

УДК 544.726:504.53

Мільович С.С., ст.викл.; Гомонай В.І., д.х.н., проф.; Кондрич О.І., студ.

## ВПЛИВ КЛИНОПТИЛОЛІТУ НА ВМІСТ $Cd^{2+}$ У ҐРУНТАХ ТА ЯКІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 88000, м.Ужгород, вул. Підгірна, 46

Ґрунт – один з найбільш важливих природних ресурсів, особливо враховуючи прогнози екологів та інших науковців, щодо продовольчої кризи. Ґрунт знаходиться у постійній взаємодії з іншими екологічними системами. Тому дії, направлені на ґрунт, часто позначаються на стані інших екосистем та біосфери в цілому [1].

Крім природних складових, до складу ґрунтів входять також численні неорганічні та органічні сполуки, які є продуктами промислової та сільськогосподарської діяльності людини [2]. Забруднення екосистем важкими металами при застосуванні промислових, транспортних та аграрних технологій є негативним втручанням у функціонування агросистем; воно призводить до кількісних та якісних змін, які проявляються у зменшенні урожайності та погіршенні якості агропродукції, що негативно впливає на якість існування людини. Необхідність прогнозування найближчих та віддалених наслідків цих забруднень зумовлена порушенням функціонування агроценозів як біологічних систем, а також надходженням токсикантів до трофічних ланцюгів.

Кадмій широко застосовується у промисловості і може міститися у ґрунтах у надлишкових кількостях. Кадмій один з найтоксичніших важких металів і негативно впливає на теплокровних. При отруєннях сполуками Кадмію порушується діяльність центральної нервової системи, шлунково-кишкового тракту, органів дихання, тощо [3, 4].

При розробці заходів реабілітації забруднених важкими металами ґрунтів не в повній мірі використовуються сучасні біотехнологічні підходи. Внесення цеолітів у ґрунт позитивно впливає на більшість параметрів ґрунту, тому дослідження

процесів та наслідків внесення цеолітів у ґрунти є актуальним питанням [5].

Метою даної роботи було дослідження впливу клиноптилоліту на вміст Кадмію у ґрунті та рослинах на прикладі цибулі ріпчастої (*ALLIUM CEPA L.*).

### Методика експерименту

Для проведення експерименту ґрунт штучно забруднювали іонами Кадмію, до кожної проби додавали відповідну кількість клиноптилоліту та висаджували цибулю. Після збору урожаю визначали вміст іонів Кадмію у ґрунті та рослинах, та рН водної витяжки ґрунту.

Ґрунт для досліджень відібрано в с. Дубриничі Закарпатської області.

Для дослідження використовувався клиноптилоліт з Сокирицького родовища. Розмір фракції цеолітового борошна становив 3-4 мм.

Підготовку ґрунту до аналізу проводили згідно [7]. Для визначення вмісту рухомих форм  $Cd^{2+}$  у ґрунті використовували водну витяжку, потенційно рухомих – ацетатно-амонійну витяжку, а валовий вміст важких металів визначали у мінералізатах одержаних згідно [6].

Кадмій визначали фотометрично з дітизоном згідно [8], а водневий показник – потенціометрично згідно [9].

### Одержані результати та їх обговорення

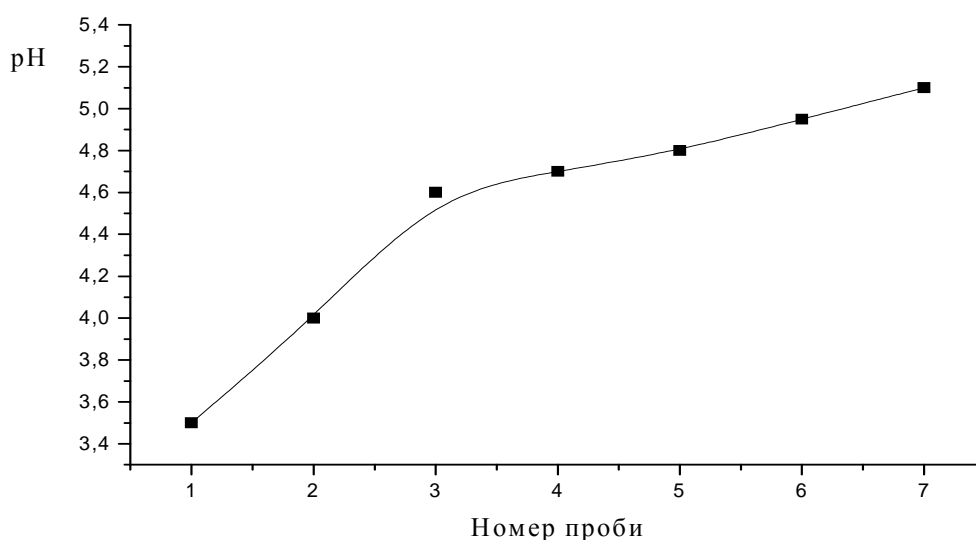
Для експериментального дослідження впливу клиноптилоліту на рН, ґрунт штучно забруднювали іонами Кадмію з розрахунку щоб їх концентрація у ґрунті складала 0,1 моль/кг ґрунту (не враховуючи фоновий вміст). Схему досліду приведено у таблиці 1.

