

ЗАГАЛЬНА ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.064:635.1/8

ВПЛИВ ДОБРИВ ТА МЕЛІОРАНТІВ НА ЯКІСТЬ КОРЕНЕПЛОДІВ БУРЯКА СТОЛОВОГО ЗА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ КАДМІЄМ

А. І. ДИДІВ, асистент* кафедри екології
Львівський національний аграрний університет
E-mail: adydiv@gmail.com

Анотація. У статті висвітлено результати досліджень вивчення впливу різної системи удобрення та меліорантів на якість коренеплодів буряка столового за змодельованих рівнів забруднення ґрунту кадмієм. Проаналізовано вплив органічної, мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення на рухомість кадмію у ґрунті та його здатність до транслокації у рослини буряка столового.

Дослідженнями встановлено, що за внесення органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування ґрунту відзначали найменшу концентрацію рухомих форм Cd^{2+} у ґрунті, що позначилося і на меншій концентрації кадмію в рослинах буряка столового. Також встановлено, що за внесення органічних і мінеральних добрив та меліорантів в нормі $N_{34}P_{34}K_{34}$ + Біогумус 2 т/га + $CaCO_3$ 5 т/га одержали найкращу якість коренеплодів буряка столового.

Ключові слова: забруднення, рухомі форми важких металів, кадмій, органо-мінеральна система удобрення, вапнування, якість, буряк столовий

Актуальність. Сьогодні забруднення агробіоценозів важкими металами (ВМ) набуло особливої актуальності, оскільки близько п'ятої частини земель сільськогосподарського призначення в Україні значною мірою забруднена цими полютантами [10]. Особливо небезпечними є рухомі форми ВМ у ґрунті, котрі й визначають рівень небезпечності для рослин, а в кінцевому результаті – для людини [1, 3, 15]. За таких умов важливим питання є забезпечення населення якісними, екологічно безпечними продуктами харчування, важливе місце серед яких займають овочі [8].

Тому сьогодні актуального значення набуває розроблення, вивчення та практичне впровадження у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах ефективною та доступною, екологічно безпечною системи удобрення овочевих рослин, завдяки котрій проходить швидкодіюча детоксикація окультуреного ґрунту, забрудненого важкими металами з відновленням його родючості, збільшенням буферних властивостей ґрунтової системи. Це в

*Науковий керівник – доктор біологічних наук, професор, академік НААН В. В. Снітинський

цілому сприятиме одержанню екологічно безпечної овочевої продукції доброї якості [11, 14]. Застосування меліорантів як антидотів, попереджає міграцію забруднювачів у суміжні середовища, знижує токсичність процесів, викликаних забрудненням [13].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З поміж земельних площ, зайнятих овочевими культурами в Україні частка зайнятих коренеплідними становить 18% загальної площі, серед яких буряк столовий займає 44,1 тис. га [12]. Попри велику популярність та високу харчову цінність столового буряка, його біологічна стійкість до токсичної дії іонів важких металів є незначною, що зумовлено генетично [2]. Так, перевищення ГДК рухомих форм Cd^{2+} на кислих, бідних на вміст гумусу і глини, легкого гранулометричного складу ґрунтах здатні знижувати урожайність, а найважливіше – якість коренеплодів буряка столового [9].

Метою досліджень було вивчення впливу органічної, мінеральної та орґано-мінеральної системи удобрення у поєднанні з вапнуванням на рухомість Cd^{2+} у ґрунті, його здатність до транслокації у рослини буряка столового, а також вивчення впливу кадмію на якість коренеплодів буряка столового залежно від різних рівнів змодельованого забруднення ґрунту цим металом.

Матеріали і методи дослідження. Упродовж трьохрічних досліджень на дослідному полі Львівського національного аграрного університету вивчали вплив удобрення та меліорантів на поведінку кадмію у системі «ґрунт-рослина». Буряк столовий (сорт Бордо Харківський) висівали у другій декаді травня в попередньо забруднений важкими металами ґрунт. У якості забруднювача використовували сіль CdCl_2 , яку вносили водним розчином за змодельованих рівнів забруднення: 1; 3; 5 ГДК (валових форм) – ь окремо восени, а через два тижні – меліорант (вапняну пушонку) CaCO_3 у нормі 5 т/га (за гідролітичною кислотністю) згідно схеми досліду, який загортали у ґрунт [14]. При цьому виходили з даних [4, 13], що ГДК валових форм для Cd складає 3 мг/кг ґрунту. Навесні під культивуацію вносили мінеральне добриво нітроамофоску марки 16:16:16 та органічне добриво Біогумус (продукт вермикультури) згідно зі схемою досліду.

