфу. Рослини різних видів накопичують марганець неоднаково, але завжди більш інтенсивно у листках, ніж у плодах. Накопичення мікроелементу зростає за його високих концентрацій у ґрунті та за умов, сприяючих його міграції. Водорості з дренажних каналів характеризуються більшою здатністю накопичувати марганець, ніж наземні рослини.

Ключові слова: марганець, міграція, рослина, зрошення.

Одним з найважливіших питань екофізіології рослин є наявність і доступність в оточуючому середовищі та поглинання і накопичення рослинами різних мікроелементів, у тому числі марганцю. Хоча марганець є одним із макрокомпонентів ґрунту, бо його загальна кількість у південних чорноземах становить у середньому від 400 до 1000 мг/кг ґрунту [1], кількість рухомих форм цього елементу, доступних для рослин, набагато менша та сильно варіює в залежності від ґрунтових умов. За нейтральної та слабо лужної рН, яка характерна для південних чорноземів, кількість рухомого двовалентного марганцю порівняно невелика і зменшується з ростом рН, що може спричиняти дефіцит марганцю у рослин [2, 3]. Багаторічне зрошення призводить до значних, нерідко суперечливих наслідків, у тому числі до посиленої міграції солей та вимивання їх з ґрунту та вторинного засолення. Ґрунти втрачають буферність до облугування і під час зрошення виявляють різке підвищення рН [4]. За таких умов дуже важливо простежити міграцію одного з найважливіших мікроелементів — марганцю — у зрошуваних ґрунтах з різним гідрологічним режимом та у системі ґрунт-рослина. У сільськогосподарські культури поступають різні кількості цього елементу в залежності від регіону зростання та видових і сортових особливостей [2]. Оптимальним для різних рослин визнають вміст марганцю 40-70 мг/кг сухої маси [5]. Однак, на зрошуваних полях Одещини накопичення марганцю рослинами ще не вивчали.

Район і методи досліджень

Дослідження проводили на полях елітнагоспу “Південний” Біляївського району, які відносяться до Нижньодністровської зрошувальної системи і розташовані на 19-30 кілометрах Кишинівської траси та в селі Дальник Біляївського району. Ця територія належить до підзони південного степу України (Азово-Причорноморська ґрунтова провінція). Тип ґрунту — чорнозем південний міцелярно-карбонатний та місцями остатково-солонцюватий [4]. На протязі останніх двадцяти років на полях використовували стандартні за таких умов схеми сівообігу та добрив [6], зрошували дощовальною фронтальною машиною ДФ “Дніпро 120 А”. У дослідженні розглядали два типи полів. Тип А — поля, яким властивий плоский рельєф, слабкий природний стік та поганий дренаж; тут спостерігається періодичне підтоплення підчас танення снігів, сильних опадів, наповнення зрошувального каналу, що призводить до засолення та негативно впливає на врожай культур, що там вирощували. Тип В — поля з нормальним природним стоком, зумовленим наявністю нерівностей рельєфу, на яких не було помічено негативних ефектів підтоплення та засолення. На прикладі чотирьох полів типу А (1, 2, 3, 4) спостерігали за впливом інтенсивного зрошення на вміст марганцю: порівнювали поля, які інтенсивно зрошували (1, 2) та не зрошували (3, 4) влітку 2001 року.

Відбір проб ґрунту, рослинного матеріалу, донних відкладів та води здійснювали за загальноприйнятою методикою [7] у грудні 2000 - жовтні 2001 років. Вміст марганцю визначали атомно-адсорбційним методом у переліку на суху масу ґрунту чи рослинного матеріалу, рН заміряли у солевій витяжці (1,0 н. КСІ), вологість визначали ваговим методом. Коефіцієнт біологічного накопичення (КБН) розраховували за формулою:

$$\text{КБН} = \frac{\text{вміст Mn у рослині}}{\text{вміст Mn у ґрунті}}$$

Математичну обробку даних (визначення НСР — найменшої суттєвої різниці, регресійний та дисперсійний аналіз) здійснювали методами варіаційної статистики [8]. Методом дисперсійного аналізу порівнювали вміст марганцю на полях, які інтенсивно зрошувались і які не зрошувались протягом літа 2001 року. Матеріал для аналізу відбирали у різні терміни відносно поливу (до поливу — у червні, після тритижневого поливу — у серпні та через півтора місяці після закінчення поливу — у жовтні).