**Таблиця 1** Схема дослідження (вплив клиноптилоліту на рН)

Умовне позначення проби	Додано клиноптилоліту % (мас.)	Кількість внесеного $\text{Cd}^{2+}$		Тривалість дослідження, діб
		моль/кг	г/кг	
1	0	0,1	0,635	30
2	2	0,1	0,635	30
3	4	0,1	0,635	30
4	6	0,1	0,635	30
5	8	0,1	0,635	30
6	10	0,1	0,635	30
7	12	0,1	0,635	30
8 (Контроль)	0	0	0	30

рН водної витяжки з ґрунту після забруднення (проба 1) складає 3,5, що обумовлено гідролізом внесених солей, і зростає з 3,5 до 5,1 що дає можливість використовувати клиноптилоліт для

пониження кислотності кислих ґрунтів. Слід зазначити, що стрімке зростання рН спостерігається до 3 проби (вміст клиноптилоліту 4%), після чого зростання продовжується, але з меншою швидкістю.

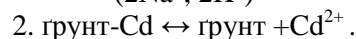
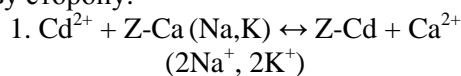
**Рис. 1.** Зміна рН ґрунту при додаванні клиноптилоліту

Для дослідження впливу клиноптилоліту на вміст Кадмію у ґрунті та рослинах ґрунт штучно забруднювали різними кількостями Кадмію і додавали клиноптилоліт у кількості 1:20 (5% мас.). Схема дослідження представлена у табл. 2.

Зміна концентрації іонів Кадмію представлена у табл. 3. Як видно з таблиці внесення клиноптилоліту позитивно впливає на вміст Кадмію у ґрунті, тобто вміст Кадмію у всіх випадках знижується. Так, при відсутності клиноптилоліту вміст рухомих форм Кадмію (водна витяжка) складає

0,091 мг/г (проба 8) а при його наявності знижується до 0,040 мг/г, тобто більш ніж на 50%.

Можливим механізмом пониження концентрацій Кадмію у ґрунті є йонообмінна сорбція  $\text{Cd}^{2+}$  з порового розчину (1), що призводить до заміщення рівноваги (2) у праву сторону:



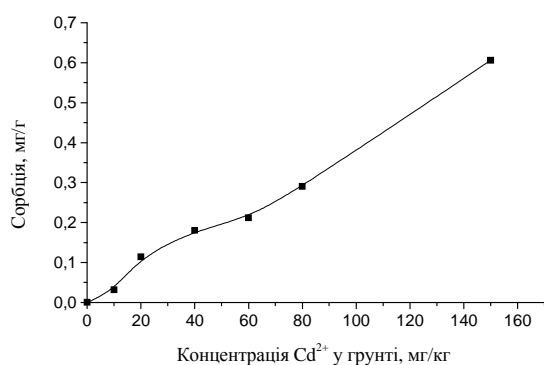
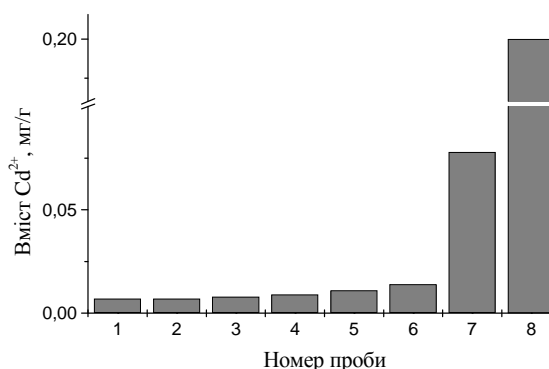
Ізотерма сорбції Кадмію представлена на рис. 2.