Схема мікроділянкового двофакторного досліду за вирощування буряка столового охоплювала такі варіанти: 1) контроль (без добрив); 2) $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$; 3) Біогумус 4 т/га; 4) $\text{N}_{34}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$ + Біогумус 2 т/га; 5) $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$ + CaCO_3 5 т/га; 6) Біогумус 4 т/га + CaCO_3 5 т/га; 7) $\text{N}_{34}\text{P}_{34}\text{K}_{34}$ + Біогумус 2 т/га + CaCO_3 5 т/га.

Облікова площа однієї мікроділянки – 2 м². Повторність досліду – п'ятиразова, розміщення варіантів – систематичне [6]. Ґрунт дослідного поля – темно-сірий, сірий опідзолений легкосуглинковий. Технологія вирощування буряка столового – загальноприйнята для умов Західного Лісостепу України.

Концентрація кадмію, внесеного у ґрунт, залежно від рівнів штучно-змодельованого, моноелементного забруднення наведена в табл. 1. На контрольному варіанті солі важких металів не вносили.

1. Концентрація кадмію, внесеного у ґрунт за змодельованих рівнів забруднення, мг/кг

Рівень забруднення	Концентрація кадмію, мг/кг
1 ГДК	3
3 ГДК	9
5 ГДК	15

У лабораторно-польових модельних дослідках вивчали такі фактори:

- фактор А – рівні забруднення ґрунту кадмієм;
- фактор В – внесені добрива та меліоранти.

Зразки ґрунту відбирали на глибині 0-20 см, рослин – під час збору та обліку врожаю. Визначали концентрацію рухомих форм Cd в ґрунті та концентрацію ВМ у різних органах буряка столового методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії на приладі С115М за атестованими і стандартизованими методиками з наступним статистичним опрацюванням отриманих результатів досліджень [7]. Обліковували урожай, визначали біохімічний склад буряка столового: суху речовину – гравіметричним методом, висушуванням до постійної ваги (ГОСТ 13586.5 –93); суму цукрів – за Бертраном (ГОСТ 8756.13 – 87); вітамін С – за Муррі (ГОСТ 24556-89); вміст нітратів – іонометричним методом з використанням іоноселективних електродів на приладі ЭВ-74 (ГОСТ 5048-89) [5].

Результати дослідження та їх обговорення. Дослідженнями встановлено, що на рухомість кадмію у ґрунті за вирощування буряка столового впливали наступні фактори: ґрунтово-кліматичні умови року; система удобрення; меліоранти та рівні забруднення ґрунту кадмієм. Відзначимо, що із збільшенням рівня забруднення ґрунту кадмієм від 1 до 5 ГДК спостерігалася єдина тенденція до збільшення концентрації рухомих форм кадмію у ґрунті на всіх варіантах, проте, загальні закономірності рухомості Cd^{2+} у ґрунті між варіантами зберігалися, на що мали великий вплив внесенні добрива та меліоранти (рис. 1).

З'ясовано, що на усіх варіантах, де вносили добрива та меліоранти концентрація рухомих форм кадмію у ґрунті була меншою порівняно з контрольним варіантом. Однак, ефективність добрив щодо зменшення рухомих форм Cd^{2+} у ґрунті на різних варіантах проявлялася по-різному. Так, за внесення тільки одного органічного добрива у повній нормі Біогумус 4 т/га відзначали дещо меншу ефективність у зв'язуванні рухомих форм кадмію, аніж за внесення мінерального добрива нітроамофоски у повній нормі $N_{68}P_{68}K_{68}$. Проте, більш ефективно закріплювалися рухомі фракції кадмію ґрунтово-вбирним комплексом за спільного внесення органічних та мінеральних добрив у половину норми $N_{34}P_{34}K_{34}$ + Біогумус 2 т/га (рис. 1).