Результати досліджень та їх обговорення

Кількість сумарного марганцю на зрошуваних полях півдня Одеської області коливалось у межах 500-1000 мг/кг ґрунту, що за даними літератури є типовим для південних чорноземів [1].

Порівняння вмісту марганцю у ґрунтах показало вірогідне підвищення його вмісту на 29,2 % в орному шарі полів, які періодично підтоплювались, порівняно з полями з нормальним стоком. Значення рН для ґрунтів полів

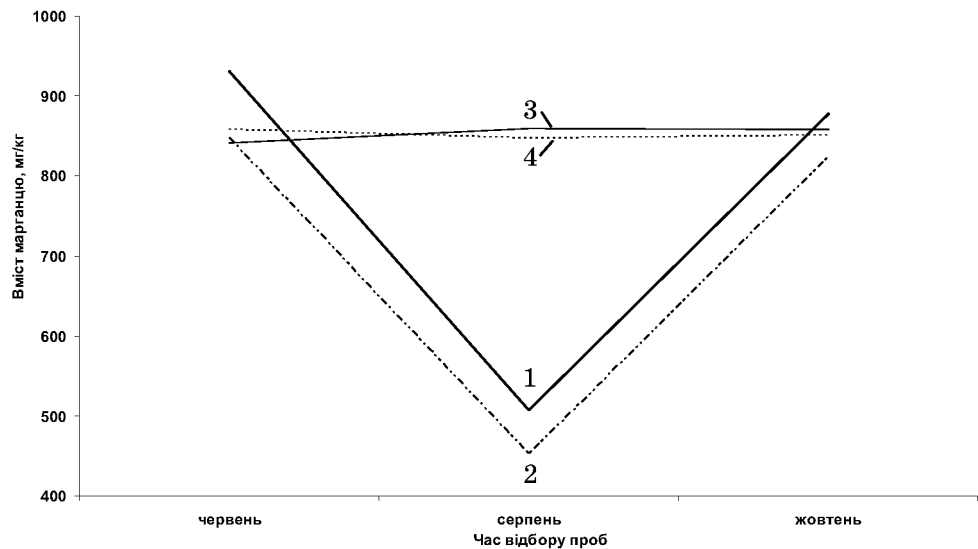


Рис. 1. Динаміка вмісту сумарного марганцю у ґрунтах полів, які зрошувались (1, 2) та не зрошувались (3, 4) у серпні 2001 р.

типу А було на 6 % вищим, тоді як значення вологості знаходились на одному рівні (табл. 1). Однак, проведений регресійний аналіз не виявив у нашому досліді прямої залежності загального вмісту марганцю ні від рН ($r = 0,683 \pm 0,243$), ні від вологості ґрунту ($r = 0,033 \pm 0,333$). Дані літератури про вплив цих чинників на вміст загального марганцю досить суперечливі, хоча є численні свідчення про чітку залежність вмісту рухомого марганцю від кислотності та вологості середовища на різних ґрунтах [9, 10].

Показники вологості, рН та вмісту марганцю кожного конкретного поля порівнювали за допомогою коефіцієнту НСР із середніми даними для досліджених типів полів та між собою у межах даного типу. З'ясували, що поле гречки відрізнялось від усіх інших більшою вологістю (на 32 % вищою за середнє для полів типу А), більш високими значеннями рН та вмісту Mn. Даний ефект ми схильні пов'язувати з тим, що поле гречки зрошували набагато інтенсивніше протягом серпня 2001 року. Щоб переконатися в цьому, досліджували чотири поля типу А, з яких два, включаючи засіяне гречкою, дуже інтенсивно зрошувались у серпні, а інші два у цей час не зрошувались (рис. 1). Двофакторний дисперсійний аналіз показав, що фактор зрошення протягом сезону мав порівняно невисокий вплив на вміст марганцю в орному шарі ґрунту — 16 %. Більш істотно вміст марганцю в ґрунті залежав від термінів відбору проб відносно факту поливу поля — 41 %. Підчас інтенсивного зрошення загальний вміст марганцю в орному шарі впав майже вдвічі, але через півтора місяці після закінчення зрошення повернувся до вихідного. Зниження рівню марганцю в ґрунті, можливо,

Загальний вміст марганцю, вологість і рН ґрунтів зрошуваних територій Біляївського району Одеської області