**Таблиця 2.** Схема досліду (вплив клиноптилоліту на вміст Кадмію)

Умовне позначення проби	Додано клиноптилоліту, г	Кількість внесеного Cd <sup>2+</sup> , мг/кг	Маса ґрунту, г	Тривалість Досліду, діб
1	0	0	400	30
2	20	10	400	30
3	20	20	400	30
4	20	40	400	30
5	20	60	400	30
6	20	80	400	30
7	20	150	400	30
8	0	150	400	30

**Таблиця 3.** Зміна концентрації іонів Кадмію

Умовне позначення проби	Кількість внесеного Cd <sup>2+</sup> , мг/кг	Концентрація у водній витяжці, мг/кг	Концентрація у ацетатно-амонійній витяжці, мг/кг	Валовий вміст, мг/кг
1	0	-	0,007	0,008
2	10	0,009	6,2	8,4
3	20	0,012	11,5	14,3
4	40	0,017	22,7	31,0
5	60	0,020	29,3	49,4
6	80	0,026	51,2	65,5
7	150	0,040	68,7	119,7
8	150	0,091	79,6	148,4

**Рис. 2.** Ізотерма сорбції іонів Кадмію**Рис. 3.** Вміст іонів Кадмію у рослинах при проростанні у забрудненому ґрунті

Сорбція іонів Кадмію при вихідній концентрації у ґрунті 10 мг/кг складає 0,032 мг/г сорбенту, і зростає при збільшенні початкового вмісту Кадмію у ґрунті. Відсутність насичення на ізотермі, свідчить про можливість подальшої сорбції іонів Кадмію при збільшенні часу контактування. Оскільки радіус негідратованого іонію Кадмію втричі менші за розмір вхідних вікон клиноптилоліту, то геометричних перепон для протікання іонообмінної сорбції немає.

Тому низьку величину сорбції Кадмію можна пояснити або рухливістю даного іону у ґрунті, тобто лімітуючим фактором буде «доставка» іону Кадмію до місця іонного обміну, або термодинамічною «невигідністю» внаслідок необхідності дегідратації іону кадмію для протікання іонного обміну.

Вміст Кадмію у рослинах цибулі представлено на рисунку 3.

Як видно з рисунку, незважаючи на високий вміст Кадмію у ґрунті його вміст у рослинах є незначним, спостерігається низька транслокація Кадмію у рослини. Так наприклад вміст Кадмію у рослинах цибулі складає 0,2мг/г про вмісті у ґрунті 150 мг/кг. Це можна пояснити з одної сторони малою рухливістю іонів Кадмію у ґрунті, а з іншої ліофільністю іонів Кадмію, а отже і поганою засвоюваністю рослинами.

Знизити вміст Кадмію до рівня контрольного зразка (проба1), вдається тільки при вихідних концентраціях Кадмію 10 та 20 мг/кг ґрунту (проби 2,3).

### Висновки

1. Досліджено вплив клиноптилоліту на вміст різних форм Кадмію у ґрунтах, і відмічено його пониження.
2. Показано можливість подальшої сорбції іонів Кадмію при збільшенні часу контактування.
3. Підтвержено позитивний вплив внесення клиноптилоліту на рН ґрунтів.
4. Показано можливість покращення якості рослинної продукції (по вмісту Кадмію) за допомогою клиноптилоліту.
5. Доведено низьку транслокацію іонів Кадмію у рослини.

Стаття надійшла до редакції: 21.05.2013

## INFLUENCE OF CLINOPTILOLITE ON THE CONTENT OF Cd<sup>2+</sup> IN SOIL AND QUALITY OF AGRICULTURAL PRODUCTS

Milyovich S.S., Gomonaj V.I. Kondrich O.I.

The influence of clinoptilolite on the content of different forms of cadmium in soils was investigated. The positive influence of the insertion of clinoptilolite on the pH of the soil and the improvement of the quality of vegetable product (on the content of cadmium) by clinoptilolite are shown, the low translocation of cadmium ions in plants is noted. The mechanism of reduction of cadmium in the soil is proposed.

### Список використаних джерел

1. Агрехимикаты в окружающей среде / Э. Хайниш, Х. Пауке, Г.Д. Нагель, Д. Ханзен / Пер. с нем. и предисл. Н.Г. Ракипова. – М.: Колос, 1979. – 357 с.
2. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Карабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. – К.: Либідь, 1996. – 304 с.
3. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов I–IV групп / Под ред. В.А. Филова. – Л.: Химия, 1988. – 512 с.
4. Вергейчик Т.Х. Токсикологическая химия. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 400 с.
5. Самохвалова В.Л. Применение антидотов при загрязнении системы «почва-растение» тяжелыми металлами // Экологія та ноосферологія. – 2004. – т. 15. – С. 49-58.
6. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсических элементов. Введен 01.01.96.
7. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Метод отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. Введен 01.01.86.
8. Марченко З. Фотометрическое определение элементов. – М.: Мир, 1971 – 543 с.
9. Визначення рН (ISO 10523:1994, MOD) ДСТУ 4077–2001.