У результаті проведених дослідженнями встановлено, що на тих варіантах, де проводили вапнування ґрунту, концентрацію рухомих форм Cd^{2+} у ґрунті була суттєво меншою порівняно з варіантами досліду, де не вносили меліоранти. Так, найменша концентрація рухомих форм кадмію у ґрунті була за внесення у половину норми органічних і мінеральних доб-

рив на фоні вапнування ґрунту $N_{34}P_{34}K_{34}$ + Біогумус 2 т/га + $CaCO_3$ 5 т/га (рис. 1).

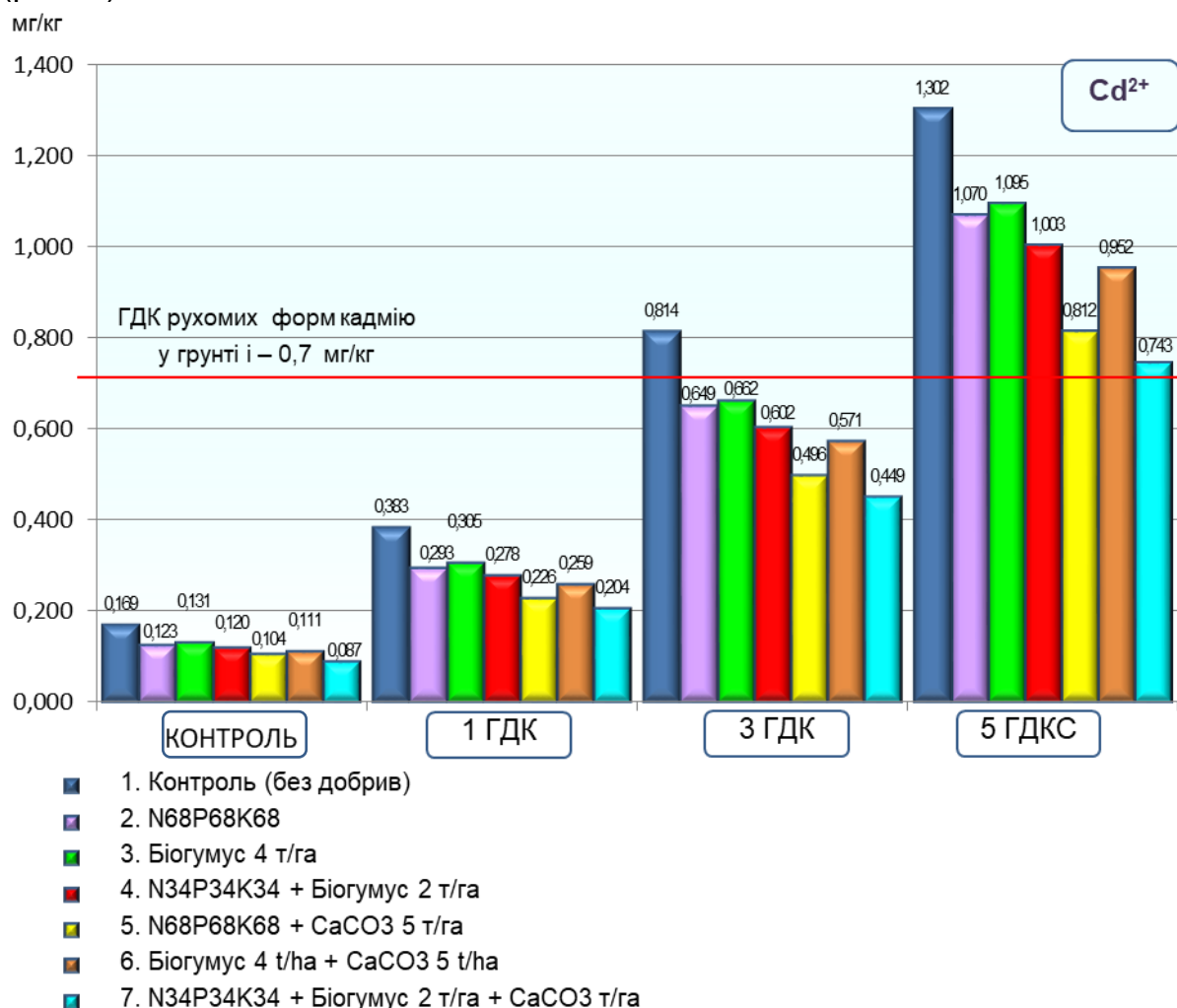


Рис. 1. Вплив добрив та меліорантів на концентрацію рухомих форм кадмію у ґрунті за вирощування буряка столового, мг/кг