Місце відбору проб	Культура	Валовий вміст марганцю, мг/кг ґрунту	Вологість ґрунту, %	рН ґрунту (у солевій витяжці)
Поля типу А	Озима пшениця	832,3 ± 12,4	16,6 ± 2,1	6,45 ± 0,10
	Кукурудза	875,0 ± 20,3	12,9 ± 1,8	6,80 ± 0,30
	Гречка	920,1 ± 33,3*	23,7 ± 1,2*	7,30 ± 0,10*
	Баштан	864,4 ± 12,7	10,0 ± 1,6	7,15 ± 0,20
	Чина	822,1 ± 5,8	19,6 ± 1,2	7,00 ± 0,10
	Люцерна, конюшина	857,0 ± 15,2	18,9 ± 1,5	6,80 ± 0,19
	Лісосмуга	850,0 ± 2,0	18,7 ± 1,5	6,80 ± 0,19
	НСР _{0,05}	23,9	3,6	0,23
Середні значення		859,6 ± 10,6	17,2 ± 1,6	6,92 ± 0,10
Поля типу В	Соняшник	637,0 ± 4,2	14,8 ± 1,3	6,72 ± 0,16
	Кукурудза	760,0 ± 10,1	16,7 ± 1,8	6,20 ± 0,10
	Овес	608,0 ± 28,1	19,2 ± 4,1	6,48 ± 0,11
	Лісосмуга	656,0 ± 3,0	19,8 ± 2,0	6,70 ± 0,15
	НСР _{0,05}	91,2	3,3	0,33
Середні значення		665,2 ± 33,1	17,6 ± 1,2	6,52 ± 0,12
Днища ярів		825,5 ± 12,0	33,7 ± 3,1	7,25 ± 0,10
Городи	Овочеві культури	761,2 ± 5,0	23,3 ± 5,2	5,8 ± 0,05
Гній		470,0 ± 11,2	11,5 ± 4,3	4,61 ± 1,5
Дно дренажного каналу	Очерет	1514,17 ± 110,5	62,3 ± 2,2	7,21 ± 0,29
Вода з дренажного каналу	Водорості	0,55 ± 0,01	—	6,2 ± 0,17

пов'язане з його виносом з орного шару за рахунок рухливих форм [10, 11, 12] з подальшою зворотною міграцією з підорного шару підчас переобводнення із-за відсутності доброго стоку. Отримані дані вказують на важливість фактору зрошення у міграції марганцю за умов досліду.

В умовах багаторічного зрошення на полях типу В відбувається винос марганцю з орного шару з накопиченням його у пониженнях рельєфу. З'ясували, що на днищах ярів марганцю на 24 % більше, ніж на полях;

у донних відкладах дренажних каналів — на 128 % більше, ніж на полях, а у воді дренажних каналів на порядок більше, ніж у воді середнього водосховища [13].

Вміст марганцю в ґрунтах городів села Дальник виявився проміжним щодо значень, отриманих для полів типу А і типу В. Реакція ґрунту була слабокислою, що зазвичай призводить до великої долі рухливих форм мікроелементу. Це можна пояснити внесенням гною, який підкислює ґрунт, та, як видно з таблиці 1, є джерелом марганцю.

Вміст марганцю в рослинах перш за все залежить від видової належності і становить у нашому досліді від 15 до 115 мг/кг сухої маси (табл. 2), що узгоджується з даними, отриманими на інших ґрунтах [5, 12]. Усім рослинам, крім томатів, властивий значно менший вміст марганцю в плодах, ніж у листі, — в середньому у 4-6 разів. Переважне накопичення марганцю зеленою масою рослин зумовлене фізіологічною роллю мікроелементу як компоненту фотосистеми 2, де він приймає участь у фотолізі води [14].

Коефіцієнт біологічного накопичення (КБН) елементу відзеркалює здатність рослин поглинати та накопичувати даний елемент за тих чи інших умов. В умовах нашого досліді коливання цього показника знаходились у межах 0,018-0,170 (табл. 2), як і у досліді інших авторів [3, 10, 15]. Порівняльна оцінка накопичення марганцю кукурудзою на полях зазначених двох типів продемонструвала, що більш інтенсивно в рослинах кукурудзи мікроелемент накопичувався на полях типу А, ніж на полях типу В. Для огірків з полів типу А КБН елементу виявився меншим, ніж у вирощених на городах, незважаючи на більший загальний вміст марганцю у ґрунтах останніх. Це, напевно, пов'язано з більшою доступністю марганцю для рослин в умовах городу, де спостерігається більш кисла рН та висока вологість.

Висока концентрація марганцю виявлена в рослинах очерету з дренажного каналу. Вона була у 2-3 рази вищою, ніж в інших рослинах, зокрема злаках. Проте КБН у цьому випадку не набагато перевищував даний показник у інших рослин [2, 16].