Результати досліджень свідчать, що із збільшенням концентрації рухомих форм Cd^{2+} у ґрунті (за змодельованих рівнів забруднення ґрунту) збільшувалась і концентрація кадмію в рослинах буряка столового, що позначилося на зниженні якісних показників врожаю. Втім великий вплив на процеси транслокації кадмію у рослини буряка столового, а також на зміни в біохімічному складі коренеплодів мали внесенні добрива та меліоранти у різних нормах та співвідношеннях (табл. 2).

У проведених дослідженнях спостерігалась загальна тенденція, а саме: із збільшенням рівнів забруднення ґрунту кадмієм від 1 до 5 ГДК на всіх варіантах якісні показники, такі як вміст сухої речовини, суми цукрів, аскорбінової кислоти зменшувалися, однак, збільшувався вміст нітратного азоту (табл. 2.).

Також встановлено, що за внесення органічних добрив в повній нормі Біогумус 4 т/га одержали кращу якість продукції, аніж за внесення одних мінеральних добрив в повній нормі $N_{68}P_{68}K_{68}$. Проте за спільного внесення органічних і мінеральних добрив у половину норми $N_{34}P_{34}K_{34}$ + Біогумус 2 т/га

2. Вплив добрив та меліорантів на біохімічний склад коренеплодів буряка столового за різних рівнів змодельованого забруднення ґрунту кадмієм

Варіант досліджу	Контроль (без металу)				Рівні змодельованого забруднення ґрунту кадмієм (Cd)											
					1 ГДК				3 ГДК				5 ГДК			
	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати, мг/кг	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати, мг/кг	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати, мг/кг	Суха речовина, %	Сума цукрів, %	Вітамін С, мг/100 г	Нітрати, мг/кг
1) Контроль (без добрив)		*0,027				0,038				0,062				0,098		
	12,0	10,8	12,2	1176	11,8	10,2	11,8	1268	11,0	9,4	10,6	1553	10,4	8,8	9,0	1649
2) N ₆₈ P ₆₈ K ₆₈		0,016				0,022				0,029				0,056		
	12,8	11,4	13,9	1129	12,3	10,5	13,2	1210	11,5	9,7	12,4	1415	10,8	9,3	10,5	1573
3) Біогумус 4 т/га		0,019				0,021				0,033				0,061		
	13,0	11,6	14,4	1160	12,8	10,9	13,7	1185	11,8	10,3	12,9	1381	11,3	9,7	11,7	1514
4) N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄ + Біогумус 2 т/га		0,014				0,019				0,027				0,045		
	13,4	11,8	14,8	1044	13,2	11,3	14,6	1114	12,6	10,8	13,7	1320	11,8	10,5	12,1	1470
5) N ₆₈ P ₆₈ K ₈₆ + 5 т/га CaCO ₃		0,010				0,014				0,021				0,029		
	13,6	11,9	15,0	1025	13,6	11,6	14,8	1063	13,1	11,1	14,3	1274	12,5	10,8	12,2	1402
6) Біогумус 4 т/га + 5 т/га CaCO ₃		0,012				0,017				0,025				0,033		
	14,5	12,2	15,3	952	14,3	12,0	15,2	1011	13,7	11,4	14,8	1209	13,1	11,0	12,7	1350
7) N ₃₄ P ₃₄ K ₃₄ + Біогумус 2 т/га + 5 т/га CaCO ₃		0,006				0,010				0,018				0,026		
	15,3	12,6	15,6	903	15,0	12,3	15,4	995	14,4	11,7	15,0	1112	13,7	11,3	13,4	1275

Примітка: *Гранично допустима концентрація Cd в рослинах – 0,03 мг/кг маси сирої речовини

якість коренеплодів була значно краща порівняно з вищезгаданими варіантами. Слід зазначити, що на тих варіантах досліду, де проводили вапнування ґрунту, одержали вищу якість коренеплодів з меншою концентрацією кадмію та нітратів порівняно з варіантами, де не вносили меліорантів. Так, за внесення органічних та мінеральних добрив на фоні вапнування ґрунту в нормі $N_{34}P_{34}K_{34}$ + Біогумус 2 т/га + $CaCO_3$ 5 т/га одержали найкращу якість коренеплодів буряка столового з низьким вмістом нітратного азоту та найменшою концентрацією кадмію.

Висновки і перспективи. В умовах Західного Лісостепу України на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах за вирощування буряка столового доцільно застосовувати органо-мінеральну систему удобрення та систематично проводити меліоративні заходи для підвищення буферності ґрунту до токсичної дії полютантів, виходячи з агрохімічних характеристик ґрунту та потреб рослин буряка столового в елементах живлення.

Дослідженнями встановлено, що найменшу концентрацію рухомих форм кадмію у ґрунті за вирощування буряка столового відзначали за внесення органічних і мінеральних добрив на фоні вапнування ґрунту в нормі $N_{34}P_{34}K_{34}$ + Біогумус 2 т/га + 5 т/га $CaCO_3$, що дало можливість одержати високу якість продукції з мінімальною концентрацією кадмію та нітратного азоту в коренеплодах буряка столового.

Список використаних джерел

1. Головатый С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С. Е. Головатый. – Минск: Республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт почвоведения и агрохимии", 2002. – 239 с.
2. Гуральчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії / Ж. З. Гуральчук. – К.: Логос, 2006. – 208 с.
3. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск: Наука. Сиб.отд.-ние, 1991. – 151 с.
4. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины: Концепции. Итоги. Задачи. – 2-е изд. пересмотр. и доп. / В. В. Медведев. – Харьков : КП «Городская типография», 2012. – 536 с.
5. Методи визначення показників якості рослинницької продукції / за ред. О. М. Гончара, А. В. Андрущенко та ін. – К.: Алефа, 2000. – 114 с.
6. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. – 3 вид. / за ред. Г. Л. Бондаренка, К. І. Яковенка. – Харків: Основа, 2001. – 369 с.
7. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. – М.: Гидрометеиздат, ЦИНАО, 1992. – 61 с.
8. Мислива Т. М. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / [Т.М. Мислива, П.П. Надточій, Л.О. Герасимчук та ін.]; за ред. Т. М. Мисливої. – Житомир, 2011. – 52 с.
9. Овчаренко М. М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение / М. М. Овчаренко. – М., 1997. – 290 с.

10. Рідей Н. М. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика / Н. М. Рідей, В. П. Строкаль, Ю. В. Рибалко. – Херсон: Видавництво Олді – плюс, 2011. – 258 с.
11. Самохвалова В. Л. Спосіб ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого важкими металами / В. Л. Самохвалова, А. І. Фатєєв, С. Г. Зуза, В. О. Зуза // Агрохімія та ґрунтознавство. – 2013. – Вип. 80. – С. 101-110.
12. Корнієнко С. І. Сучасні енергоощадні технології вирощування маточних коренеплодів буряка столового / С. І. Корнієнко, Л. А. Терьохіна, О. В. Куц, В. В. Могильний // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2014. – Вип. 21. – С. 255-259.
13. Фатєєв А. І. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі: метод. рек. / А. І. Фатєєв, В. Л. Самохвалова. – Харків: КП "Міськдрук", 2012. – 70 с.
14. Хімічна меліорація ґрунтів / за ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького, Ю. Л. Цапка. – Харків : «Міськдрук», 2012. – 129 с.
15. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. – Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. – 548 p.