Для зелених нитчастих водоростей з дренажних каналів (*Spirogyra sp.*, *Mougeotia sp.*, *Zygnema sp.*) КБН був на 3 порядки вищим, ніж для наземних рослин. Це пов'язано з тим, що водорості накопичують марганець із води, всмоктуючи його всією поверхнею, і тому цей процес водоростями здійснюється більш інтенсивно, ніж організмами суші [15].

Таким чином, можна зробити попередні висновки, що протягом зими-осені 2001 р. вміст марганцю у ґрунтах на зрошуваних територіях півдня Одещини був досить високий і типовий для південних чорноземів. Періодично підтоплювані поля з поганим дренажем і стоком виявляють більший вміст марганцю, ніж поля з нормальним природним стоком. Чіткої кореляції між вмістом загального марганцю в ґрунті та вологістю чи рН не знайдено. Підчас поливу виявлено тимчасове різке зниження вмісту мар-

Таблиця 2

Вміст та коефіцієнт біологічного накопичення марганцю у рослинах

Місце відбору проб	Культура	Вміст марганцю у рослинах, мг/кг сухої маси	Коефіцієнт біологічного накопичення (КБН)
Поля типу А	Озима пшениця (листя)	58,8 ± 1,4	0,071 ± 0,002
	Кукурудза (зелена маса)	98,4 ± 2,1	0,112 ± 0,005
	Гречка (листя)	89,6 ± 5,4	0,097 ± 0,004
	Огірки (листя)	55,8 ± 6,1	0,064 ± 0,005
	Чина	91,3 ± 5,6	0,113 ± 0,004
	Люцерна	68,3 ± 2,2	0,080 ± 0,002
	Конюшина	76,9 ± 3,3	0,090 ± 0,002
Поля типу В	Соняшник (насіння)	20,3 ± 6,2	0,034 ± 0,007
	Соняшник (листя)	88,5 ± 5,5	0,139 ± 0,001
	Овес (листя)	78,5 ± 7,9	0,129 ± 0,007
	Кукурудза (зелена маса)	58,5 ± 3,3	0,077 ± 0,003
Городи	Петрушка (листя)	91,5 ± 2,1	0,120 ± 0,007
	Томати (листя)	108,1 ± 2,2	0,142 ± 0,003
	Томати (плоди)	87,8 ± 3,1	0,115 ± 0,004
	Перець гіркий (листя)	88,5 ± 3,0	0,116 ± 0,004
	Перець гіркий (плоди)	20,5 ± 1,14	0,027 ± 0,001
	Баклажан (листя)	115,0 ± 2,2	0,023 ± 0,002
	Баклажан (плоди)	17,7 ± 1,5	0,023 ± 0,002
	Огірки (листя)	61,6 ± 2,0	0,081 ± 0,013
	Огірки (плоди)	13,8 ± 1,7	0,018 ± 0,002
Дренажний канал	Очерет (зелена маса)	257,2 ± 5,8	0,170 ± 0,011
	Водорості	66,3 ± 3,3	120,5 ± 6,0

ганцю в орному шарі ґрунту. Спостерігали наявний винос мікроелементу з дренажними водами у систему дренажних каналів та пониження рельєфу, де його вміст значно вищий, ніж на оточуючих полях. Рослини різних видів накопичують марганець по-різному, але завжди більш інтенсивно у листках, ніж у плодах. Накопичення марганцю рослинами зростає за його високих концентрацій у ґрунті та за умов, які сприяють утворенню його рухливих форм. Водоростям властива більша здатність до накопичення марганцю у порівнянні з рослинами суші.