References

1. Holovaty S. (2002) Tyazhelye metally v agroekosistemakh [Heavy metals in agroecosystems] Minsk, Republic scientific daughter company unytary "Institute of soil science and Agrocultural chemistry", 239.
2. Huraldchuk Zh. (2006) Fitotoksychnist' vazhkykh metaliv ta stiykist' roslin do yikh diy [Phytotoxicity of heavy metals and plant resistance to their actions]. K.: Logos, 208.
3. Ilyin V. (1991) Tyazhelye metally v sisteme pochva-rasteniye [Heavy metals in the soil-plant system]. Novosibirsk: Science, 151.
4. Medvedev V. (2012) Monitoring pochv Ukrainy: Kontseptsii. Itogi. Zadachi. [Monitoring of Soils in Ukraine: Concepts. Outcomes Tasks (2nd revision and additional editions)]; "National Science Center" Institute of Soil Science and Agrochemistry im. A. N. Sokolovsky. Kharkiv: Communal Enterprise "City Printing House", 536.
5. Gonchar O., Andrushchenko A. and other. (2000) Metody vyznachennya pokaznykiv yakosti roslinnyts' koji produktsiyi [Methods of determining the quality of crop production]. K.: Alepha, 114 .
6. Bondarenko, H., Yakovenko, K. ed. (2001) Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві [Business research methodology in Vegetables and Melons growing] [H. , K.]. Kharkiv: Basis, 369.
7. Methodological guidelines on the definition of heavy metalsmetals in agricultural soils and crop growing production. – M.: Gidrometeoizdat, CINAC, 1992. – 61 p.
8. Myslyva T., Nadtochy P., Herasymchuk L. et al. (2011) Vedennya sil's'ko-hospodars'koho vyrobnytstva u pryvatnomu sektori v umovakh posylenoho antropohennoho vplyvu na navkolyshnye seredovyshche [Agricultural production in the private sector in terms of enhanced anthropogenic impact on the environment]. Zhytomyr, 52.
9. Ovcharenko M. Tyazhelye metally v sisteme pochva-rasteniye-udobreniye [Tyazhelye metally v sisteme pochva-rasteniye-udobreniye]. Moscow, 290.
10. Ridey N., Stokal V., Rybalko Yu. (2011) Ekolohichna otsinka ahrobio-tsenoziv: teoriya, metodyka, praktyka [Environmental assessment of agrobiocenosis: theory, methodology, practice]. Kherson: Publisher Oldie-plus, 258.

11. Samokhvalova V., Fateev A., Zuza S., Zoza V. (2013) Sposib remediatsiyi gruntu, tekhnogenno zabrudnenoho vazhkymy metalamy [Method of soil remediation technogenically contaminated with heavy metals]. Agrochemistry and soil science. Issue 80, 101-110.
12. Kornienko S., Terekhin L., Kutz O., Mohylny V. (2014) Suchasni enerhoosh-chadni tekhnolohiyi vyroshchuvannya matochnykh koreneplodiv buryaka stolovoho [Modern energy-saving technology of cultivation of uterine beet root crops]. Research Papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet. Vol. 21, 255-259.
13. Fateev A., Samokhvalova V. (2012) Detoksykatsiya vazhkykh metaliv u gruntoviy systemi: metod. rek. [Detoxification of heavy metals in soil system: Guidelines]. Kharkiv KP "Miskdruk", 70.
14. Balyuk S., Truskavets R., Tsapka Y. ed. (2012) Khimichna melioratsiya gruntiv [Chemical soil reclamation] . Kharkiv "Miskdruk", 129.
15. Kabata-Pendias A. (2010) Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 548.

ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ НА КАЧЕСТВО КОРНЕПЛОДОВ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ КАДМИЕМ

А. И. Дыдив

Аннотация. В статье изложены результаты исследований подвижности кадмия в искусственно смоделированной загрязненной почве этим тяжелым металлом и его способность к транслокации в растения свеклы столовой при использовании различных систем удобрений и мелиорантов.

Установлено, что наименьшая подвижность катионов Cd^{2+} в темно-серой подзолистой почве и лучшие биохимические показатели корнеплодов свеклы с низкой концентрацией металла в растениях было результатом применения органоминеральной системы удобрения на фоне известкования почвы.

Ключевые слова: загрязнения, подвижные формы тяжелых металлов, кадмий, органоминеральная система удобрения, известкование, качество, свекла столовая

INFLUENCE OF FERTILIZERS AND AMELIORANTS ON THE QUALITY OF BEET ROOT DINING IN CASE OF SOIL CONTAMINATION CADMIUM

A. Dydiv

Abstract. The article reveals the research results of cadmium mobility in artificially modeled contaminated soil with heavy metals and their ability to translocation of beetroot plants by applying the different systems of fertilizers and meliorants. It was investigated that that the least mobility of cations Cd^{2+} in dark gray-podzolized soil and the best biochemical indexes of beetroot with the lowest concentration of heavy metals in plants was the result of applying the organic-mineral fertilizer system against the background of liming the soil.

Keywords: pollution, mobile forms of heavy metals, cadmium, organic-mineral fertilizer system, liming, quality, beetroot