Література

1. *Микроэлементы* в почвах Советского Союза. — М.: Изд-во Моск. Университета, 1973. — Вып.1. — 280 с.
2. *Кабата-Пендиас А., Пендиас Х.* Микроэлементы в почвах и растениях. — М.: Мир, 1989. — 440 с.
3. *Мишин П. Я.* Микроэлементы в почвах Оренбуржья и эффективность микроудобрений. — Челябинск: Южно-Уральск. книж. изд-во, 1991. — 90 с.
4. *Орошение* на Одессине: Почвенно-экологический и агротехнические аспекты / И. Н. Гоголев, Р. А. Баев, А. Г. Кулибабин и др.; Науч. ред. И. Н. Гоголев, В. Г. Друзьяк. — Одесса, 1992. — 436 с.
5. *Тойкка М. А., Потахина Л. М.* Тяжелые металлы в растениях и почвах пригородного совхоза // Микроэлементы в биосфере Карелии и сопредельных районов. Межвуз. сб. науч. тр. — Петрозаводск, 1990. — С. 10-15.
6. *Научно-обоснованная система* орошаемого земледелия / В. И. Остапов, Н. И. Василенко, В. М. Круглов. — К.: Урожай, 1987. — 200 с.
7. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / Учеб. пособие. — М.: Колос, 1973. — 336 с.
8. *Плохинский Н. А.* Математические методы в биологии. — М.: Изд-во Моск. Университета, — 1978. — 265 с.
9. *Поляков А. Н., Коновалова Т. А., Орлова А. Н. и др.* Сезонная динамика микроэлементов в дерново-подзолистых почвах Московской области // Агротехническое обследование почв на содержание подвижных форм микроэлементов и эффективность микроудобрений. — Москва, 1981. — С.69-75.
10. *Салманов А. Б., Рябцева А. А., Османова Р. Р.* Марганец и кобальт в почвах Терско-Сулакской низменности Дагестана // Микроэлементы в почвах Терско-Сулакской низменности Дагестана. — Махачкала, 1981. — 182 с.
11. *Елпатьевский П. В., Аржанова В. С.* Баланс и трансформация миграционных форм тяжелых металлов в техногеосистеме // Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — С. 86-98.
12. *Круглова Е. К., Дехканходжаева С. Х., Мухамеджанова А. и др.* Микроэлементы в орошаемых почвах Хорезмской области УзССР и применение микроудобрений. — Ташкент: ФАН, 1980. — 85 с.
13. *Нахшина Е. П.* Микроэлементы в водохранилищах Днепра. — К.: Наукова думка, 1983. — 160 с.
14. *Moore R., Clark W. D., Stern K. K.* Botany. — Washington: WCB, 1995. — 824 p.
15. *Добровольский В. В.* География микроэлементов: Глобальное рассеяние. — М.: Мысль, 1983. — 272 с.
16. *Бессонова В. П.* Цитофизиологические эффекты воздействия тяжелых металлов на рост и развитие растений. — Запорожье: Запорожский гос. ун-т, 1999. — 208 с.

Якуба І. П.

Одесский национальный университет им. І. І. Мечникова, кафедра ботаники, ул. Дворянская, 2, Одесса, 65026, Украина

МИГРАЦИЯ МАРГАНЦА НА ОРОШАЕМЫХ ПОЛЯХ ЮГА ОДЕСЩИНЫ

Резюме

Исследовали миграцию марганца в почве и системе почва-растение, а также накопление его в растениях на орошаемых полях юга Одесской области. Выявили повышение содержания валового марганца на полях, которые периодически подтапливались, по сравнению с полями с хорошим естественным стоком. После интенсивного орошения наблюдали временное резкое снижение содержания элемента в почве пахотного слоя. Установили наличие выноса микроэлемента с дренаж-

ними водами в систему дренажних каналів і в міста з пониженням рельєфу. Растения різних видів накоплюють марганець неодинаково, но всегда более интенсивно в листьях, чем в плодах. Накопление микроэлемента растениями усиливается при нарастании его концентраций в почве и при условиях, способствующих его миграции. Водоросли из дренажных каналов характеризуются способностью сильнее накапливать марганец, чем наземные растения.

Ключевые слова: марганец, миграция, растение, орошение.

Yakuba I. P.

Odessa National University after I. I. Mechnikov, Department of Botany
Dvoryanskaya St., 2, Odessa, 65026, Ukraine

MANGANESE MIGRATION IN THE IRRIGATED FIELDS OF THE SOUTH OF ODESKA OBLAST

Summary

Migration of manganese in the soil and in the system soil-plant and storing in the plants has been studied on the irrigated fields of the south of Odeska oblast. The increasing of the summary manganese amount has been found in the soils of the fields that suffered from periodic flooding comparing to the fields with good natural exflow. Temporary decreasing of manganese amount was observed while intensive irrigation. Migration of manganese from the fields into the system of drainage channels and the ravines has been proved. Plants of the different species stored manganese to different extent. But they always did it more intensively in the leaves than in the fruits. Manganese storing grows if its concentration in the soil gets higher, or if the conditions stimulating its migration appear. Algae from drainage channels possess higher ability to store manganese than onland plants.

Key words: manganese, migration, plant, irrigation.